

令和 5 年 6 月 22 日現在

機関番号：12102

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2017～2022

課題番号：17K19639

研究課題名（和文）覚醒度のゆらぎの発生機序解明に向けた研究

研究課題名（英文）Investigating the Mechanism of Fluctuations in Arousal Levels

研究代表者

阿部 高志（Abe, Takashi）

筑波大学・国際統合睡眠医科学研究機構・准教授

研究者番号：00549644

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,700,000円

研究成果の概要（和文）：精神運動ヴィジランス課題によって評価した覚醒度（反応速度）のゆらぎはランダムに発生する現象ではなく、長期の時間相関が存在していることが分かった。脳波上に現れる覚醒度指標を検討したところ、シータ帯域脳波は、0.03-0.2Hzの周期で増減する成分が、また、アルファ帯域脳波は、0.004-0.2Hzの周期で出現する成分が睡眠制限によって増大することを発見した。次に、slow oscillationの周波数帯域である1Hz未満の音刺激は覚醒度のゆらぎを引き起こし、入眠を促進するという仮説を検証した。その結果、0.25Hzのバイノーラルビートは入眠を促進することを発見した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、睡眠制限によって低周波数(<0.2 Hz)の覚醒度のゆらぎが増大することや、低周波数(0.25 Hz)の音刺激によって入眠が促進されることを発見した。これらの機序の解明を進めることによって、覚醒度に関する新規モデルに発展することが期待される。また、低周波数の音刺激による睡眠誘導法の効果を向上することによって、不眠解消という社会的意義にもつながる。

研究成果の概要（英文）：We discovered that the fluctuations in arousal (reaction speed), as evaluated by the Psychomotor Vigilance Task, are not random phenomena. Instead, they exhibit long-term temporal correlations. When examining arousal indicators on EEG, we observed that sleep restriction led to an increase in theta band EEG activity, fluctuating within a cycle of 0.03-0.2 Hz, and alpha band EEG activity cycling between 0.004-0.2 Hz. We then tested the hypothesis that auditory stimulation within the frequency band of slow oscillations, under 1 Hz, could trigger arousal fluctuations, thereby promoting sleep onset. Our findings revealed that binaural beats at a frequency of 0.25 Hz effectively facilitated sleep initiation.

研究分野：睡眠科学

キーワード：睡眠 覚醒 精神運動ヴィジランス課題 眠気 脳波 Binaural Beats

1. 研究開始当初の背景

現在の居眠り検知技術は居眠りが発生した後しか検出できないが、居眠りを含めた覚醒度の変動をモデル化できれば、より早く、正確に居眠りを予測できるようになる。その結果、居眠りに効果的に対処でき、居眠り事故予防につながる。覚醒度は、非常にゆっくりとした周期(約45秒~10分間)で変動する(Wilhelm et al., 1998; Doran et al., 2001)。覚醒度がゆらぐメカニズムを解明することで、覚醒低下タイミングのモデル化が可能になり、居眠り予測が可能になる。しかし、これまでの睡眠・覚醒の発生に関するモデル(Borbély, 1982; Saper et al., 2005)は、睡眠障害による突然の睡眠への移行や24時間の周期で生じる睡眠と覚醒の移り変わり(概日リズム)しか説明できず、短時間の周期の覚醒度のゆらぎを説明できなかった。

0.1Hz未満の超低周波数脳波(InfraSlow Oscillation: 以下ISO)の変動が、睡眠と覚醒の短時間の移り変わりに関わっている可能性がある。近年の脳波計の発展によって、頭皮上の脳波からでもISOが記録できるようになった。この脳波の機能はほとんど分かっていないが、ISOの変動に伴って、睡眠中に特徴的な脳波の出現のしやすさ(脳の活動性)も変動する(Vanhatalo et al., 2004)。このことから、覚醒中についてもISOの変動が脳の活動性(覚醒度)を反映している可能性が考えられる。また、もしそうであれば、覚醒度が最も低下するISOのタイミングで、居眠り(microsleep)が出現しやすくなる可能性がある。

