

# 就寝時の「快眠音」が 不眠症疑いの労働者への睡眠潜時に与える影響

ナカダ シバタ エイジ カドタニ ヒロシ  
中田 ゆかり\*1 柴田 英治\*2 角谷 寛\*3

**目的** 本研究の目的は、不眠症の疑いのある労働者が就寝時に「快眠音」を聞くことにより、睡眠潜時（寝つくまでの時間）が短縮するのかを検証することである。

**方法** 研究デザインは、個々の研究対象者が「介入群（快眠音）」と「対照群（無音）」をもつランダム化比較試験とした。快眠音システムは音源内蔵スピーカー（ヤマハ社製ISX-80）とベッドマット下生体センサー（EMFIT社製EMFIT-QS）を用いた。日本企業4社の従業員1,185名を対象として事前にアテネ不眠尺度を用いてスクリーニングを行い、531名より回答を得た。不眠症の疑いのある6点以上の162名を抽出し、研究同意・データが得られた42名を対象に分析を行った。データ収集方法は、対象者が自宅に設置した快眠音システムを用いて就寝時にランダムに「快眠音」と「無音」を聞き、それぞれ平日5晩ずつ計10晩の睡眠潜時、睡眠時間、睡眠効率のデータを収集した。睡眠潜時のデータを主要評価項目とし、同様に睡眠時間および睡眠効率のデータを副次評価項目とした。分析方法は、「快眠音」と「無音」での対応のあるt検定を行った。

**結果** 睡眠潜時、睡眠時間、睡眠効率すべての評価項目において「快眠音」と「無音」で有意な差は認められなかった。

**結論** 「快眠音」は不眠症の疑いのある労働者に対する睡眠潜時の短縮効果は得られなかった。

**キーワード** 快眠、音、睡眠、労働者

## I はじめに

睡眠は生物にとって非常に重要な生理学的状態である。睡眠の機能は、代謝老廃物の除去、神経成熟、学習、記憶統合、回復過程、脳と体全体の修復と成長などがある<sup>1)2)</sup>。

アメリカの国立睡眠財団<sup>3)</sup>によると、成人の推奨睡眠時間は7-9時間とされている。しかし、平成30年国民健康・栄養調査<sup>4)</sup>によると、1日の平均睡眠時間が6時間未満の割合は、男性36.1%、女性39.6%となっており、男性では30-50歳代、女性では40-50歳代で40%を超え

ている。さらに、50歳代では5時間未満の睡眠時間の割合は男性女性共に11~12%と深刻な睡眠不足となっている。また、「睡眠で休養が十分にとれていない」者の割合は21.7%であり、特に30歳代では33.4%と最も高く、働く世代の睡眠障害が深刻である。

短時間睡眠は、日中の眠気<sup>5)6)</sup>、疲労<sup>6)</sup>、頭痛<sup>7)8)</sup>、うつ病<sup>9)</sup>などの身体的および精神的症状を示すだけでなく、メタボリックシンドローム<sup>10)</sup>のリスクを高めることは先行研究より明らかである。

睡眠時間だけでなく、睡眠の質が悪いと、認

\*1 金沢医科大学看護学部准教授 \*2 四日市看護医療大学学長

\*3 滋賀医科大学医学部精神医学講座特任教授

知機能<sup>11)</sup>に影響を及ぼし、仕事の効率<sup>12)</sup>を低下させ、交通事故（公共交通事故を含む）<sup>13)</sup>を増加させる可能性があり、それが深刻な社会的損失の原因となる可能性がある。睡眠は労働生産性にも大きく影響しており<sup>14)15)</sup>、Itaniら<sup>16)</sup>は工場労働者に対し労働災害と睡眠関連パラメータとの関連を調査し、労働災害の発生とPSQIスコア（The Japanese version of the Pittsburgh Sleep Quality Index：ピッツバーグ睡眠質問票日本語版）の間に有意な関連性が検出されたとの報告がある。近年では睡眠と社員の健康に配慮した会社経営との関連についても報告されている<sup>17)</sup>。そのため、産業保健での睡眠の位置づけは大きい。

