

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 元年 6 月 21 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01408

研究課題名(和文) 音声によるメンタルヘルス状態スクリーニング技術の言語非依存性の検証

研究課題名(英文) Verification of language independence of voice-based mental health status screening technology

研究代表者

篠原 修二 (Shinohara, Shuji)

東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・特任助教

研究者番号：10325897

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：音声に含まれる感情成分から心の健康度(元気圧と呼ぶ)を抽出するアルゴリズムを開発した。ルーマニア語、ロシア語話者で検証した結果、うつ病高リスク群と低リスク群の元気圧の間に有意な差がみられた。また、大うつ病の指標となるMajor Depression Voice Index(MDVI)とパーキンソン病の指標となるParkinson's Disease Voice Index (PDVI)を開発した。MDVIとPDVIを用いて、日本人の大うつ病患者とパーキンソン病患者、および健常者を精度よく識別できるだけでなく、MDVIはうつ病重症度と相関を持つことが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

多くの先進国ではメンタルヘルス不調が問題となっており、治療費や仕事への支障など、失われる経済的なコストは計り知れない。我々は音声から抑うつ状態やストレス状態を推定する技術の研究を進めてきたが、日本語以外の言語でもこの技術の有効性が示された。まだ様々な言語での検証が必要ではあるが、我々の技術の言語非依存性が実証されれば、世界中でメンタルヘルス状態を手軽にかつ日常的にモニタリングすることが可能となり、早期にメンタルヘルス不調を発見・ケアできるようになる。その結果メンタルヘルス不全患者を減らすことが可能となり、その社会的・経済的な効果は計り知れない。

研究成果の概要(英文)：We developed an algorithm to extract the degree of mental health (called vitality) from voice. As the results of testing with Romanian and Russian speakers, there was a significant difference between the mean vitality of the low risk group and that of high risk group. We developed the Major Depression Voice Index (MDVI) and the Parkinson's Disease Voice Index (PDVI). It was suggested that patients with major depression and Parkinson's disease and healthy individuals can be distinguished by using MDVI and PDVI. In addition, MDVI correlated with depression severity.

研究分野：音声病態分析学

キーワード：多言語検証 音声 大うつ病 パーキンソン病 心の元気度 ストレス メンタルヘルス

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

多くの先進国ではメンタルヘルス不調が問題となっており、治療費や仕事への支障など、失われる経済的なコストは計り知れない。この問題に対処するため、抑うつ状態やストレスなどを手軽にチェックできるスクリーニング技術が求められている。現在、使用されているメンタルヘルス不全患者のスクリーニング手法として、例えば General Health Questionnaire などの自記式心理テストがある。その他にも唾液や血液などのバイオマーカーを用いたメンタルヘルス状態の評価手法が提案されている。しかしながら、自記式テストは早期発見や診断補助に有効であるものの、レポーターバイアス（被験者の選択的な情報隠蔽、暴露）の問題がある。また、バイオマーカーによる評価では検査費用や実施者の負担などの問題があり、手軽であるとは言い難い。

一方、我々は音声データを用いた抑うつ状態やストレス状態などの健康状態を推定する研究を進めている。音声を用いた分析は、非侵襲である上、特殊な専用装置を必要とせず、手軽にかつ遠隔的に行えるという利点がある。ストレスは感情に影響を及ぼすことが知られており、我々は音声データから直接ストレス状態を分析するのではなく、音声から抽出された感情成分の変遷からストレス状態を推定するアルゴリズムを開発し、その尺度を元気度と名付けた。ここで用いられている音声感情認識技術 (Sensibility Technology) は、多数の人を対象に音声サンプルを集めることにより、個人差のバイアスを解消しており、また発話の言語的内容に依存しないため、広い範囲での応用が期待できる。

### 2. 研究の目的

(1) 我々はこれまで元気度がメンタルヘルス状態のスクリーニング技術として有用であることを示してきたが、精度検証には日本国内で採取した音声を用いているため、他の言語圏においても有用であるかどうかについては定かではない。メンタルヘルス不調は日本国内だけにとどまらない世界的な問題であり、日本語圏以外の他言語においても、我々が研究を進めている音声から抑うつ状態やストレス状態を推定する技術が有効であることを実証できれば、その有用性は計り知れない。