従来の睡眠・覚醒モデル(Borbély, 1982; Saper et al., 2005)では24時間周期の睡眠と覚醒の移り変わりや睡眠障害による突然の睡眠への移行しか説明出来なかった。本研究の成果により短時間の睡眠と覚醒の移り変わりを説明できるようになる。従来のモデルと、本研究で得られた知見を融合することで、新たな睡眠・覚醒モデルを作成できる。①本研究が成功すると、あとどれぐらいでmicrosleepが発生しやすい状態になるのかを予測する方法が進展する。②また、infraslow oscillationを効率的に増強する方法を検討することで、眠気やmicrosleepが発生しやすい状態にできる。

研究1

2. 研究の目的

覚醒状態のゆらぎは「眠気」を特徴付ける現象である(Doran, Van Dongen, and Dinges 2001)。この覚醒度のゆらぎに周期性があるのかどうか、周期性があるとすると睡眠不足によってどのように変化するのはまだ詳しく分かっていない。睡眠中に特徴的な脳波である紡錘波が0.02Hzの周期で出現するという報告がなされており(Lecci et al. 2017)、睡眠中と類似の現象が覚醒時に発生している可能性が考えられる。本研究は、InfraSlow EEG Oscillation (ISO)の変動は「覚醒度のゆらぎを反映する」という仮説を検証することを目的とした。また、睡眠不足が覚醒度のゆらぎの周期性変動に及ぼす影響を検討することを目的とした。

3. 研究の方法

健常者16名(平均36.9±8.2歳、女性11名)が実験に参加した。各参加者は自宅で8時間睡眠もしくは4時間睡眠をとった後の午前9時に実験室に来室し、20分間の精神運動ヴィジランス課題(Psychomotor Vigilance Test: PVT)と20分間の注視点固視課題を実施した。PVTは、2秒から10秒に1回の割合でカウンターが動き出したらすぐにボタン押しを行うという課題である(Basner and Dinges 2011)。各課題実施後にカロリンスカ眠気尺度を記録した。DC成分まで測定できるBiosemi社製ActiveTwoを用いて各課題実施中の頭皮上30部位の脳波を記録した。両耳朶を基準とした。睡眠条件および課題の実施順序は参加者間でカウンターバランスをとった。

4. 研究成果

行動上のゆらぎの検討: 反応時間の逆数(Reciprocal Reaction Time: RRT)を覚醒度の指標として、Detrended Fluctuation Analysis(DFA)により(Hardstone et al. 2012)、反応時間のゆらぎに長期の時間相関(Long-range temporal correlations: LRTC)が存在するのかどうかを検討した。もし反応時間のゆらぎがランダムに発生するのであれば、DFAによって得られるスケール指数は0.5となる。RRTの時系列をランダムにシャッフルしたSurrogate系列と、元のRRTの時系列との間でスケール指数(α)を比較した。睡眠制限によって主観的眠気が増大し、PVT実施中の反応速度(Reciprocal Reaction Time)が遅くなり、反応時間が500ms以上の反応遅延数が増加していた。また、通常睡眠後と比較して睡眠制限後にPVT中のRRTの平均値が低下していたが、標準偏差は増大した(オリジナル系列とSurrogate系列は同じ値を示した)。このことから、睡眠制限が反応時間のゆらぎを増大させることを確認した。また、DFAによって得られたスケール

指数は、RRTの時系列をランダムにシャッフルした Surrogate 系列 ($\alpha=0.55$) よりも元の RRT 系列 ($\alpha=0.59$) の方が有意に大きかったが、睡眠制限による影響を認めなかった。本研究により、PVT 中の反応時間のゆらぎは完全にランダムに発生する現象ではなく、長期の時間相関が存在していることが分かった。