さらに、睡眠に影響する環境因子の1つに騒音がある。音環境については、45dbL以上の音量は睡眠の質に悪影響を及ぼすことが報告されている<sup>18)</sup>。また、騒音は睡眠潜時（「寝つくまでの時間」のこと）を長くし、睡眠中であっても、ノンレム睡眠を低下させ、結果的に睡眠効率を低下させることが報告されている<sup>18)-20)</sup>。また、うるさいと感じるBGMの暴露により、BGMのない状態と比べて有意に心拍数が増加することが報告されている<sup>21)</sup>。しかし、心地よい音が睡眠の質に効果があるという研究はほとんど見当たらない。

今後ますますわが国の近代化、多様化は進み、夜間の不要な音や騒音、過度な光が増え、睡眠障害はさらに深刻化していくと予想される。

Morishimaら<sup>22)</sup>によると「快眠音システム」により自然音や鐘や鈴の音を呼吸や心拍に合わせて変動させる音を再生することで、睡眠潜時の短縮が図れたと報告されている。しかし、実際に自宅での使用での効果や労働者を対象にした研究は行われていない。そこで、本研究では不眠症の疑いのある労働者が就寝時にそのシステムを用いて「快眠音」を聞くことで、睡眠潜時が短縮するのかを検証したので報告する。

## Ⅱ 方 法

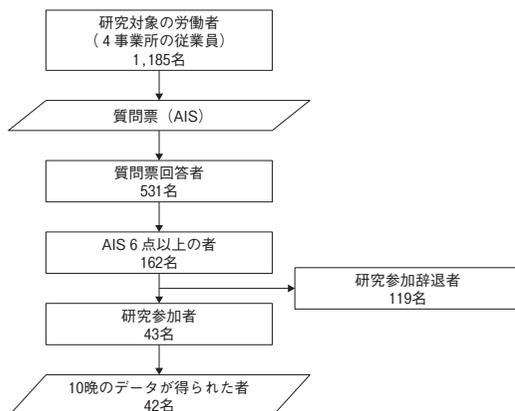
### (1) 研究デザイン

個々の研究対象者が「介入群（快眠音）」と「対照群（無音）」をもつランダム化比較試験とした。

### (2) 研究対象者（図1）

本研究の対象企業は、日本の4事業所〔電子機器製造業1社（A社）、寝具製造業1社（B社）、医薬品製造業1社（C社）、電気機械製造業1社（D社）〕であった。2018年4月1日現在、4社に在籍する従業員1,185名（A社87名、B社80名、C社270名、D社748名）を対象として事前にアテネ不眠尺度（Athens Insomnia Scale：以下、AIS）を用いてスクリーニングを行い531名（回答率44.8%）より回答を得た（図2）。そのうち、ヤマハ製品を使用しているため、ヤマハ社員とその家族、すでに睡眠障害を有している者、同じベッドまたは部屋で他の人と一緒に寝る人は除外した。AISは、世界保健機関（WHO）が中心になって設立した、「睡眠と健康に関する世界プロジェクト」が作成した世界共通の不眠症の判定法である。8つの質問（0-3点）に対する回答を最大24点で数値化し、不眠度を測定する。6点以上が不眠症の疑いがあるとされている。AISのカットオフポイントを6点とし、6点以上となった162名に対し、本研究の主旨を伝え、同意が得られた43名（男性32名、女性11名：平均年齢39.1±1.6歳）を研究対象者とした。研究対象者の内訳は、A社6名（男性2名、女性4名）、B社