(2) 元気度は音声から得られた感情成分に基づいて心の健康度を推定するが、細かい病態についてまで分析できない。つまり、被験者がうつ病のために元気がないのか、あるいはパーキンソン病や認知症など別の病気に罹患して元気がないのかが区別できなかった。本研究では、音声信号を直接分析することにより、より細かく疾患を鑑別できるような尺度の開発も目指す。

### 3. 研究の方法

(1) 音声および自記式心理テストデータ収集のためのスマートフォンアプリの開発を行う。近年、スマートフォンの高機能化・高性能化が進んでおり、そのスマートフォンを実装対象とすることによって、音声入力から心理テストの実施、データの転送までの首尾一貫したシステムとして実現することが可能になる。

(2) 外国、特に多言語国家であるルーマニアでデータ収集を行う。ルーマニアでは、ルーマニア語の他、英語、ドイツ語、ロシア語、ハンガリー語などが話されている。このため本研究テーマである「音声によるメンタルヘルス状態スクリーニング技術の言語非依存性の検証」のためには最適の国である。

(3) 病院や医師の協力により、大うつ病患者やパーキンソン病患者の音声と医師による診断結果（重症度など）を収集し、それら疾患患者に固有の音声特徴量を抽出する。

(4) 元気度をはじめ、(3) で抽出した大うつ病やパーキンソン病の音声指標の評価を行う。日本語だけでなく(2) で収集した外国語音声も用いて評価する。例えば元気度に関しては感情成分抽出の際、主に声帯に関する情報を用いている。生体は副交感性の神経である迷走神経の枝である反回神経の支配を受けており、精神的な変化や神経的な異常を反映する。このような人間の基本原理は変わらないはずであり、人種や言語圏が異なっても本技術は有効であると予想される。

### 4. 研究成果

(1) 平成 28 年 6 月 25 日から 7 月 5 日にかけてルーマニアを訪問し、ブカレストのキャロルダピラ医科大学、ブラショフのトランシルバニア大学や刑務所、ピテシティ大学などを訪問し、実験の協力要請、および実験打ち合わせを行った。それと並行し、研究協力者である PST 株式会社の桐田氏、大宮氏、萩原氏の協力を得て、音声、うつ病スクリーニングのための自記式アンケートである Beck Depression Inventory (BDI) のデータ、および年齢や性別、既往歴などの基本情報を収集するためのスマートフォンアプリを作成した。その後、平成 28 年 11 月 15 日から 11 月 29 日にかけて、ルーマニアのピテシティ大学（教員 1 名、学生アシスタント 4 名）の協力を得て、データ収集実験を行った。被験者は約 160 名であり、ルーマニア語とロシア語の音声を収集することができた。データ収集は現地で調達した 20 台のスマートフォンに上述のアプリをインストールして実施した。平成 29 年

10月11日から10月15日にかけてルーマニアを訪問し、ブラショフのトランシルバニア大学とピテシティ大学を訪問し、実験の協力要請、実験打ち合わせを行った。その後、新たに平成30年3月トランシルバニア大学で81名の音声収集、およびうつ度を測定する自記式アンケートであるBDIを実施した。これで平成28年度に収集したピテシティ大学での約160人分のデータを合わせて約240名分のデータを取得できた。

