

日常生活場面における徐波睡眠と気分の影響関係の検討 —ウェアラブル端末を用いた1週間の縦断調査より—

榎本 ことみ 早稲田大学 甲斐 七海 医療法人和楽会赤坂クリニック
高橋 徹 小口 真奈¹ 管 思清¹ 仁田 雄介¹ 熊野 宏昭 早稲田大学

The relationship of daily slow-wave sleep time and mood: A 1-week study using wearable devices

Kotomi ENOMOTO (*Waseda University*), **Nanami KAI** (*Akasaka Clinic, Warakukai Medical Corp*),
Toru TAKAHASHI, **Mana OGUCHI**, **Siquing GUAN**, **Yusuke NITTA**,
and **Hiroaki KUMANO** (*Waseda University*)

Sleep architecture of patients with mental disorders such as depression has short slow-wave sleep time (SWST) in the first half of sleep. However, studies have not yet investigated the causal relationship of reduced SWST and negative daytime moods. Additionally, most extant studies on the relationship between sleep architecture and daytime moods have been conducted in laboratories, and no existing studies have examined these relationships in the contexts of daily life. To address these research gaps, the present study measured the daily sleep architecture and daytime moods of its participants for 1-week to examine the relationship of SWST and the daytime moods. During the survey period, the participants (N = 21) wore wearable devices deriving sleep variables and answered questions on their daytime moods. The analysis by multilevel regression modeling revealed that the moods reported by the participants on the day did not significantly affect that night's SWST. On the contrary, SWST significantly influenced negative moods such as anger and sadness and positive moods like joy on the following day. These results suggest that the effects of SWST on the next day's moods are stronger than those of the moods on that night's SWST.

Key words: slow-wave sleep, mood, daily sampling

Waseda Journal of Clinical Psychology
2020, Vol. 20, No. 1, pp. 27 - 33

睡眠は、急速眼球運動が見られるレム睡眠と、それが見られないノンレム睡眠から構成されている(堀, 2008)。ノンレム睡眠はさらに4段階(睡眠段階1, 2, 3, 4)に分けられ、数字が大きいほど深い睡眠であるとされている。中でも睡眠段階3と4は、デルタ波と呼ばれる徐波が多く出現することから、合わせて徐波睡眠とも呼ばれている(堀, 2008)。徐波睡眠は、心身の疲労回復に関連し、エネルギーを蓄積する時間とされており、翌日の眠気の低下や、パフォーマンスの向上と関連が示されている(Dijk, 2010)。

健常者における睡眠構造においては、入眠後の3時間で一晩の徐波睡眠の約9割が出現するが(堀, 2008)、精神疾患患者においてはこの構造が乱れており、睡眠前半に出現する徐波睡眠の量が少ないことが指摘され

ている。たとえば、Hein et al. (2017) は、不眠症患者と健常者の睡眠内容を比較し、不眠症患者は特に睡眠の前半3分の1における徐波睡眠の出現が少なく、日中の抑うつ気分が高かったことを報告している。また、うつ病患者の睡眠構造では、健常者よりも入眠後の徐波睡眠の出現が少ないことが明らかになっている(Steiger & Pawlowski, 2019; Wichniak, Wierzbicka, & Jernajczyk, 2013)。さらに、全般性不安傾向の者は、健常者よりも徐波睡眠の出現が少ないことが示されている(Fuller, Waters, Binks, & Anderson, 1997)。

このように、徐波睡眠の減少をはじめとした睡眠構造の乱れと、日中のネガティブ気分の増加を中核症状とする精神疾患はともに生じることが多く、これまで、両者は相互に影響を及ぼし合っているとされてきた(Fang, Tu, Sheng, & Shao, 2019)。しかしながら、うつ病患者における睡眠構造の乱れは、日中の抑うつ気分が改善しても持続することが多い上、睡眠構造が乱れ

¹ 日本学術振興会特別研究員 (Research Fellow of Japan Society for the Promotion of Science)

たまの患者はうつ病の再発リスクも高いことが近年指摘されている (Palagini, Baglioni, Ciapparelli, & Gemignani, 2013)。したがって、日中のネガティブな気分が徐波睡眠に及ぼす影響よりも、徐波睡眠の減少が日中のネガティブな気分に及ぼす影響の方が大きい可能性があるが、それぞれの影響関係を検討した研究は見られない。