脳波上のゆらぎの検討：独立成分分析によって瞬目や眼球運動による脳波への影響を除外した後、脳波に対して、ISO の解析を行った。しかし、体動に伴って生じる脳波の変動が大きく、ISO の変化が体動によって生じているのかどうかを判断することが困難であった。そこで、アルファ帯域(4-8 Hz)およびシータ帯域(8-13 Hz)の脳波を覚醒度の指標とした ISO の解析を実施した。各部位の脳波信号に対してアルファ帯域もしくはシータ帯域のバンドパスフィルタを適用した後、信号の包絡線を求め、その包絡線に対してスペクトル解析を行った。周期を slow6 (0.004-0.01 Hz), slow5 (0.01-0.03 Hz), slow4 (0.03-0.07 Hz), slow3(0.07-0.2 Hz)に分類し、各帯域のパワ値を求めた。

シータ帯域脳波およびアルファ帯域脳波の包絡線の振幅が睡眠制限によって増大するのかわかを検討した。その結果、シータ帯域脳波およびアルファ帯域脳波とも包絡線の振幅が睡眠制限によって増大することを確認した。

次に、シータ帯域脳波およびアルファ帯域脳波の包絡線の周期性に及ぼす睡眠制限および課題の効果を検討した。シータ帯域脳波の包絡線については、睡眠制限の主効果($p=0.005$)および睡眠制限と周期の交互作用($p=0.001$)が有意であり、0.03-0.2Hz(slow4, slow3)の周期で増減する成分が睡眠制限によって増大することが分かった(Figure 1A)。また、アルファ帯域脳波の包絡線については、睡眠制限の主効果が有意であり($p<.0001$)(Figure 1C)、0.004-0.2Hz の周期で出現する成分が睡眠制限によって増大することが分かった。シータ帯域およびアルファ帯域脳波の包絡線とも、注視点固視課題において、0.004-

0.2Hz の周期性成分が増大していた(Figure 1B, D)。シータ帯域脳波、アルファ帯域脳波の包絡線には 0.2Hz 未満の周期性があり、睡眠制限によってその周期性変動の一部が増大することが明らかになった。0.2Hz 未満の周期性成分は、PVT 実施中よりも注視点固視課題中において増大することから、この周期性は 2 秒から 10 秒の間で出現する PVT 中の視覚刺激や運動に伴う反応を反映しているとは考えにくい。これらの成分は自発的に出現する周期性の現象であると考えられ、それが睡眠制限によって増大すると考えられる。今回の研究で明らかになった周期性変動を生み出す機序については今後検討する必要がある。

研究 2

2. 研究の目的

睡眠不足は、覚醒度だけではなく時間知覚などの認知機能を低下させる。これまでの研究では、知覚された時間は、キュー (応答信号があることを示す) からターゲット (できるだけ早く 3 秒を出すことを示す) までの間隔の関数として、シータ周波数で変動することが知られていた (Shima et al. 2018)。しかし、睡眠不足が時間知覚のゆらぎに影響を与えるかどうかは不明である。本研究では、断眠と通常睡眠前後の時間知覚を比較し、断眠が時間知覚のゆらぎに及ぼす影響を検討した。