- (2) 新たな音声指標の開発に関して、防衛医科大学で取得した25名の大うつ病患者の音声とHamilton抑うつ評価尺度(HAMD)を用いた重症度評価のデータ収集を行った。音声は17種類の定型句読み上げ音声であった。これらのデータを用いて大うつ病の指標となるMajor Depression Voice Index(MDVI)を開発した。また東京医科大学では15名のパーキンソン病患者の音声とMovement Disorder Society Unified Parkinson's Disease Rating Scale (MDS - UPDRS)を用いた重症度評価のデータ収集を行った。音声は防衛医科大学の大うつ病患者と同じく17種類の定型句読み上げ音声であった。これらのデータを用いてパーキンソン病の指標となるParkinson's Disease Voice Index (PDVI)を開発した。今後大規模な検証は必要ではあるが、MDVIとPDVIを用いて、日本人の大うつ病患者とパーキンソン病患者、および健常者を精度よく識別できることが明らかになった。これらの成果はいくつかの国際会議で発表済みである。
- (3) ルーマニアのピテシティ大学で取得した160名から収集した310個のデータセットに関して、PST株式会社で開発済みのMind Monitoring System (MIMOSYS)の音声指標である元気圧と申請者が発明した音声指標であるピッチ検出率(特許出願済み)を用いて解析を行った。その結果、MIMOSYSによる分析では、うつ病の高リスク群と低リスク群の元気圧平均値に有意な差がみられた。また高い精度で健常者から自殺願望の高い被験者を識別できる可能性が示唆された。一方ピッチ検出率を用いた分析では、MIMOSYSの元気圧よりも高い精度で自殺願望の高い被験者を識別できることが明らかになった。
- (4) 開発した大うつ病の指標となるMajor Depression Voice Index(MDVI)とパーキンソン病の指標となるParkinson's Disease Voice Index (PDVI)に関して、高い解像度の音声データ対応できるようにプログラムの改良を行った。高解像度音声を使用して分析を行ったところ、MDVIに関しては、より高い精度でうつ病重症度の識別が可能となること明らかになった。収集した音声は17種類の定型句読み上げであるが、ほとんどの定型句で似た傾向がみられた。つまりMDVIの有効性は、発話内容に依存しない可能性が示唆された。
- (5) PDVIに関しては、長母音音声、定型句読み上げ音声を用いて分析を行ったが、いずれにおいても高い精度で健常者とパーキンソン病患者を識別できる可能性が示唆された。更に、定型句読み上げ音声に関しては、発声障害に関するアンケート指標の得点、すなわち自覚症状とPDVIの間に有意な相関がみられた。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計16件)

Difference in Speech Analysis Results by Coding, Omiya Y, Hagiwara N, Takano T, Shinohara S, Nakamura M, Higuchi M, Mitsuyoshi S, Toda H, Tokuno S, *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal* Vol. 3, No. 5, 488-491 (2018), 査読有

Study on Indicators for Depression in the Elderly Using Voice and Attribute Information. Higuchi M, Shinohara S, Nakamura M, Omiya Y, Hagiwara N, Takano T, Mitsuyoshi S, Tokuno S, *Communications in Computer and Information Science*, 869, 127-146, (2018), 査読有

The influence of the voice acquisition method to the mental health state estimation based on vocal analysis, Omiya Y, Hagiwara N, Shinohara S, Nakamura M, Higuchi M, Mitsuyoshi S, Takayama E, Tokuno S. *IFMBE Proceedings IUPESM World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2018*, vol 68/2, 897-900, (2018), 査読有

Feasibility study of evaluation of therapeutic effect for sleep apnea syndrome using mental healthiness evaluated from voice, Nakamura M, Shinohara S, Omiya Y, Mitsuyoshi S, Higuchi M, Hagiwara N, Takano T, Danno H, Tanaka S, Tokuno S, *IFMBE Proceedings IUPESM World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2018*, vol 68/2, 327-330, (2018), 査読有

Accuracy Evaluation for Mental Health Indicator Based on Vocal Analysis in Noisy Environments. Higuchi M, Shinohara S, Nakamura M, Omiya Y, Hagiwara N, Takano T, Mitsuyoshi S, Tokuno S, *Journal of Information and Communication Engineering (JICE)*, 4(1): 217-222, (2018), 査読有

Classification of Bipolar Disorder, Major Depressive Disorder and Healthy State Using Voice, Higuchi M, Tokuno S, Nakamura M, Shinohara S, Mitsuyoshi S, Omiya Y, Hagiwara N, Takano T, Toda H, Saito T, Terashi H, Mitoma H, *Asian J Pharm Clin Res*, Vol 11, Special issue 3, 89-93, 2018, 査読有

Pathophysiological Voice Analysis for Diagnosis and Monitoring of Depression. Tokuno,