従来、睡眠段階を判定する標準的な検査法は、ポリソムノグラフィ (polysomnography: 以下、PSG とする) が用いられてきた。これは、脳波や筋電図、眼電図、心電図といった複数の生理指標を用いる方法であるが (堀, 2008)、同時に複数の生理指標を記録することによる身体拘束感が強く、大掛かりな機械を使用するために、自宅での計測は困難である。そのため、これまで睡眠構造を測定対象とした先行研究のほとんどが実験室において行われたものであり (e.g., Hein et al., 2017)、PSG による 1, 2 夜の睡眠データと、一時点の気分や最近の気分の傾向を測定対象としているものであった。しかしながら、このような横断的な実験デザインによる研究では、睡眠と気分についての継時的な関連を検討することはできない。また、実験室において睡眠を測定する方法では、睡眠環境の違いによって各睡眠段階の出現量が影響を受けるという指摘 (Kim & Dimsdale, 2007) があることから、日常的な睡眠構造を測定できないという点で、睡眠データの生態学的妥当性を担保できない可能性がある。したがって、身体拘束感が少なく、日常生活下で計測できる方法を用いて、睡眠データを収集する必要がある。

上記のような睡眠構造の測定における問題を解決するため、本研究では、睡眠時の体動と心拍データを用いて睡眠段階を判定する腕時計型ウェアラブル端末を用いる。この端末は手首に装着して使用するため、身体拘束感が PSG よりも少なく、日常生活下において継続的に睡眠段階を測定することが可能である。これにより、睡眠データの生態学的妥当性を高め、より現実場面に即した睡眠構造を測定できると考えられる。

以上より、本研究では、毎日の睡眠構造と気分を日常生活において継続的に測定し、入眠後の徐波睡眠と日中の気分における影響関係について検討することを目的とする。仮説は以下の通りである。

仮説 1: 日中のネガティブな気分が高いほど、その晩の入眠後の徐波睡眠時間が少なくなる。また、日中のポジティブな気分が高いほど、その晩の入眠後の徐波睡眠時間が多くなる。

仮説 2: 入眠後の徐波睡眠時間が少ないほど、翌日の日中のネガティブな気分が高くなる。また、入眠後の徐波睡眠時間が多いほど、翌日の日中のポジティブな気分が高くなる。

仮説 3: 日中の気分がその晩の徐波睡眠時間に与える

影響よりも、徐波睡眠時間が翌日の日中の気分に与える影響の方が大きい。

方 法

調査参加者 研究には、私立大学の健常な大学生・大学院生 21 名 (男性 6 名, 女性 15 名, 平均年齢 20.86 歳, $SD = 1.77$) が参加した。参加者には、調査参加時点で病気やけがをしていないこと、これまで精神科や心療内科に通院したことがないこと、調査参加時点あるいは調査直前に顕著な心理的苦痛や、過去 1ヶ月以内にトラウマティックな体験をしていないこと、過去に頭部に大きな怪我をしたことがないこと、調査参加時点で日常生活に支障をきたすほどの聴覚・視覚系の異常がないこと、過去に脳神経系の大きな病気がないこと、過去に聴覚系と視覚系に大きな病気や異常がないこと、調査参加時点で極度の疲労や睡眠不足を感じていないことを確認した。

倫理的配慮 本研究は「早稲田大学人を対象とする研究に関する倫理審査委員会」の承認を得て行われた (承認番号: 2018-104)。参加者には、研究の参加は任意であること、調査への不参加や中断などによる不利益は一切生じないこと、個人情報保護されることを口頭で説明し、書面による参加の同意を得た。

調査材料 (a) 感情・覚醒チェックリスト (Emotion and Arousal Checklist; EACL; 織田・高野・阿部・菊地, 2015): 基本感情と覚醒の測定が可能で、回答している時点の心理状態と過去一定期間の心理状態のどちらの測定にも対応した尺度である。感情 5 尺度 (恐怖, 怒り, 悲しみ, 嫌悪, 喜び), 覚醒 4 尺度 (エネルギー覚醒+, エネルギー覚醒-, 緊張覚醒+, 緊張覚醒-) からなり、計 33 項目である。回答の方法は 0 (全くあてはまらない) から 3 (非常にあてはまる) の 4 件法である。回答している時点の心理状態については多面的感情状態尺度短縮版 (寺崎・古賀・岸本, 1991)、過去一定期間の心理状態については、日本語版 POMS 短縮版 (横山, 2005) といった既存の質問紙との関連による妥当性が確認されている。本研究では、Google Form を用いて回答フォームを作成した。回答用 URL を記載したメールを 18 時に送信し、調査参加者には寝る前までに、朝起きてからその日 1 日の気分を回答するよう求めた。