図1 研究対象者



5名（男性3名，女性2名），C社2名（女性2名），D社30名（男性27名，女性3名）であった。また，全員日勤勤務者であった。

### (3) 快眠音システム

#### 1) 快眠音について

本研究で使用した「快眠音」についてMorishimaら<sup>22)</sup>の研究で次のように発表している。

快眠音は，自然の海の波などの呼吸周期に近い音波形をあらかじめメモリに保存し，それを受信した個人の呼吸信号よりも少しテンポを遅くして再生する。このシステムは， $1/f$ 変動を使用し，個人の生体情報を使用して，リアルタイムで音を最適化し，限りなく自然な音を組み合わせることができるため，ゆったりとした快眠音を生み出すことができる。この快眠音が個人の心拍と呼吸を同期させ，穏やかな気持ちにさせ，自然な睡眠を促進する。

#### 2) 快眠音システム機器（図3）

快眠音システムは，音源内蔵スピーカーとベッドマット下生体センサーを用いて実施した。音源内蔵スピーカーは，ヤマハ社製ISX-80を使用した。ベッドマット下生体センサーはフィンランドEMFIT社製睡眠センサーEMFIT-QSを使用した（Emfit Inc., VAAJAKOSKI, FINLAND）。本センサーは多数の発表された研究により，睡眠潜時，持続時間，タイミングの検出における有効性と正確性が実証されている<sup>23)~25)</sup>。本センサーは，布団またはマットレスの下に圧電シートを設置し，生体表面に発生した微小な振動を検知し，信号処理を施すことで生体情報（脈拍，呼吸，体動）を簡便に測定する装置である。快眠音システムでは，就寝時に快眠音システムをスタートすることで，本人の呼吸や心拍のリズムに合わせた寝心地の良い音を作り，入眠するまで「快眠音」または「無音」が流れ，生体情報により本生体センサーが入眠したと判定すると自動的に消音設定されている。

#### 3) 本調査方法

本研究は，日常の就寝環境とほぼ変わらないように研究対象者の自宅で行った。就寝時刻や

図2 アテネ不眠尺度回答者全員の得点分布図（n=531）

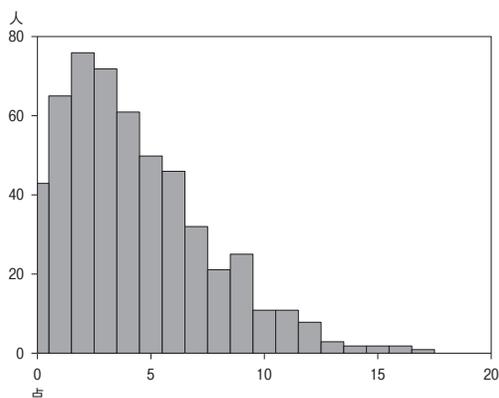
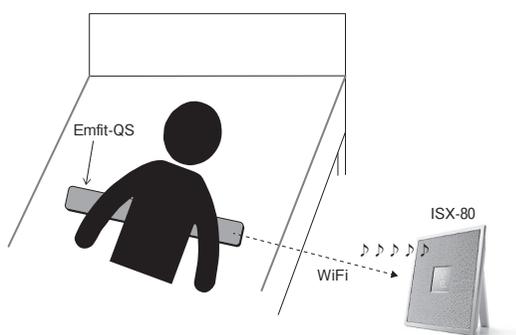


図3 快眠音システム設置イメージ



起床時刻，室温など就床環境についての指示はしなかった。快眠音システムは対象者自身が設置を行った。機器の設置手順や音量設定方法については，ヤマハ社が作成したマニュアルを基に研究者がより詳細にマニュアルを作成し，快眠音システムの機器発送時に同梱した。聴力や本スピーカー設置場所など一人ひとりの就寝環境の違いを考慮し，睡眠を妨げない40dB SPLを下回る値になるように研究対象者本人に本スピーカーの音量設定を依頼した。また，設定した音量が40dB SPLを下回っているか確認できるよう機器送付時に騒音計も同梱した。設置が困難な場合は，研究者に夜間でも問い合わせできるように配慮した。

