

# クッション型ロボットによる呼吸誘導を用いた 入眠促進装置の提案

Proposal of sleep promotion device using breathing guidance by cushion robot

浦部 裕行<sup>1</sup> 木場 晏也<sup>2</sup> 大須賀 美恵子<sup>1</sup>

Hiroyuki URABE<sup>1</sup>, Haruya KOBA<sup>2</sup>, and Mieko OHSUGA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>大阪工業大学 ロボティクス&デザイン工学部

<sup>1</sup> Faculty of Robotics and Design, Osaka Institute of Technology

<sup>2</sup>大阪工業大学大学院 ロボティクス&デザイン工学研究科

<sup>2</sup> Graduate School of Robotics and Design, Osaka Institute of Technology

**Abstract:** 睡眠不足の一因となる寝つきの悪さの原因には生活リズムの乱れや就床直前までのメディア視聴などがあり、この問題はリモート授業・勤務の増加でさらに深刻になっている。そこで、日常的に就寝時に手軽に利用できる入眠促進装置を提案する。ユーザの呼吸をスマートフォン内蔵加速度センサで計測し、市販のクッション型ロボット(Qoobo)のしっぽの動きで呼吸周期に応じた刺激を与えゆっくりとした呼吸に誘導するものである。試作装置の使用・非使用で入眠潜時を比較し効果を検証している。

## 1. はじめに

日本人の平均睡眠時間は年々減少している[1]。睡眠不足の要因は様々だが、寝つきの悪さも一因として挙げられる。寝つきの悪さは睡眠時間を減少させるだけでなく、不眠症の発症や概日リズム睡眠障害の発症などの問題を引き起こす可能性がある。20歳以上の男性で11%、女性で16% [1]、小学校5年生から高校3年生までの各年代においても1割以上[2]が寝つきの悪さを感じている。コロナ禍によるストレスの増加や運動不足が相まり、睡眠不足は年代によらずさらに深刻なものになっている。就寝前にスマートフォン操作をすることも寝つきを悪化させる原因となっている。そこで、就寝前に目を閉じてリラックスさせ寝つきを助ける入眠促進装置を開発することとした。

## 2. 既存研究

入眠促進には様々な手法が用いられている。一定の低周波加振動を人体に与えることで寝つきの促進を示した研究[3]や、心拍に応じた周期の音を流すことで入眠潜時を短縮させた研究[4]などがある。一方で、リラックスと入眠については、副交感神経系が優位になる働きかけが入眠への条件であるといった研究[5]がある。リラックス手法としては呼吸を用いるものが多い。我々の研究室でも、個人の呼吸に合

わせ呼吸周期を誘導する(以下:呼吸誘導)ことで、リラックス効果が見られたという研究[6]がある。

そこで、本研究ではリラックスを助けて寝つきを改善させる装置に呼吸誘導の仕組みを取り入れることにした。

## 3. 装置開発

### 3.1 機能構成と使用機器選定

呼吸誘導には、呼吸の測定と呼吸に合わせた刺激が必要である。本研究では、呼吸の測定にはスマートフォンを、与える刺激にはクッション型ロボットのQoobo(YUKAI Engineering社)を使用した。装置は下記1)~3)の機能から成る。

- 1) スマートフォン(あるいはタブレット)を用いた呼吸測定
  - 2) 呼吸周期の推定と誘導周期の決定
  - 3) Qooboのしっぽを駆動するモーターへの動作指令
- 呼吸計測方法は入眠時に邪魔にならないことと、多くのユーザが保有している機器を流用できること、この目的で使うことによりスマートフォンの使用を制限することができることから選定した。Qooboを用いることにしたのは、抱き心地がよくセラピー効果が報告されていること[7]と、しっぽで軽くたたく刺激が眠気をもたらす可能性が示されていること[8]からである。

## 3.2 呼吸測定と動作確認

スマートフォン（あるいはタブレット）を腹上に保持し、呼吸による腹部の動きに伴う傾き変化を重力加速度の分力変化として検出する。MATLAB mobile を用いてスマートフォン内蔵加速度センサの出力を取得し、波形を解析して周期を推定する。腹囲の長さの変化で呼吸を測定するセンサを組み込んだシャツ(HEXOSKIN, キッセイコムテック社)を着用して同時計測し波形の一致を確認した。