(b) Fitbit によって測定される睡眠データ: Fitbit (Fitbit Inc.) は、3 軸加速度センサーと光学式心拍センサーにより、体動と心拍数を測定できる腕時計型のウェアラブル端末である (Fitbit Inc, 2020)。各睡眠段階における身体の動きや心拍変動の特徴を利用して開発された独自のアルゴリズムにより、測定された体動と心拍変動から睡眠状態を覚醒、レム睡眠、浅い睡眠 (睡

眠段階 1, 2), 深い睡眠(徐波睡眠)の4段階に判定する(Beattie et al., 2017)。PSGとFitbitによる睡眠段階の判定結果を比較した先行研究によれば、Fitbitによって測定された徐波睡眠はPSGとの一致率が約50%であったことが報告されており、(de Zambotti, Goldstone, Claudatos, Colrain, & Baker, 2018), 必ずしもPSGによる標準的な測定結果と一致するとは断言できない。しかしながらFitbitは、1週間の睡眠時間と睡眠衛生の関連を検討した研究(Peach, Gaultney, & Ruggiero, 2018)や、1年間の睡眠習慣と肥満度の関連を検討した研究(Xu et al., 2017)など、日常生活下での長期間の睡眠を測定対象とした研究において用いられており、日常生活におけるその他の変数との大まかな関連を見るのに必要な精度は備えていると考えられる。そのため、本研究においては、日常生活下での継続的な睡眠段階の測定を目的として使用するものとした。本研究では、Fitbit Ionicを使用した。なお、測定された睡眠データは、FitbitとスマートフォンをBluetoothで連携し、専用のFitbitアプリ(Fitbit Inc.)に同期することで取得できる。参加者には、入浴やアルバイトなどやむを得ない場合を除き、常にFitbitを装着するよう求めた。また、参加者のスマートフォンにFitbitアプリをインストールしてもらい、睡眠データを毎朝起床後にFitbitアプリに同期するよう依頼した。本研究では、特に睡眠前半における徐波睡眠の減少を睡眠構造の乱れとして捉えるため、入眠後3時間における徐波睡眠時間を算出し、分析対象とした。

手続き 調査初日、参加者に研究室に来室してもらい、参加者の同意を得た上で、参加者の性別および年齢を聴取した。次に、アプリを参加者のスマートフォンにインストールしてもらい、研究実施者が事前に作成したアカウントにログインするよう求めた。そして機器を渡し、1週間、入浴時やアルバイトなどやむを得ない場合を除いて常時装着することと、データを毎朝起床後に同期することを求めた。また、調査期間において毎日18時に送られるメールに記載されたURLから、その日1日の気分としてEACLを寝る前までに必ず回答するよう求めた。調査終了日、再び参加者に研究室に来室してもらい、機器の返却および、調査によって気分には不快感が残っていないかを確認した。

分析方法 参加者より、全部で143の睡眠データと、164の気分データが得られた。睡眠データについて、睡眠段階が測定できなかった1データ、睡眠時間が3時間未満であった4データを除外した。また、EACLへの回答に関して、本研究ではその日1日の気分を測定対象としていたため、記憶バイアスの影響を最小化するために、翌日の起床時間以降に回答された13データは除外した。また、睡眠データとその当日および翌日

のEACLへの回答がともに有効であったものを採用し、最終的に123の睡眠データと、150の気分データを分析対象とした。

次に、仮説の検証を行うため、変数間の影響関係を検討している先行研究(Cox, Sterba, Cole, Upender, & Olatunji, 2018)の解析方法に基づき、階層線形モデルによるマルチレベル分析を以下の通り実施した。なお、Cox et al. (2018)では、非標準化係数を算出しているが、本研究では徐波睡眠と気分の継時的な影響関係の大きさについて検討するため、標準化係数を算出した。