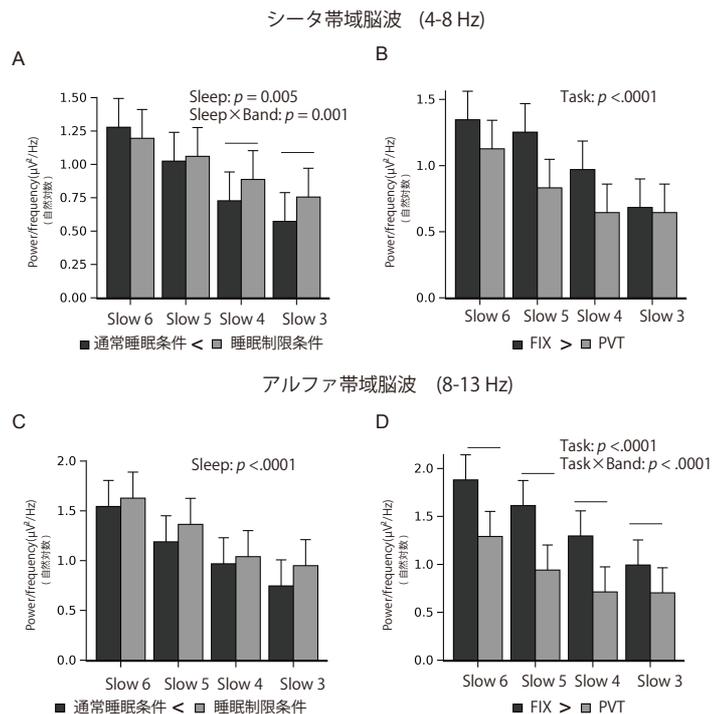


Figure 1. 睡眠制限がシータ帯域脳波及びアルファ帯域脳波の包絡線のスペクトルパワに及ぼす影響

3. 研究の方法

健常者 24 名（女性 13 名、平均年齢 25.6 ± 3.5 歳）が実験に参加した。断眠もしくは通常睡眠の前後の時間生成課題で、キーを押して 3 秒間の時間を生成してもらった。キューとターゲットの間隔は 0.25–1.05 秒、1/30 秒刻みで設計した。また断眠もしくは通常睡眠の前後に 40 分間の PVT を実施した。

4. 研究成果

断眠条件下では、先行研究と同様に (Soshi et al. 2010)、通常睡眠後と比べて時間の過大評価が見られた。さらに、時間知覚は非常に低い周波数で変動し、パワースペクトルに反映される場合があった。つまり、通常睡眠と比較して、断眠は、0.01–0.04 Hz でより多くの時間知覚の変動をもたらした (Figure 2C)、逆に、0.001–0.01 Hz ではより少なくなった (Figure 2B)。一方で、PVT にはそのような変化を示さなかった (Figure 2DF)。

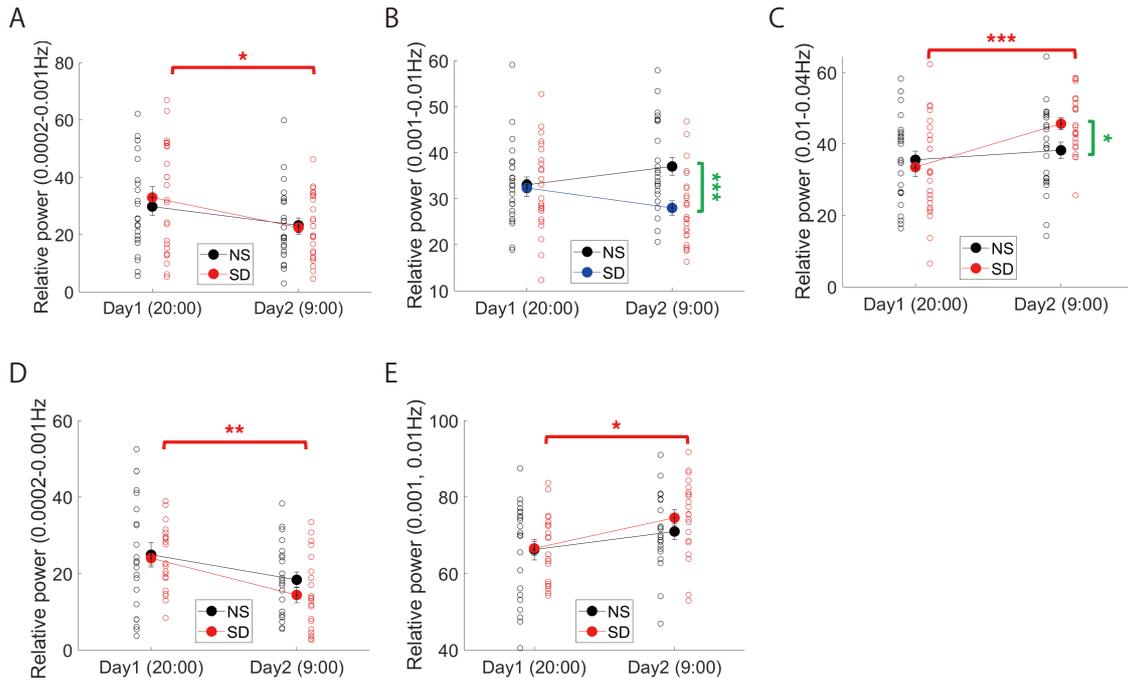


Figure 2. 断眠が時間知覚および Psychomotor Vigilance Test の低周波数振動に及ぼす影響
A–C: 時間生成課題；D–E: Psychomotor Vigilance Test (PVT); PVT のデータでは、最大周波数が 0.01 Hz より少し大きい程度であったため、0.01–0.04 Hz の相対的なパワーは得られていない。NS (Normal Sleep): 通常睡眠; SD (Sleep Deprivation): 断眠