#### (4) データ収集および分析方法

実施時期は暑さ・寒さでの睡眠環境が妨げられやすい夏と冬を避け，2018年4～5月，10～

11月とした。実施場所は日常の就寝環境とほぼ変わらないように、研究対象者の自宅で実施した。

本研究では、本人の呼吸や心拍のリズムに合わせた寝心地の良い音である「快眠音」と音が出ない「無音」の2種類でそれぞれランダムに5晩ずつ流れるようシステム設定した。起床時が平日（例えば、日曜日の就寝時から月曜日の起床時までを1晩とする）となるよう、一人につき10晩のデータ収集を依頼した。

本快眠音システムでは、眠っていない状態が「0」、眠っている状態が「1」と表記される。睡眠評価項目の定義は以下のとおりである。

睡眠潜時：「寝つくまでの時間」のこと。消灯あるいは就床時刻から睡眠開始までの時刻とする。本研究では、就寝時刻から「1」と表記するまでの「0」の合計（分）とした。

睡眠時間：ベッドまたは布団での総時間から睡眠として記録された総合計（分）とする。本研究では、「1」と感知されていた合計（分）とした。

睡眠効率：就床時間に対する睡眠時間の割合とする。本研究では、就寝時から起床時までの時間（分）を分母とし、眠っている状態とされる「1」の合計を分子とした割合に100を乗じた値とした。

データ収集項目は、睡眠潜時を主要評価項目とし、睡眠時間、睡眠効率を副次評価項目とした。実験に対する緊張感を考慮し、各解析対象者の「無音」と「快眠音」それぞれ5晩めの睡眠潜時、睡眠時間、睡眠効率について対応のあるt検定を用いて比較検討を行った。すべての有意水準は5%とした。統計処理にはIBM SPSS Statistics Version 25.0を使用した。

(5) 倫理的配慮

本研究は、金沢医科大学倫理審査委員会の承認（承認年月日：2017年11月8日、承認番号：I217）を得て行った。各協力企業の担当者には、

図4 分析対象者のアテネ不眠尺度得点分布図 (n=42)

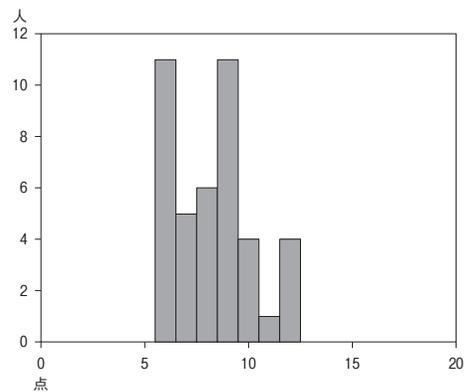


表1 快眠音と無音での結果比較 (n=42)

	快眠音 平均値	無音 平均値	p 値	標準 誤差	95%信頼区間	
睡眠潜時 (分)	18.2	19.0	0.730	2.1	-3.5	4.9
睡眠時間 (分)	332.1	337.3	0.243	4.3	-3.6	13.9
睡眠効率 (%)	91.2	90.3	0.175	0.6	-2.1	0.4

注 対応のあるt検定

本研究の主旨および目的を説明し、個人情報保護について担保することを保証したうえで研究実施の了承を得た。さらに、研究対象者には、研究目的、調査内容、研究への協力は任意であり、協力の可否や結果のいかんにより個人が不利益な対応を受けることがないこと、個人が特定されることは決してないこと、秘密厳守などについて文書を用いて説明を行った。その上で、調査への参加に文書で同意を得た者を研究対象とした。取得した個人情報は、連結可能匿名化したうえでパスワードをかけて外付け記憶媒体に保存した。個人識別のための対応表は、鍵のかかるキャビネット内に保管した。

本研究はUMIN-CTRにも登録済みである (UMIN000028270)。

Ⅲ 結 果

「快眠音」と「無音」それぞれ5晩ずつ計10晩のデータが得られた42名（男性31名、女性11名 平均年齢39.2±10.5歳）を分析対象とした。内訳は、A社6名（男性2名、女性4名）、B社4名（男性2名、女性2名）、C社2名（女