気分がその晩の徐波睡眠に与える影響を検討するため、当日に測定したEACLの各下位尺度(t)を説明変数、その晩に測定した入眠後3時間における徐波睡眠時間(t)を目的変数として、それぞれEACLの下位尺度ごとに個々のモデルを作成し、マルチレベル単回帰分析を行った。

また、徐波睡眠が翌日の気分と与える影響を検討するため、入眠後3時間における徐波睡眠時間(t)を説明変数、翌日に測定したEACLの各下位尺度($t+1$)を目的変数として、それぞれEACLの下位尺度ごとに個々のモデルを作成し、マルチレベル単回帰分析を行った。

なお、分析には統計解析ソフトHAD16.0(清水, 2016)を使用した。

結果

記述統計量

分析に使用した入眠後3時間の徐波睡眠時間、EACLの各下位尺度の得点について、平均値、標準偏差、最小値、最大値を算出した(Table 1)。その結果、「恐怖」、「怒り」、「悲しみ」において、床効果が見られた。

気分がその晩の入眠後3時間の徐波睡眠時間に与える影響

当日に測定したEACLの各下位尺度(t)を説明変数、その晩に測定した入眠後3時間における徐波睡眠時間(t)を目的変数として、マルチレベル単回帰分析を行った(Table 2)。その結果、EACLのいずれの下位尺度と徐波睡眠の間にも有意な関連は見られなかった。

入眠後3時間の徐波睡眠時間が翌日の気分と与える影響

入眠後3時間における徐波睡眠時間(t)を説明変数、翌日に測定したEACLの各下位尺度($t+1$)を目的変数として、マルチレベル単回帰分析を行った結果、徐波睡眠時間と「怒り」、「嫌悪」、「悲しみ」との間に有意な弱い負の関連が見られた(怒り: $\beta = -.172, p = .025$; 悲しみ: $\beta = -.138, p = .028$; 嫌悪: $\beta = -.204, p = .012$)。また、「喜び」および「エネルギー覚醒+」との間に有意な弱い正の関連が見られた(喜び: $\beta = .168, p = .028$; エネルギー覚醒+: $\beta = .193, p = .018$)。一方で、「恐怖」、「エネルギー覚醒-」、「緊張覚醒+」、「緊張覚醒-」との間には有意な関連は見られなかった(Table 3)。

Table 1
入眠後3時間における徐波睡眠時間とEACLの記述統計量

	平均値	標準偏差	最小値	最大値
徐波睡眠時間(分)	57.99	18.86	6.5	107.0
恐怖	2.04	2.29	0	11
怒り	2.61	2.82	0	10
悲しみ	2.60	2.87	0	12
嫌悪	2.90	2.92	0	12
喜び	5.55	2.68	0	12
エネルギー覚醒+	4.90	2.39	0	11
エネルギー覚醒-	2.84	2.05	0	9
緊張覚醒+	2.89	2.17	0	9
緊張覚醒-	4.25	1.93	0	8

Table 2
気分がその晩の入眠後3時間の徐波睡眠時間に与える影響

目的変数	説明変数	β	p
徐波睡眠時間 _t	恐怖 _t	-.092	.199
徐波睡眠時間 _t	怒り _t	.127	.091
徐波睡眠時間 _t	悲しみ _t	.078	.588
徐波睡眠時間 _t	嫌悪 _t	.102	.264
徐波睡眠時間 _t	喜び _t	.044	.700
徐波睡眠時間 _t	エネルギー覚醒+ _t	.030	.766
徐波睡眠時間 _t	エネルギー覚醒- _t	-.035	.804
徐波睡眠時間 _t	緊張覚醒+ _t	-.064	.506
徐波睡眠時間 _t	緊張覚醒- _t	-.039	.623

注) β = 標準化係数。

Table 3
入眠後3時間の徐波睡眠時間が翌日の気分に与える影響

目的変数	説明変数	β	p
恐怖 _{t+1}	徐波睡眠時間 _t	-.028	.493
怒り _{t+1}	徐波睡眠時間 _t	-.172	.025 *
悲しみ _{t+1}	徐波睡眠時間 _t	-.138	.028 *
嫌悪 _{t+1}	徐波睡眠時間 _t	-.204	.012 *
喜び _{t+1}	徐波睡眠時間 _t	.168	.028 *
エネルギー覚醒+ _{t+1}	徐波睡眠時間 _t	.193	.018 *
エネルギー覚醒- _{t+1}	徐波睡眠時間 _t	-.075	.276
緊張覚醒+ _{t+1}	徐波睡眠時間 _t	.034	.575
緊張覚醒- _{t+1}	徐波睡眠時間 _t	.089	.278

注) β = 標準化係数。

* $p < .05$.