また、低シータ周波数 (4.4–4.8 Hz) における時間知覚の揺らぎ (Shima et al. 2018) が、断眠下で強くなるのがわかった (Figure 3)。本研究は、時間知覚のような認知能力が様々なリズムで変動し、睡眠不足がその変動に影響を与える可能性を示唆するものである。

研究 3

2. 研究の目的

Slow oscillation が覚醒度のゆらぎの神経基盤であるならば、slow oscillation を誘発する方法を確立することで、覚醒度のゆらぎを引き起こし、入眠が生じやすくなるということを実験の当初の研究計画では予測していた。その証拠を蓄積するための実験を実施した。

バイノーラルビート (Binaural Beats: BB) は、一定の周波数差を持つ 2 つの音がそれぞれの耳に同時に呈示されると、その周波数差と同じ周波数を知覚する聴覚現象である。これまでの研

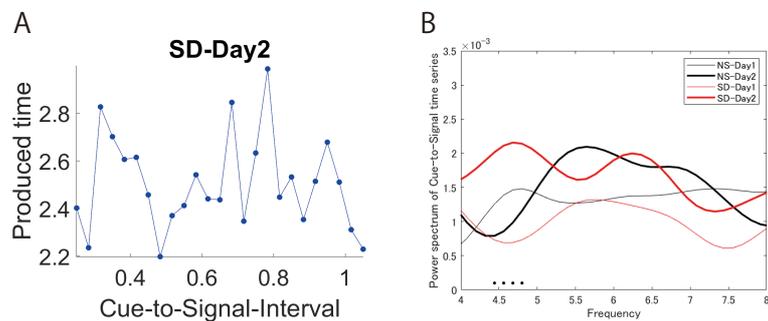


Figure 3. キューとターゲット間の時間に依存した生成時間の変動に及ぼす断眠の影響
NS (Normal Sleep): 通常睡眠; SD (Sleep Deprivation): 断眠

究では、バイノーラルビーツが神経振動を同期させ、関連する脳の状態や行動を引き起こすことが示されている。ある研究では、仮眠中に 1Hz の BB を呈示すると、徐波睡眠の持続時間が増加したと報告されている。しかし、1Hz 未満のさらに遅い周波数の範囲での BB が睡眠に及ぼす影響は十分に理解されていない。0.25 Hz の揺動刺激が入眠を促進することが分かっている (Perrault et al. 2019; Bayer et al. 2011)。本研究では、0.25 Hz の音刺激によって同様の効果を引き起こせないかを検討した。

3. 研究の方法

本研究では、0.25Hz のバイノーラルビーツが、睡眠潜時の短縮、睡眠時間の延長、徐波睡眠の増加を引き起こす可能性について検証を行った。12 名の健康な対象者 (女性 6 名、平均年齢 25.3±2.6 歳) が実験に参加した。無音条件、0.25Hz BB、0HzBB、1HzBB のいずれかを 90 分間の仮眠セッション中に提示した。一人の対象者につき 4 回の仮眠セッションを実施した。

4. 研究成果

0.25Hz のバイノーラルビーツ条件では、無音条件に比べて仮眠中の睡眠段階 2 潜時 (Figure 4A) 及び睡眠段階 3 潜時 (Figure 4B) が無音条件 (Sham 条件) と比較して短縮していた。しかし、そのような変化は他の周波数 (0Hz と 1Hz) では観察されなかった。本研究の結果は、0.25Hz のバイノーラルビーツが健康者の睡眠導入に対して有効であることを示唆している。本研究は slow oscillation の周波数帯域での刺激が入眠を促進することを示したが、この機序に関してはまだ不明点が多い。今後は、0.25Hz の音刺激によってどのような生理学的現象が伴うのかを検討する必要がある。