S. Understanding Depression (pp. 83-95). Springer, Singapore. (2018) , 査読有

Case Studies of Utilization of the Mind Monitoring System (MIMOSYS) Using Voice and Its Future Prospects. Shinohara S, Omiya Y, Hagiwara N, Nakamura M, Higuchi M, Kirita T, Takano T, Mitsuyoshi S, Tokuno S. ESMSJ (Econophysics, Sociophysics & other Multidisciplinary Sciences Journal) 7 (1) 2017; 7-12 , 査読有

Measurement of Stress Level to Prevent Post-Traumatic Stress Disorder Developed by Identifying Dead Bodies. Higuchi M, Yamamoto I, Omiya Y, Shinohara S, Nakamura M, Hagiwara H, Takano T, Mitsuyoshi S, Tokuno S. ESMSJ (Econophysics, Sociophysics & other Multidisciplinary Sciences Journal) 7 (1) 2017; 13-18 , 査読有

Difference in Voice Analysis Result by Pre and Post Processing of Telephone Line. Hagiwara N, Omiya Y, Shinohara S, Nakamura M, Higuchi M., Mitsuyoshi S, Tokuno S; Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2017 Jul;2017:242-245. , 査読有

Multilingual evaluation of voice disability index using pitch rate. Shinohara S, Omiya Y, Nakamura M, Hagiwara N, Higuchi M, Mitsuyoshi S, Tokuno S. Advances in Science Technology and Engineering Systems Journal Vol. 2, No. 3, 765 - 772, (2017) , 査読有

Validity of Mind Monitoring System as a Mental Health Indicator using Voice. Hagiwara N, Omiya Y, Shinohara S, Nakamura M, Higuchi M, Mitsuyoshi S, Yasunaga H, Tokuno S. Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal, vol. 2, no. 3, pp. 338-344 (2017) , 査読有.

Mental status assessment of disaster relief personnel by vocal affect display based on voice emotion recognition. Mitsuyoshi S, Nakamura M, Omiya Y, Shinohara S, Hagiwara N, Tokuno S. (2017). Disaster and Military Medicine, 3(1), 4. , 査読有

Study on Depression Evaluation Indicator in the Elderly using Sensibility Technology. Higuchi, M., Shinohara, S., Nakamura, M., Omiya, Y., Hagiwara, N., Mitsuyoshi, S. and Tokuno, S. 3rd International Conference on Information and Communication Technologies for Ageing Well and e-Health: 70-77, 2017 , 査読有

Voice disability index using pitch rate. Shinohara S, Nakamura M, Mitsuyoshi S, Tokuno S, Omiya Y, Hagiwara N. (2016). Biomedical Engineering and Sciences (IECBES), 2016 IEEE EMBS Conference on. IEEE, 2016. p. 557-560. , 査読有

Validity of the Mind Monitoring System as a Mental Health Indicator, Hagiwara N, Omiya Y, Shinohara S, Nakamura M, Yasunaga H, Mitsuyoshi S, Tokuno S. 16th International Conference on Bioinformatics and BioEngineering (IEEE BIBE2016), 2016. 262-265 , 査読有

[学会発表](計 44 件)

Estimating depressive status from voice, Omiya Y, Takano T, Uruguchi T, Higuchi M, Shinohara S, Nakamura M, Mitsuyoshi S, So M, Tokuno S, The 2018 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM2018) (Madrid), 2018.12.3-6

Feasibility Study for Estimation of Depression Severity using Voice Analysis, Nakamura M, Shinohara S, Omiya Y, Higuchi M, Mitsuyoshi S, Takano T, Toda H, Saito T, Tanichi M, Yoshino A, Tokuno S, The 2018 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM2018) (Madrid), 2018.12.3-6

Change in sound features of ultrasonic vocalizations by neonatal rats separated from their mother depending on condition of the neonatal rats, Nakamura M, Tanichi M, Toda H, Saito T, Mitsuyoshi S, Shinohara S, Omiya Y, Higuchi M, Shimizu K, Yoshino A, Tokuno S, Neuroscience 2018 (SanDiego) 2018.11.3-7