考 察

本研究の目的は、日常生活に即して徐波睡眠と日中の気分を継続的に測定し、両者における影響関係について検討することであった。

最初に、当日に測定した気分を説明変数、その晩に測定した入眠後3時間における徐波睡眠時間を目的変数として、マルチレベル単回帰分析を行った。その結果、当日の気分との間には、いずれも有意な関連は見られなかった。したがって、当日の気分は、いずれもその晩における睡眠前半の徐波睡眠に影響を与えていないことが示唆され、仮説1は支持されなかった。

Vandekerckhove et al. (2011) は、就寝前にストレスを与えてネガティブな気分を喚起させることで、その晩の徐波睡眠が減少したことを報告しており、当日の気分が徐波睡眠に影響を与えている可能性が指摘されているが、本研究では、このような先行研究とは異なる結果が示された。その理由として、Vandekerckhove et al. (2011) は就寝直前の気分状態を対象としていた一方で、本研究ではその日1日の気分を対象としていたという違いが挙げられる。この知見をふまえると、徐波睡眠に特に影響を与えるのは就寝直前の気分であり、日中の気分はそれほど影響を与えないものと考えられる。

次に、入眠後3時間における徐波睡眠時間を説明変

数、翌日に測定した気分を目的変数としてマルチレベル単回帰分析を行った。その結果、徐波睡眠は「怒り」、「悲しみ」、「嫌悪」に有意な弱い負の影響を与え、「喜び」及び「エネルギー覚醒+」に有意な弱い正の影響を与えていることが示された。これより、徐波睡眠が少ない日の翌日は「怒り」、「悲しみ」、「嫌悪」といったネガティブな気分が高く、「喜び」や「エネルギー覚醒+」といったポジティブな気分が低い傾向があることが示唆され、仮説2は一部示唆された。

Finan, Quartana, & Smith (2015) は、睡眠前半を分断することで徐波睡眠を減少させ、日中の気分に変化が見られるかを検討している。その結果、徐波睡眠の減少と日中のポジティブ気分の減少が関連していたことが示されている。本研究におけるポジティブ気分の指標は「喜び」、「エネルギー覚醒+」、「緊張覚醒-」の3つであったが、徐波睡眠と「喜び」及び「エネルギー覚醒+」の間には正の関連が示された一方で、「緊張覚醒-」とは関連が示されなかった。このようなポジティブ気分の指標間で結果に差異が生じた要因として、各下位尺度が示す覚醒度の違いが関係していた可能性が挙げられる。EACLにおける「喜び」は「楽しい」、「さわやかな」といった項目、「エネルギー覚醒+」は「気力に満ちた」、「活動的な」といった項目で構成されており、高覚醒に関する指標である。一方で、「緊張覚

醒-」は、「ゆつたりした」、「落ち着いた」といった項目で構成されており、低覚醒に関する指標である(織田他, 2015)。以上をふまえると、徐波睡眠は特に高覚醒なポジティブ気分に影響し、翌日の活気の増加に関連している可能性が考えられる。

また、徐波睡眠と翌日のネガティブな気分の関連に関して、「恐怖」、「緊張覚醒+」、「エネルギー覚醒-」については、有意な関連が示されなかった。その理由として、睡眠時間全体の量や徐波睡眠以外の睡眠段階が関係している可能性が考えられる。たとえば、Motomura et al. (2013) は、睡眠時間全体を制限することによる日中の気分への影響を検討している。その結果、睡眠不足によって脳の情動に関する部位である扁桃体が活性化され、不安が喚起されやすくなることを報告している。さらに Goldstein & Walker (2014) は、レム睡眠が恐怖記憶を整理する機能を持ち、日々の出来事に対する恐怖反応の程度を調節している可能性があることを指摘している。EACLにおける「恐怖」および「緊張覚醒+」は、不安気分と関連が強い指標であることから(織田他, 2015)、「恐怖」および「緊張覚醒+」に対しては、徐波睡眠ではなく、睡眠全体の量やレム睡眠が特に影響を与えている可能性がある。