性2名), D社30名(男性27名, 女性3名)であった。分析対象者42名の研究参加前のアテネ不眠尺度得点の分布は, 図4のとおりであった。

「快眠音」と「無音」の5晩ずつのデータ平均値は, 「快眠音」では睡眠潜時 $18.2 \pm 11.7$ 分, 睡眠時間 $332.1 \pm 62.8$ 分, 睡眠効率 $91.2 \pm 6.2\%$ , 「無音」では睡眠潜時 $19.0 \pm 13.2$ 分, 睡眠時間 $337.3 \pm 61.9$ 分, 睡眠効率 $90.3 \pm 6.1\%$ であり, 有意な差は認められなかった(睡眠潜時:  $p = 0.730$ , 睡眠時間:  $p = 0.243$ , 睡眠効率:  $p = 0.175$ ) (表1)。

## IV 考 察

本研究の目的は, 不眠症の疑いのある労働者が就寝時に「快眠音」を聞くことで, 睡眠潜時が短縮するのかを検証することであった。その結果, 「快眠音」と「無音」において有意な差は認められなかった。

### (1) 対象者について

4社とも製造を業種とする従業員であった。内訳は, 男性A社6名(14.3%), B社4名(9.5%), C社2名(4.8%), D社30名(71.4%)であり, D社の従業員が約7割を占めていた。したがって, D社の従業員の結果が本研究の結果に影響を及ぼしていた可能性は否定できない。

本研究の分析対象者の平均年齢は, 男性 $38.6 \pm 10.4$ 歳, 女性 $40.9 \pm 11.2$ 歳, 全体で $39.2 \pm 10.5$ 歳であった。令和元年賃金構造基本統計調査<sup>26)</sup>によると, 製造業での平均年齢は男性42.8歳, 女性42.6歳となっており, 本研究の分析対象者はやや若い集団であったと考えられる。

本研究の分析対象者の性別人数は, 男性31名(73.8%), 女性11名(26.2%)となっていた。2019年の総務省の労働力調査<sup>27)</sup>によると, 正規の職員では男性2342万人(66.9%), 女性1161万人(33.1%)となっており, 本研究の分析対象者はやや男性の比率の高い集団であったと考えられる。

また, 平成28年の総務省の社会生活基本調

査<sup>28)</sup>によると, 有業者の平均睡眠時間は443分となっており, 本研究対象者のそれは約340分と約100分短かった。これは, AISによる得点が6点以上の不眠症が疑われる対象者であったことや主観的なアンケートと機器による睡眠判定との差異が生じた結果ではないかと考える。

### (2) 快眠音システムについて

本研究では分析対象者42名において, 不眠症の疑いのある労働者が就寝時に「快眠音」を聞くことで睡眠潜時が短縮するのかを検証を行った。本研究で使用した「快眠音」は生体センサーを用いて, 本人の呼吸や心拍のリズムに合わせた寝心地の良い音を作るためのヤマハ株式会社が開発したシステムを使用した。本研究では, 「快眠音」と「無音」での睡眠潜時, 睡眠時間, 睡眠効率を比較したが, 「快眠音」による有意な結果は得られなかった。これは, 対象者の就床時の環境として, 「無音」での入眠が最も好ましかった対象者が存在した可能性や個々の対象者にとって入眠しやすい好みの音は「快眠音」以外の音であった可能性がある。そのため, 今後は音の種類が選択できるなどのシステム改善が必要と考えられる。また, 本研究では音量は睡眠を妨げない40dB SPLを下回る値になるように研究対象者本人に本スピーカーの音量設定を依頼したが, 正確に40dB SPLを下回っていたかの確認が取れていないため, 40dB SPLを超えていた可能性も否定できない。対象者ごとに聴力は違うため, 今後は個人の聴力も考慮したうえでの音量設定についても考えていく必要がある。また, 心身の健康度向上のため, 不眠症のない対象者の睡眠の質をより良くするための開発も必要ではないかと考える。

