

令和元年6月26日現在

機関番号：16101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K01335

研究課題名(和文) 睡眠障害診断を目指した自動睡眠音検査システムの開発

研究課題名(英文) Developing automatic sleep sound inspection system towards the diagnosis of sleep disorders

研究代表者

榎本 崇宏 (EMOTO, Takahiro)

徳島大学・大学院社会産業理工学研究部(理工学域)・講師

研究者番号：90418989

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)：睡眠障害診断を目指した自動睡眠音検査システムの開発を目的とする。この目的を達成するために、本研究では、主に、以下の研究開発を行ってきた。(1)睡眠音の音名化のための絶対音感モデルの構築、(2)呼吸音から睡眠状態を推定する技術、(3)睡眠音データから、背景雑音に埋れた、呼吸音の自動検出技術、(4)聴覚モデルを基に、睡眠音から、いびき、非いびきの自動分類を行う技術、(5)いびきに基づくOSASスクリーニング技術

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、聴覚モデルに基づく自動睡眠音検査システムを構築して、いびきの特徴に基づいてOSASスクリーニングを行うことの有用性を示唆したことに学術的意義がある。入院を必要とするPSG検査の代替として、低コスト・非接触・在宅検査を目指して、多くの人にとって利用しやすい検査にすることに本研究の社会的意義がある。

研究成果の概要(英文)：In this study, our purpose is to develop sleep sound-based system for the diagnosis of sleep disorders. For this purpose, we have developed the following advanced technologies:(1) technique to estimate pitch name based on absolute pitch model, (2) technique to estimate sleep state based on the analysis of breath sounds, (3) technique to detect sleep breathing sounds under low signal to noise ratio (SNR) condition, (4) auditory model-based technique for snore/non-snore classification of sleep sounds and (5) snore-based technique for obstructive sleep apnea syndrome screening.

研究分野：生体医工学

キーワード：いびき 呼吸 睡眠

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

### 1. 研究開始当初の背景

睡眠障害は、日々の生活、社会生活に支障をきたし、新幹線などの運転手の居眠り事故を引き起こすことが考えられている。睡眠障害が長引く場合、生活習慣病などのリスクを増加させる事が指摘されている。睡眠障害の中でも、特に、閉塞型無呼吸症候群 (OSAS)、は臨床上頻度が多く、OSASの場合、日本では約200万人の患者がいると言われている。現在のところ、睡眠障害の確定診断のためには、一晚入院して、脳波、体位、眼球運動、心電などを測定する終夜睡眠ポリグラフ (PSG) 検査が行われる。しかしながら、一晚中、多くの測定用電極を体に装着する必要があるため、拘束感がある。

### 2. 研究の目的

OSASの代表的な特徴として、側に寝ている人が驚く位のいびき、呼吸が挙げられる。睡眠時に発生する音 (睡眠音) に含まれている、いびき、呼吸などには、OSASに関連する多くの情報が含まれているはずである。本研究では、PSG検査に代わる方法として、自動睡眠音検査システムの開発を行う事を目的とする。

### 3. 研究の方法

上記目的を達成するために、(1)睡眠音の音名化のための絶対音感モデルの構築、(2)呼吸音から睡眠状態を推定する技術の開発、(3)睡眠音データから、背景雑音に埋れた、呼吸音の自動検出技術の開発、(4)睡眠音の自動分類システムの開発、(5)睡眠音の特徴を基に、OSAS・単純いびき症を識別する技術の開発、(6)嚙下音検出に関する基礎検討を行ってきた。

### 4. 研究成果

睡眠障害診断を目指した自動睡眠音検査システムの開発を行うために、これまで以下の研究を行ってきた。

(1)睡眠音の音名化を行うために、聴覚モデルに基づく絶対音感モデルの提案を行なった。研究用音楽データベースを用いることにより、提案モデルの有効性を確認することができた。

(2)呼吸音から抽出された音響特徴量を基にして、覚醒・睡眠状態の判定が行えるかどうか調査、検討を行った。脳波情報と比較することにより、呼吸音を用いて、覚醒・睡眠状態の判定が行えることが示唆された。今後は、より多くの被験者に対して実験を行い、方法の有用性を確認していく。