当日の気分とその晩の徐波睡眠との間に有意な関連が見られなかった一方で、徐波睡眠と翌日の一部の気分との間に有意な関連が見られた。したがって、日中の気分が徐波睡眠時間に与える影響よりも、徐波睡眠時間が日中の気分を与える影響の方が大きいことが一部の気分において示唆され、仮説3は一部支持された。このような結果は、睡眠構造の乱れがうつ病の発症や再発に先行するという報告(Palagini et al., 2013)と一貫していると考えられる。

しかしながら、本研究において徐波睡眠と翌日の気分との間に示された標準化係数は、いずれの気分についても $\beta = .10 \sim .20$ 程度であり、小さい値であった。したがって、徐波睡眠は翌日の気分に影響を与えているものの、その影響力は、それほど大きくないことが考えられる。総睡眠時間と気分の継時的な関連を検討している先行研究(Cox et al., 2018)では、当日の不安とその晩の総睡眠時間の間に有意な関連が示されなかった一方で、総睡眠時間と翌日の不安の間には有意な関連が示されたことから($b = -.024, p < .001, N = 151$)、総睡眠時間が翌日の不安を予測している可能性が指摘されている。この研究で記されている値は非標準化係数であるため、本研究において得られた値と直接比較することはできないが、Cox et al. (2018) の調査参加者数は本研究よりも多いことから、強い関連ではないものの、本研究と同様の有意性が示された可能性も考えられる。

以上を踏まえると、日中の気分がその晩の睡眠に与える影響よりも睡眠が翌日の気分を与える影響の方が

大きいことが推測されるが、その影響は大きなものではなく、睡眠以外の要因が日中の気分を与えている影響が大きいことが考えられる。たとえば、竹中・荒井・上地(2002)は、日中の運動により気分が改善することを報告している。したがって、今後は日中の気分に影響を与えている可能性がある他の指標も測定し、睡眠指標とともに説明変数に組み込んだ上で、より詳細に睡眠が気分を与える影響の大きさを検討していく必要がある。

本研究により、日中の気分がその晩の徐波睡眠に与える影響よりも、徐波睡眠が翌日の気分を与える影響の方が大きい可能性が、一部の気分において示唆された。その影響は大きいものではなかったものの、これまで明らかにされなかった睡眠構造と気分の影響関係の解明に寄与する知見であると考えられる。

以下、本研究の限界点と今後の展望を述べる。

1点目に、本研究で得られた日中の気分データについて、「恐怖」、「怒り」、「悲しみ」について床効果が見られたことが挙げられる。本研究では健常者を対象として研究を行ったため、このような床効果が生じたと考えられる。そのため、今後は特性的に抑うつや不安傾向が高い者や、臨床群を対象とした研究を行う必要がある。

2点目に、本研究では徐波睡眠時間と気分の関連を検討するにとどまり、その他の要因の影響について検討できていない点が挙げられる。今後は、睡眠や気分に関連すると推測される日常生活の出来事や睡眠衛生、個人の特性なども考慮し、更なる検討をしていく必要がある。

3点目に、縦断的な調査方法による研究デザインでは、日常生活における睡眠構造の乱れと気分の継時的な影響関係を検討するにとどまり、両者の因果関係を明らかにすることはできないという点が挙げられる。したがって、今後睡眠と気分の因果関係について検討するためには、実験的に気分および睡眠構造を操作するといった手続きにより、詳細な検討を進めていく必要がある。

利益相反の開示について

本論文に関し、開示すべき利益相反関連事項はない。

引用文献

- Beattie, Z., Oyang, Y., Statan, A., Ghoreysy, A., Pantelopoulos, A., Russell, A., & Heneghan, C. (2017). Estimation of sleep stages in a healthy adult population from optical plethysmography and accelerometer signals. *Physiological measurement*, 38, 1968.
- Cox, R. C., Sterba, S. K., Cole, D. A., Upender, R. P., & Olatunji, B. O. (2018). Time of day effects on the relationship between daily sleep and anxiety: An