## 3.3 呼吸誘導の実装と動作確認

誘導周期の決定とモーター駆動の制御は Arduino を用いて行う。Qoobo 内部のモーターを動かしてしっぽを動かして刺激を与える。MATLAB mobile で推定した呼吸周期を Bluetooth で Arduino に送信し、刺激を与える周期を決定する。推定呼吸周期が目標周期になるまで誘導周期を少しずつ長くし、呼吸周期が誘導周期よりも短くなり差が大きくなると誘導周期を呼吸周期に合わせてというアルゴリズムを実装し、著者が被測定者となり動作確認を行った。

図 1 左にタブレット (iPad) で計測した呼吸波形と誘導 (しっぽ刺激) のタイミング (▲) を示す。図 1 右に呼吸周期 (青) と誘導周期 (オレンジ) の比較を示す。これらより呼吸周期に応じて誘導周期が変化して呼吸周期が徐々に長くなっていること、呼吸周期が短くなりすぎるとリセットされていることがわかる。

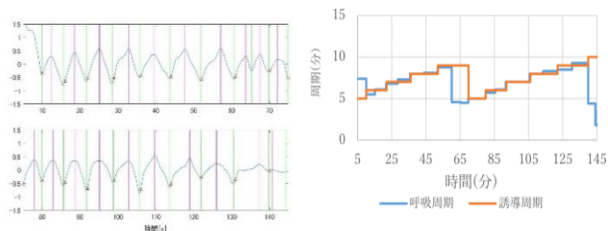


図 1：呼吸誘導の動作確認（説明は本文）

## 4. 評価実験

### 4.1 実験方法

50代男性1名を対象として、対象者の自宅で4日に渡り装置を抱いて入眠してもらった。呼吸は4日も計測したが、呼吸誘導は1日目と3日目のみに行った。呼吸誘導をした3日目のQooboのしっぽの動きを図2に示す。

入眠潜時の測定には Sleep Tracking Mat(Withings社)を用いた。



図 2：Qoobo のしっぽの動き

## 4.2 実験結果

4日間の入眠潜時を比較すると呼吸誘導有りの日の方が短くなっていた(図3青)。呼吸誘導有の日(3日目)の入眠までの呼吸周期を図4に示す。この図より呼吸誘導が機能していることが読み取れる。

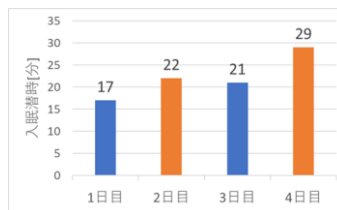


図 3：睡眠潜時の比較

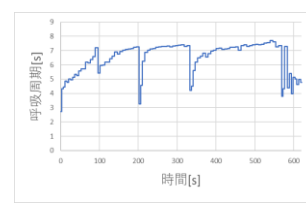


図 4：装置使用日の呼吸周期変化

## 5. おわりに

装置の抱き心地は良く呼吸誘導もされたが、モーターの音が気になるという指摘を受けた。今後、実験参加者数を増やして効果検証を行う予定である。

## 参考文献

- [1] 厚生労働省：国民健康・栄養調査(平成 27 年)
- [2] 文部科学省：睡眠を中心とした生活習慣と子供の自立等との関係性に関する調査の結果, (平成 26 年)
- [3] 北堂真子ら：低加速度全身振動が入眠に及ぼす影響 電車の固有振動と 1/f ゆらぎ特性を応用した振動による入眠促進効果, 人間工学, 35(4), 229-239, (1999)
- [4] 高玉圭樹ら：快眠を導く音とは— 心拍・呼吸に連動した音の睡眠への影響—, 人工知能, 31.3, (2016)
- [5] 小坂橋喜久代ら：リラクゼーションによる睡眠への援助—入院中の患者を対象として—, 埼玉県立衛生短大紀要, 20, 81-89, (1995)
- [6] 浦谷裕樹, 大須賀美恵子:エアバッグを用いた子ども向けの呼吸誘導ぬいぐるみの開発, 人間工学, 51(6), 428-434, (2015)
- [7] 尾林和子ら:コミュニケーションロボット「Qoobo」導入が被介護者の QOL に及ぼす効果中間報告, 1-14, (2019)
- [8] 張雅沢, 米澤朋子: 視覚・触覚提示による接触存在感を用いた高齢者睡眠支援エージェントの効果. 2020 年度 情報処理学会関西支部 支部大会 講演論文集, (2020)