(3)睡眠音から、背景雑音に埋もれた、小さな呼吸音を検出するために、ニューラルネットワークに基づく新たな方法を提案した。提案法と従来法との性能比較を行い、許容精度での検出ができることが示唆された。

(4)聴覚モデルから得られる特徴を基にして、睡眠音からいびきを自動抽出する方法を開発した。男性・女性の睡眠音データベースを基にして、本方法の有効性を確認することができた。更に、本方法と従来法との性能比較を行い、本方法に優位性があることが確認された。

(5)OSAS診断を目指して、聴覚モデルに基づく自動睡眠音検査システムの開発を行った。男性・女性の睡眠音データベースを基に、本方法の有効性を検証した結果、OSAS診断システムとして

は、まだ課題が残るものの、OSASスクリーニングシステムとしては、有効性が確認された。

(6)非接触マイクロフォンと咽喉マイクを用いて、安静・仰臥位で嚙下の録音を行なった。その結果、咽喉マイクの録音データの嚙下区間を参照することにより、非接触マイクロフォンの録音データにも嚙下音が含まれることが確認された。この結果は、睡眠時における嚙下音の非接触検出の実現可能性を示唆している。

## 5 . 主な発表論文等

### 〔雑誌論文〕(計 2 件)

1. Takahiro Emoto, Udantha R. Abeyratne, Kawano Kenichiro, Okada Takuya, Osamu Jinnouchi and Kawata Ikuji, Detection of sleep breathing sound based on artificial neural network analysis, *Biomedical Signal Processing and Control*, Vol.41, 81-89, 2018. [査読有]
2. Ryo Nonaka, Takahiro Emoto, Udantha R. Abeyratne, Osamu Jinnouchi, Ikuji Kawata, Hiroki Ohnishi, Masatake Akutagawa, Shinsuke Konaka, Yohsuke Kinouchi, Automatic snore sound extraction from sleep sound recordings via auditory image modeling, *Biomedical Signal Processing and Control*, Vol.27, 7-14, 2016. [査読有]

### 〔学会発表〕(計 5 件)

1. 川邊 賢也、榎本 崇宏、Abeyratne R. Udantha、芥川 正武、川田 育二、陣内 自治：聴覚特性を考慮したいびき音解析による閉塞性睡眠時無呼吸症候群スクリーニングの検討、第40回日本生体医工学会中国四国支部大会講演抄録, 23, 2017年10月.
2. 川邊 賢也、榎本 崇宏、芥川 正武、Abeyratne R. Udantha、川田 育二、陣内 自治：聴覚モデルを用いたいびき音解析による OSAS スクリーニングの検討、生体医工学シンポジウム in 旭川, 2016年9月.
3. 岡田 卓也、榎本 崇宏、芥川 正武：非接触マイクロフォンを用いた呼吸音の音響特徴量による睡眠、覚醒判定の基礎検討、生体医工学シンポジウム in 旭川, 2016年9月.
4. 岡田卓也、榎本崇宏、芥川正武：非接触マイクロフォンを用いた呼吸音解析による睡眠、覚醒判定の基礎検討、電気学会産業応用部門大会2016, 2016年08月29日~2016年08月31日、群馬大学(群馬県前橋市)
5. 庄野 剛史、榎本 崇宏、芥川 正武、小中 信典、木内 陽介：絶対音感モデルによる採譜に関する基礎検討、日本音響学会2016春季研究発表会2016年03月09日~2016年03月11日桐蔭横浜大学(横浜市)

### 〔産業財産権〕

#### 出願状況(計1件)

1. 名称：生体音響抽出装置、生体音響解析装置、生体音響抽出プログラム及びコンピュータで読み取り可能な記録媒体並びに記録した機器  
発明者：榎本崇宏、芥川正武、野中亮、川野憲市郎、Udantha R. Abeyratne  
権利者：徳島大学、クイーンズランド大学  
種類：特許

番号：出願 2016-017572

出願年：2016年02月01日

国内外の別：国内

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。