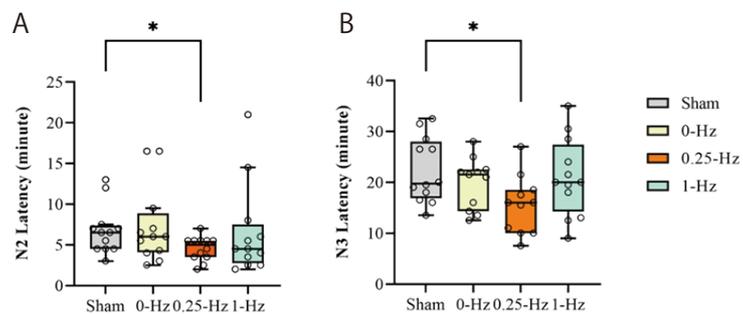


Figure 4. バイノーラルビーツが仮眠中の睡眠指標に及ぼす影響

研究 4

2. 研究の目的

現代の日常生活において人々は、運転など長時間の持続的注意を必要とする場面がある。注意の低下はその作業においてミスや非効率を誘発する。一方で、注意の低下はその作業を行う本人にとっても把握することは難しく、またそれが何に起因しているかを特定することは難しい。持続的注意低下の要因については、前日の睡眠による影響以外にも、マインドワンダリングや ADHD (Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder) の傾向が関与している可能性が考えられる。本研究では、睡眠の影響と個人特性の両面から持続的注意の低下と関わる要因を検討する。

3. 研究の方法

健康者 104 名を対象に 40 分間の連続した PVT (Psychomotor Vigilance Test) を 9 時、11 時、13 時、15 時、17 時のいずれかに行った。取得されたデータのうち、不備のない 99 名 (31.9±13.1 歳、女性 55 名) に対して分析を行った。PVT の前後に KSS (Karolinska Sleepiness Scale) を、直後に気分 (Profile of Mood States 2) と集中度の Visual Analog Scale を測定した。また、マインドワンダリングに関する質問紙 (4 種類)、ADHD 傾向、特性眠気、睡眠に関する質問紙 (3 種類) の回答を得た。質問紙による回答に対して主成分分析を行った。得られた主成分を説明変数として反応速度の逆数である RRT (Reciprocal Reaction Time) の中央値もしくは変動係数を目的変数として重回帰分析を行った。

