

報道機関 各位

国立大学法人電気通信大学

## 全く新しいコンセプトの睡眠ステージ推定のアルゴリズムを構築 ～加速度センサのみで「睡眠リズム」の把握が可能に～

電気通信大学の高玉圭樹名誉教授（現 東京大学情報基盤センター学際情報科学研究部門 教授）と株式会社ブレインスリープ（本社：東京都千代田区、代表取締役：廣田 敦、以下「ブレインスリープ」）は昨年度、睡眠計測ツール「ブレインスリープ コイン」の睡眠ステージ推定精度向上を目的に共同研究を行い、「睡眠リズム」の把握が可能な全く新しいコンセプトの睡眠ステージ推定アルゴリズムを新たに構築しました。

### ■ 背景

睡眠は、健康と幸福に重要な生理現象の 1 つです。睡眠に対する悩みや熟睡感などは主観による評価に留まることが多く、客観的な睡眠データと乖離していることもあるため、本来であれば主訴と客観的な睡眠データ両面から睡眠の質を把握することが重要となります。

従来の睡眠の質を測定する方法は、専門家が手動で評価するポリソムノグラフィー（PSG）検査と呼ばれる方法でしたが、この方法は多くの電極を頭や顔に装着するため、身体的・精神的に大きな負担がかかります。

最近では、AIやIT技術の進展により、日常生活で負担なく使用できるセンサを用いた睡眠測定方法が注目され、その中でも、加速度計を用いた方法は、特別な環境を必要としないため、多くの研究で使用されています。しかし、加速度計を用いた従来の方法では、睡眠の質を正確に測定する方法は確立されておらず、精度も不明瞭です。特に、加速度計を用いた多くの睡眠ステージ推定アルゴリズムは、心拍データを用いないため、REM 睡眠や深い睡眠の判定が困難です。

ブレインスリープは、ブレインスリープ社が自宅で簡易的に睡眠を計測できるツールとして、睡眠計測アプリケーション「ブレインスリープ コイン(アプリ)」および睡眠計測デバイス「ブレインスリープ コイン(デバイス)」を開発・販売しており、このたび、本学と「ブレインスリープ コイン」の睡眠ステージ推定の更なる精度向上を目的に共同研究を行いました。この中で腰に装着した加速度センサを使い、身体の動きと人の睡眠中の生体リズムに基づいて睡眠の質を測定する新しい方法を確立しました。これは、従来の睡眠ステージ推定の方法とは一線を画す、全く異なる新しいコンセプトに基づく方法です。

### ■ 研究概要と成果

● 加速度センサで取得される身体の動き（体動）パターンと睡眠段階（覚醒、REM 睡眠、Non-REM 睡眠ステージ 1-2、（以下「NREM12」） Non-REM 睡眠ステージ 3（以下「NREM3」））との関連性の発見とそれに基づく睡眠ステージ推定アルゴリズムを構築し、その有効性を検証しました。

● 具体的には、20～50 代の 35 名の被験者に対して、ブレインスリープコイン（デバイス）を装着した状態で PSG 検査を実施しデータを収集して分析をしました。腰に装着したブレインスリープコイン（デバイス）から取得できる「体動の発生頻度」と「人の睡眠中の生体リズムの 1 つであるウルトラディアンリズム」に相関があることに着目し、身体の動きからウル

トラディショナルリズムを推定することに成功しました。そして、推定したリズムに基づいて、体動だけでは推定が難しい、REM睡眠や NREM3 も推定可能なアルゴリズムを開発しました。

● NREM3 の推定精度に着目すると、従来の機械学習モデルよりも高い精度で推定できることが実験で確認されました。具体的には、適合率（NREM3 と推定した箇所が正しい割合）が 27%改善し、再現率（NREM3 である箇所を推定できた割合）が 24%改善しました。これにより、従来のブレインスリープコインの睡眠ステージ判定アルゴリズムと比較して、全体の一致率が 26%改善しました。

● 図は PSG 検査による睡眠ステージと新アルゴリズムによる睡眠ステージ推定結果の比較図となります。縦軸は睡眠ステージを表し、横軸は時間を表します。また、青色の線は PSG 検査より得られた正解の睡眠ステージ、橙色の線はアルゴリズムが推定した睡眠ステージを表します。丸印は NREM3 の箇所を正しく推定できている箇所を表し、バツ印は誤推定した箇所を表すものです。新アルゴリズムでは誤推定が大幅に軽減し、かつ睡眠リズムを捉えることに成功しております。

### PSGによる睡眠ステージと新アルゴリズムによる推定の比較



● 本共同研究により、より簡便で正確な睡眠モニタリングが可能になりました。これにより、多くの方が自分の睡眠状態を把握し、より良い睡眠を得るための一助となることが期待されます。なお、本研究内容については以下の通り発表しています。

論文雑誌名 : AAAI Spring Symposium Series (SSS-24)

タイトル : NREM3 Sleep Stage Estimation Based on Accelerometer by Body Movement Count and Biological Rhythms

著者 : Daiki Shintani, Iko Nakari, Satomi Washizaki, Keiki Takadama

DOI : <https://doi.org/10.1609/aaais.v3i1.31246>

論文雑誌名 : The Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC) 2024

タイトル : REM Estimation Based on Accelerometer by Excluding Other Stages and Two-Scale Smoothing

著者 : Daiki Shintani, Iko Nakari, Satomi Washizaki, Keiki Takadama

### ■ 睡眠計測ツール「ブレインスリープ コイン」とは

睡眠研究により蓄積されたデータを元に開発した独自の計測アルゴリズムを搭載した、睡眠を価値にする睡眠計測ツール。人の動きに合わせたよりパーソナルな分析が可能。睡眠習慣の改善から、眠りのスコアがコインに変わる好循環サイクルを提案することで睡眠の質向上をサポートします。

## ■ 高玉名誉教授コメント

睡眠計測では、睡眠ステージの推定精度に注意が向けられがちですが、健康の観点では深い睡眠と浅い睡眠が交互に表れる睡眠リズムを把握できる方が大事です。このようなリズムをノイズを多く含む加速度センサのみからより正確に推定することはチャレンジングな課題ですが、REM 睡眠(浅い睡眠に相当)と NREM3(深い睡眠に相当) の推定向上により、全体的な精度だけでなく、睡眠のリズムを把握しやすくなりました。

### 【連絡先】

<研究内容に関すること>

電気通信大学産学官連携センター

TEL : 042-443-5871 Fax : 042-443-5726

E-Mail : jimmu@sangaku.uec.ac.jp

<報道に関すること>

電気通信大学総務部総務企画課広報係

TEL : 042-443-5019 Fax : 042-443-5887

E-Mail : kouhou-k@office.uec.ac.jp