Pilot study to detect Dementia based on vocal analysis, Omiya Y, Takano T, Uruguchi T, Nakamura M, Shinohara S, Higuchi M, Mitsuyoshi S, Tokuno S, Neuroscience 2018 (SanDiego) 2018.11.3-7

音声による大うつ病の重症度評価の試み, 戸田 裕之, 齊藤拓, 篠原修二, 大宮康宏, 中村光晃, 樋口政和, 萩原直樹, 高野毅, 光吉俊二, 吉野相英, 徳野慎一, 第 15 回日本うつ病学会総会 (東京), 2018.07.28-29.

Difference in sound features of Ultrasonic Vocalizations by neonatal rats separated from their mother in response to surrounding environment, M. Nakamura, M. Tanichi, H. Toda, T. Saito, S. Mitsuyoshi, S. Shinohara, Y. Omiya, M. Higuchi, K. Shimizu, A. Yoshino, S. Tokuno, 第 41 回日本神経科学大会 (神戸), 2018.7/26-29.

Voice-Based Emotion Model for Identifying Major Depression, Masakazu Higuchi, Shuji Shinohara, Mitsuteru Nakamura, Yasuhiro Omiya, Naoki Hagiwara, Takeshi Takano, Hiroyuki Toda, Taku Saito, Hiroo Terashi, Hiroshi Mitoma, Shunji Mitsuyoshi, Shinichi Tokuno, EMBC2018, (Hawaii), 2018.7.17-21.

Evaluation of Mind Monitoring System (MIMOSYS) by Subjects with Romanian and Russian As Their Native Language, Tomoki Uruguchi, Shuji Shinohara, Aurelian Denis NEGREA,

Marian Taicu, Gheorghe Savoiu, Yasuhiro Omiya, Mitsuteru Nakamura, Masakazu Higuchi, Takeshi Takano, Naoki Hagiwara, Shunji Mitsuyoshi, Shinichi Tokuno, EMBC2018, (Hawaii), 2018.7.17-21.

An experiment to distinguish between Parkinson's disease and major depression using voice, Y. Omiya, N. Hagiwara, T. Takano, S. Shinohara, M. Nakamura, M. Higuchi, S. Mitsuyoshi, E. Takayama, H. Terashi, H. Mitoma, H. Toda, T. Saito, S. Tokuno., EMBC2018, (Hawaii), 2018.7.17-21.

Feasibility Study on Screening for Dementia Using Voice Analysis, Mitsuteru Nakamura, Shuji Shinohara, Yasuhiro Omiya, Masakazu Higuchi, Naoki Hagiwara, Takeshi Takano, Shunji Mitsuyoshi, Yuki Nozaki, Miki Yoshitake, Nobuo Sanjo, Shinichi Tokuno, EMBC2018, (Hawaii), 2018.7.17-21.

Evaluation of Suicidal Ideation Based on the Pitch Detection Rate, Shuji Shinohara, Denis NEGREA Aurelian, Marian Taicu, Gheorghe Savoiu, Yasuhiro Omiya, Mitsuteru Nakamura, Masakazu Higuchi, Takeshi Takano, Naoki Hagiwara, Shunji Mitsuyoshi, Shinichi Tokuno, EMBC2018, (Hawaii), 2018.7.17-21.

体位に依存した音声特微量の変化に基づく閉塞性睡眠時無呼吸リスク推測手法の実現可能性の検討, 中村光晃, 大宮康宏, 篠原修二, 樋口政和, 萩原直樹, 高野毅, 光吉俊二, 淡野宏輔, 田中俊一, 徳野慎一, 日本睡眠学会 第 43 回定期学術集会 (札幌), 2018.7.11-13

音声分析に基づくマインドモニタリングシステム (MIMOSYS) の概要, 大宮康宏, 萩原直樹, 篠原修二, 中村光晃, 樋口政和, 高野毅, 光吉俊二, 徳野慎一, 第 57 回日本生体医工学会大会 (札幌), 2018.6.19-21.