4. 研究成果

主成分分析の結果、(1) マインドワンダリング傾向の指標: 寄与率 24.6% (2) 睡眠時間: 12.5% (3) 状態眠気: 9.9% (4) 睡眠の質: 9.1% (5) 特性眠気: 5.8% (6) クロノタイプ: 5.5% の 6 主成分が得られた。これらの 6 主成分を説明変数とした重回帰式は RRT の中央値を有意に説明していた ($R^2=0.23$, $p<0.01$)。また、睡眠時間、状態眠気、クロノタイプが説明変数として有意であった。一方、上記の 6 主成分を用いた RRT の変動係数の重回帰式は有意ではなく ($R^2=0.09$, $p=0.18$)、上記の 6 主成分を用いた RRT の変動係数の重回帰式はどの主成分も有意ではなかった。本研究の結果は、覚醒度の低下において、個人特性よりも睡眠、眠気、生体リズムがより強く関与していることが分かった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件／うち国際共著 4件／うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Moctezuma Luis Alfredo, Abe Takashi, Molinas Marta	4. 巻 12
2. 論文標題 Two-dimensional CNN-based distinction of human emotions from EEG channels selected by multi-objective evolutionary algorithm	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 3523
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-022-07517-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Suzuki Yoko, Kawana Fusae, Satoh Makoto, Abe Takashi	4. 巻 17
2. 論文標題 The abrupt shift to slower frequencies after arousal from sleep in healthy young adults	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Clinical Sleep Medicine	6. 最初と最後の頁 2373 ~ 2381
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5664/jcsm.9434	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 ABE Takashi	4. 巻 39
2. 論文標題 Role of Rapid Eye Movement Sleep in Waking Emotional Processing	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Physiological Psychology and Psychophysiology	6. 最初と最後の頁 19 ~ 35
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5674/jjppp.2109si	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Soler Andres, Drange Ole, Furuki Junya, Abe Takashi, Molinas Marta	4. 巻 54
2. 論文標題 Automatic Onset Detection of Rapid Eye Movements in REM Sleep EEG Data	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IFAC-PapersOnLine	6. 最初と最後の頁 257 ~ 262
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.ifacol.2021.10.265	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Abe Takashi, Mishima Kazuo, Kitamura Shingo, Hida Akiko, Inoue Yuichi, Mizuno Koh, Kaida Kosuke, Nakazaki Kyoko, Motomura Yuki, Maruo Kazushi, Ohta Toshiko, Furukawa Satoshi, Dinges David F, Ogata Katsuhiko	4. 巻 43
2. 論文標題 Tracking intermediate performance of vigilant attention using multiple eye metrics	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sleep	6. 最初と最後の頁 zsz219
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/sleep/zsz219	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Tanno Sakurako, Tanigawa Takeshi, Maruyama Koutatsu, Eguchi Eri, Abe Takashi, Saito Isao	4. 巻 29
2. 論文標題 Sleep-related intermittent hypoxia is associated with decreased psychomotor vigilance in Japanese community residents	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Sleep Medicine	6. 最初と最後の頁 7~12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.sleep.2016.08.024	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kaida Kosuke, Abe Takashi	4. 巻 13
2. 論文標題 Attentional lapses are reduced by repeated stimuli having own-name during a monotonous task	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plos One	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0194065	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Horie Kazumasa, Ota Leo, Miyamoto Ryusuke, Abe Takashi, Suzuki Yoko, Kawana Fusae, Kokubo Toshio, Yanagisawa Masashi, Kitagawa Hiroyuki	4. 巻 12
2. 論文標題 Automated sleep stage scoring employing a reasoning mechanism and evaluation of its explainability	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 12799
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-022-16334-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Okabe Satomi, Hayashi Mitsuo, Abe Takashi, Fukuda Kazuhiko	4. 巻 66
2. 論文標題 Presentation of familiar odor induces negative dream emotions during rapid eye movement (REM) sleep in healthy adolescents	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sleep Medicine	6. 最初と最後の頁 227 ~ 232
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.sleep.2019.11.1260	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Stenwig Hakon, Soler Andres, Furuki Junya, Suzuki Yoko, Abe Takashi, Molinas Marta	4. 巻 NA