- ecological momentary assessment approach. *Behaviour research and therapy*, 111, 44–51.
- de Zambotti, M., Goldstone, A., Claudatos, S., Colrain, I. M., & Baker, F. C. (2018). A validation study of Fitbit Charge 2™ compared with polysomnography in adults. *Chronobiology international*, 35, 465–476.
- Dijk, J. D. (2010). Slow-wave sleep deficiency and enhancement: Implications for insomnia and its management. *The World Journal of Biological Psychiatry*, 11, 22–28.
- Fang, H., Tu, S., Sheng, J., & Shao, A. (2019). Depression in sleep disturbance: A review on a bidirectional relationship, mechanisms and treatment. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, 23, 2324–2332.
- Finan H. P., Quartana, J. P., & Smith, T. M. (2015). The effects of sleep continuity disruption on positive mood and sleep architecture in healthy adults. *Sleep*, 38, 1735–1742.
- Fitbit inc. (2020). How do I track my heart rate with my Fitbit device? Retrieved from https://help.fitbit.com/articles/ja/Help_article/1565 (2020年9月1日アクセス)
- Fuller, H. K., Waters, R. W., Binks, G. P., & Anderson, T. (1997). Generalized Anxiety and Sleep Architecture: A Polysomnographic Investigation. *Sleep*, 20, 370–376.
- Goldstein, A. N., & Walker, M. P. (2014). The role of sleep in emotional brain function. *Annual review of clinical psychology*, 10, 679–708.
- Hein, M., Senterre, C., Lanquart, J. P., Montana, X., Loas, G., Linkowski, P., & Hubain, P. (2017). Hyperarousal during sleep in untreated primary insomnia sufferers: a polysomnographic study. *Psychiatry research*, 253, 71–78.
- 堀 忠雄 (編) (2008), 睡眠心理学 北大路書房
- Kim, Eui-Joong., & Dimsdale, E. J. (2007). The Effect of Psychosocial Stress on Sleep: A Review of Polysomnographic Evidence. *BEHAVIORAL SLEEP MEDICINE*, 5, 256–278.
- Motomura, Y., Kitamura, S., Oba, K., Terasawa, Y., Enomoto, M., Katayose, Y., Hida, A., Moriguchi, Y., Higuchi, H., & Mishima, K. (2013). Sleep debt elicits negative emotional reaction through diminished amygdala-anterior cingulate functional connectivity. *PLoS one*, 8.
- 織田 弥生・高野 ルリ子・阿部 恒之・菊地 賢一 (2015), 感情・覚醒チェックリストの作成と信頼性・妥当性の検討 心理学研究, 85, 579–589.
- Palagini, L., Baglioni, C., Ciapparelli, A., & Gemignani, A. (2013). REM sleep dysregulation in depression: State of the art. *Sleep Medicine Reviews*, 17, 377–390.
- Peach, H. D., Gaultney, J. F., & Ruggiero, A. R. (2018). Direct and indirect associations of sleep knowledge and attitudes with objective and subjective sleep duration and quality via sleep hygiene. *The journal of primary prevention*, 39, 555–570.
- 清水 裕士 (2016), フリーの統計分析ソフト HAD — 機能の紹介と統計学習・教育, 研究実践における利用方法の提案 — メディア・情報・コミュニケーション研究, 1, 59–73.
- Steiger, A., & Pawlowski, M. (2019). Depression and sleep. *International journal of molecular sciences*, 20, 607.
- 竹中 晃二・上地 広昭・荒井 弘和 (2002), 一過性運動の心理学的反応に及ぼす特性不安および運動習慣の効果 体育学研究, 47, 579–592.
- 寺崎 正治・古賀 愛人・岸本 陽一 (1991), 多面的感情状態尺度・短縮版の作成 日本心理学会第55回大会発表論文集, 435.
- Vandekerckhove, M., Weiss, R., Schotte, C., Exadaktylos, V., Haex, B., Verbraecken, J., & Cluydts, R. (2011). The role of presleep negative emotion in sleep physiology. *Psychophysiology*, 48, 1738–1744.
- Wichniak, A., Wierzbicka, A., & Jernajczyk, W. (2013). Sleep as a biomarker for depression. *International review of psychiatry*, 25, 632–645.
- Xu, X., Conomos, M. P., Manor, O., Rohwer, J. E., Magis, A. T., & Lovejoy, J. (2018). Habitual sleep duration and sleep duration variation are independently associated with body mass index. *Int J Obes (Lond)*, 42, 794–800.
- 横山 和仁 (2005), POMS 短縮版手引きと事例解説 金子書房