音声による疾患鑑別の可能性, 徳野慎一, 篠原修二, 中村光晃, 樋口政和, 大宮康宏, 萩原直樹, 高野毅, 光吉俊二, 第 57 回日本生体医工学会大会 (札幌), 2018.6.19-21.

The influence of the voice acquisition method to the mental health state estimation based on vocal analysis, Omiya Y, Hagiwara N, Shinohara S, Nakamura M, Higuchi M, Mitsuyoshi S, Takayama E, Tokuno S. IUPESM World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2018 (IUPESM 2018), (Praha), 2018.6.3-8.

Feasibility study of evaluation of therapeutic effect for sleep apnea syndrome using mental healthiness evaluated from voice, Nakamura M, Shinohara S, Omiya Y, Mitsuyoshi S, Higuchi M, Hagiwara N, Takano T, Danno H, Tanaka S, Tokuno S, IUPESM World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2018 (IUPESM 2018), (Praha), 2018.6.3-8.

産業現場におけるメンタルヘルスケアのための音声を用いた心の健康状態測定の検証, 樋口政和, 三浦勇太, 篠原修二, 中村光晃, 大宮康宏, 萩原直樹, 高野毅, 光吉俊二, 徳野慎一, 第 91 回日本産業衛生学会, (熊本) 2018.5.16-19.

音声を用いたメンタルヘルス状態計測における年齢及び性別の影響の検証, 大宮康宏, 萩原直樹, 中村光晃, 篠原修二, 樋口政和, 高野毅, 光吉俊二, 高山英次, 徳野慎一, 第 91 回日本産業衛生学会, (熊本) 2018.5.16-19.

Classification of Bipolar Disorder, Major Depressive Disorder And Healthy State Using Voice, Higuchi M, Tokuno S, Nakamura M, Shinohara S, Mitsuyoshi S, Omiya Y, Hagiwara N, Takano T, Toda H, Saito T, Terashi H, Mitoma H, 8th International Conference on Biomedical Engineering and Technology (ICBET 2018), (Bali) 2018.4.23-25.

走行中の自動車騒音が感情やストレス状態の推定に有用な音声構造解析に与える影響, 高野毅, 大宮康宏, 萩原直樹, 篠原修二, 中村光晃, 樋口政和, 光吉俊二, 徳野慎一, HCG シンポジウム 2017 (金沢), 2017.12.13-15.

以下省略

〔産業財産権〕

出願状況 (計 2 件)

名称: 推定方法, 推定プログラムおよび推定装置

発明者: 篠原修二, 大宮康宏

権利者: 東京大学, PST 株式会社

種類: 特許

番号: 特願 2017-132959, 特開 2018-124533

出願年: 平成 29 年 7 月 6 日

国内外の別: 国内

名称: 推定方法, 推定プログラム, 推定装置および推定システム

発明者: 篠原修二, 光吉俊二

権利者：PST 株式会社，光吉俊二  
種類：特許  
番号：特願 2016-22895，特開 2017-140170  
出願年：平成 28 年 2 月 9 日  
国内外の別：国内

## 6 . 研究組織

### (1)研究分担者

研究分担者氏名：徳野 慎一  
ローマ字氏名：TOKUNO, shinichi  
所属研究機関名：東京大学  
部局名：医学部付属病院  
職名：特任准教授  
研究者番号（8桁）：40508339

研究分担者氏名：光吉 俊二  
ローマ字氏名：MITSUYOSHI, shunji  
所属研究機関名：東京大学  
部局名：大学院工学系研究科  
職名：特任准教授  
研究者番号（8桁）：30570262

研究分担者氏名：中村 光晃  
ローマ字氏名：NAKAMURA, mitsuaki  
所属研究機関名：東京大学  
部局名：医学部付属病院  
職名：特任助教  
研究者番号（8桁）：30772975

### (2)研究協力者

研究協力者氏名：大宮 康宏  
ローマ字氏名：OMIYA, yasuhiro

研究協力者氏名：萩原 直樹  
ローマ字氏名：HAGIWARA, naoki

研究協力者氏名：桐田 賢  
ローマ字氏名：KIRITA, satoshi

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。