### (3) 快眠音システムの設置および就寝環境について

本研究は, より日常の睡眠に近い環境とするために研究対象者の自宅で行った。就寝時刻や起床時刻, 室温など就床環境についての指示や制限を行わなかった。そのため, 個々の就寝前に行う就寝のための行動や就寝環境などバイア

スが大きかった可能性がある。

騒音は睡眠を妨げる危険因子であると報告されている<sup>18)19)</sup>。睡眠中の騒音が40dB SPLを超えると、起床時に自律神経反応が活発になり、コルチゾールレベルが上昇するため、日中の過度の疲労、眠気、パフォーマンスの低下につながるともいわれている<sup>18)</sup>。分析対象者にとって、「快眠音」が騒音となっていた可能性は否定できない。そのため、今後は日中の疲労や眠気、パフォーマンスについても検討していく必要がある。

#### (4) 研究の限界

本研究の限界として、分析対象者が少なかったこと、男女での比較を行っていないこと、交代勤務者での比較を行っていないこと、4社の特性について検討できていないこと、研究協力者の自宅での実験であり、データ収集環境が一定でない可能性があること、音を用いているという実験の性質上、割り付けの隠蔽化はできないことが挙げられる。今後は先行研究との比較検討のほか、より健康度の高い労働者にも効果的な快眠音の開発のため検討を重ねる必要がある。

## V 結 語

本研究は、不眠症の疑いのある労働者が就寝時に「快眠音」を聞くことで、睡眠潜在時間が短縮できるかを検証することであった。その結果、「快眠音」と「無音」において有意な差は認められなかった。そのため、今後はさらなる音の改良等のシステム改善が必要と考えられる。

### 謝辞

研究に参加して下さったすべての皆様およびヤマハ株式会社に感謝いたします。また、本研究はJSPS科研費JP17K12524の助成を受けたものです。

本研究に関連して、著者らに開示すべき利益相反はございません。

## 文 献

- 1) Krueger JM, Obal JR. Sleep function. *Frontiers in bioscience : a journal and virtual library* 2003 ; 8 : d511-9.
- 2) Benington JH. Sleep homeostasis and the function of sleep. *Sleep* 2000 ; 23 : 959-66.
- 3) Hirshkowitz M, Whiton K, Albert SM, et al. National Sleep Foundation's updated sleep duration recommendations. *Sleep Health* 2015 ; 1 : 233-43.
- 4) 厚生労働省. 平成30年国民健康・栄養調査結果の概要. (<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000635990.pdf>) 2020.8.15.
- 5) Chaiard J, Deeluea J, Suksatit B, et al. Short sleep duration among Thai nurses : Influences on fatigue, daytime sleepiness, and occupational errors. *Journal of occupational health* 2018 ; 60 : 348-55.
- 6) Chami HA, Ghandour B, Isma'eel H, et al. Sleepless in Beirut : sleep duration and associated subjective sleep insufficiency, daytime fatigue, and sleep debt in an urban environment. *Sleep Breath* 2019 ; 1-11.
- 7) Song TJ, Yun CH, Cho SJ, et al. Short sleep duration and poor sleep quality among migraineurs : a population-based study. *Cephalalgia* 2018 ; 38 : 855-64.
- 8) Nagaya T, Hibino M, Kondo Y. Long working hours directly and indirectly (via short sleep duration) induce headache even in healthy white-collar men : cross-sectional and 1-year follow-up analyses. *International archives of occupational and environmental health* 2018 ; 91 : 67-75.
- 9) Zhai L, Zhang H, Zhang D. Sleep duration and depression among adults : A meta-analysis of prospective studies. *Depression and anxiety* 2015 ; 32 : 664-70.
- 10) Itani O, Kaneita Y, Tokiya M, et al. Short sleep duration, shift work, and actual days taken off work are predictive life-style risk factors for new-onset metabolic syndrome : a seven-year cohort study of 40,000 male workers. *Sleep medicine* 2017 ; 39 : 87-94.
- 11) Ferrie JE, Shipley MJ, Akbaraly TN, et al. Change

- in sleep duration and cognitive function : findings from the Whitehall II study. *Sleep* 2011 ; 34 : 565-73.
- 12) Mah CD, Kezirian EJ, Marcello BM, et al. Poor sleep quality and insufficient sleep of a collegiate student-athlete population. *Sleep health* 2018 ; 4 : 251-7.
- 13) Philip P, Chaufton C, Orriols L, et al. Complaints of poor sleep and risk of traffic accidents : a population-based case-control study. *PLoS one* 2014 ; 9 : e114102.
- 14) Takami M, Kadotani H, Nishikawa K, et al. Quality of life, depression, and productivity of city government employees in Japan : a comparison study using the Athens insomnia scale and insomnia severity index. *Sleep Science and Practice* 2018 ; 2 : 4.
- 15) Gibson M, Shrader J. Time use and labor productivity : The returns to sleep. *Review of Economics and Statistics* 2018 ; 100 : 783-98.
- 16) Itani O, Kaneita Y, Jike M, et al. Sleep-related factors associated with industrial accidents among factory workers and sleep hygiene education intervention. *Sleep and Biological Rhythms* 2018 ; 16 : 239-51.
- 17) 和田裕雄, 白濱龍太郎, 津田徹, 他. 職域における睡眠呼吸障害と健康経営. *産業衛生学雑誌* 2019 ; 61 : 89-94.
- 18) Muzet A. Environmental noise, sleep and health. *Sleep medicine reviews* 2007 ; 11 : 135-42.
- 19) Matsumoto Y, Uchimura N, Ishida T, et al. The relationship of sleep complaints risk factors with sleep phase, quality, and quantity in Japanese workers. *Sleep Biol Rhythms* 2017 ; 15 : 291-7.
- 20) Fietze I, Barthe C, Hölzl M, et al. The effect of room acoustics on the sleep quality of healthy sleepers. *Noise Health* 2016 ; 18 : 240-6.
- 21) Matsuo M, Masuda F, Sumi Y, et al. Background music dependent reduction of aversive perception and its relation to P3 amplitude reduction and increased heart rate. *Frontiers in human neuroscience* 2019 ; 13 : 184.
- 22) Morishima M, Sugino Y, Ueya Y, et al. Effects on Sleep by “Cradle Sound” Adjusted to Heartbeat and Respiration. In 2016 AAAI Spring Symposium Series. 2016. (<https://www.aaai.org/ocs/index.php/SSS/SSS16/paper/view/12736/11985>) 2019.8.15.
- 23) Kortelainen J M, Van Gils M, Juha Pääkkä. Multi-channel Bed Pressure Sensor for Sleep Monitoring. *Computing in Cardiology* 2012 ; 39 : 313-6.
- 24) Kortelainen JM, Mendez MO, Bianchi A M. et al. Sleep staging based on signals acquired through bed sensor. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine* 2010 ; 14(3) : 776-85.
- 25) Kelly J M, Strecker RE, Bianchi M T. Recent developments in home sleep-monitoring devices. *ISRN neurology* 2012 ; 2012.
- 26) 厚生労働省. 令和元年賃金構造基本統計調査. (<https://www.mhlw.go.jp/toukei/itiran/roudou/chingin/kouzou/z2019/dl/05.pdf>) 2019.8.15.
- 27) 総務省. 2019年労働力調査. (<http://www.stat.go.jp/data/roudou/sokuhou/nen/dt/pdf/index1.pdf>) 2020.8.15.
- 28) 総務省. 平成28年社会生活基本調査結果. (<https://www.stat.go.jp/data/shakai/2016/pdf/gaiyou2.pdf>) 2020.8.15.