2. 論文標題 Automatic Sleep Stage Classification with Optimized Selection of EEG Channels	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 2022 21st IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA), Nassau, Bahamas,	6. 最初と最後の頁 1708-1715
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICMLA55696.2022.00262	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Abe Takashi	4. 巻 4
2. 論文標題 PERCLOS-based technologies for detecting drowsiness: current evidence and future directions	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 SLEEP Advances	6. 最初と最後の頁 zpad006
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/sleepadvances/zpad006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計28件 (うち招待講演 13件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 阿部高志
2. 発表標題 レム睡眠中の情動過程とその機能
3. 学会等名 日本睡眠学会第46回定期学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Junya Furuki, Ole Drange, Andres Soler, Yoko Suzuki, Marta Molinas, Takashi Abe.
2. 発表標題 Brain potentials related to rapid eye movements during human REM sleep : A high-density electroencephalography study
3. 学会等名 TSUKUBA CONFERENCE 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古木淳也, Ole Drange, Andres Soler, Marta Molinas, 阿部高志
2. 発表標題 不確定状況での意思決定がレム睡眠中の脳活動に及ぼす影響
3. 学会等名 第82回日本生理人類学会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡部聡美, 阿部高志
2. 発表標題 REM睡眠中の嗅覚刺激呈示による夢への効果 嗅覚刺激の感じ方の個人差に着目した検討
3. 学会等名 日本睡眠学会第46回定期学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Andres S, Ole D, Furuki J, Abe T, Marta M
2. 発表標題 Automatic Onset Detection of Rapid Eye Movements in REM Sleep EEG Data.
3. 学会等名 11th IFAC Symposium on Biological and Medical Systems (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 姜 力柯、鈴木 稚寛、鈴木 陽子、範 志偉、阿部 高志
2. 発表標題 仮眠中のREM睡眠が意思決定課題の成績に及ぼす影響
3. 学会等名 日本睡眠学会第46回定期学術集会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古木 淳也, Ole Drange, Andres Soler, Marta Molinas, 阿部 高志
2. 発表標題 レム睡眠中に発生する急速眼球運動前陰性電位の電流源推定 高密度脳波計を用いた脳波記録の分析
3. 学会等名 第39回日本生理心理学会大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡部 聡美, 阿部 高志
2. 発表標題 REM睡眠中の「強い」ニオイの呈示による夢への効果 刺激の主観的強度に着目した検討
3. 学会等名 第39回日本生理心理学会大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木 陽子、阿部 高志、川名 ふさ江、星野 和哉、馬場 節、藤原 正明、小久保 利雄、柳沢 正史
2. 発表標題 睡眠ポリグラフとの同時計測による簡易睡眠脳波計の睡眠判定精度評価
3. 学会等名 日本睡眠学会第46回定期学術集会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木 陽子、岡部 聡美、川名 ふさ江、小久保 利雄、柳沢 正史、阿部 高志
2. 発表標題 眠ポリグラフとの同時計測によるFitbit Charge 3の睡眠判定精度評価
3. 学会等名 日本睡眠学会第46回定期学術集会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木 稚寛、鈴木 陽子、小久保 利雄、高原 勇、柳沢 正史、阿部 高志
2. 発表標題 モバイル睡眠検査施設を利用した睡眠検査：通常睡眠検査室との同等性に関する検討
3. 学会等名 日本睡眠学会第46回定期学術集会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 阿部高志
2. 発表標題 眼球運動や眼瞼運動を統合したヴィジランス低下の状態推定法
3. 学会等名 第38回日本生理心理学会大会（日本生理心理学会若手会Web研究会2020）（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阿部高志, 太田玲央, 甲斐田幸佐
2. 発表標題 睡眠制限が覚醒度の周期性変動に及ぼす影響
3. 学会等名 第37回日本生理心理学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 阿部高志, 太田玲央, 甲斐田幸佐
2. 発表標題 睡眠制限が精神運動ヴィジランス課題中の反応時間のゆらぎに及ぼす影響
3. 学会等名 第44回日本睡眠学会定期学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 阿部高志
2. 発表標題 睡眠の最新科学：覚醒について考える
3. 学会等名 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構・有人宇宙技術部門（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 阿部高志
2. 発表標題 覚醒をはかる
3. 学会等名 第1回日本生理人類学会睡眠研究部会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 阿部高志
2. 発表標題 睡眠学の現在：覚醒について考える
3. 学会等名 第290回順天堂大学衛生・公衆衛生合同ゼミナール（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 阿部高志
2. 発表標題 未来の自動車に心理生理学が貢献できること
3. 学会等名 第81回日本心理学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 阿部高志
2. 発表標題 目を測るだけで、いつでも、ちょっとした注意力低下も測定できる技術
3. 学会等名 JST 新技術説明会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 阿部高志・三島和夫・北村真吾・肥田昌子・井上雄一・水野 康・甲斐田幸佐・中崎恭子・元村祐貴・太田敏子・古川 聡・David F. Dinges・緒方克彦
2. 発表標題 眼球関連情報を用いた持続的注意低下の状態推定法
3. 学会等名 第35回日本生理心理学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 阿部高志・三島和夫・北村真吾・肥田昌子・井上雄一・水野 康・甲斐田幸佐・中崎恭子・元村祐貴・太田敏子・古川 聡・David F. Dinges・緒方克彦
2. 発表標題 眼球運動と眼瞼活動を用いた眠気による注意低下の状態推定法
3. 学会等名 第42回日本睡眠学会学術集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hakon Stenwig, Andres Soler, Junya Furuki, Yoko Suzuki, Takashi Abe, Marta Molinas.
2. 発表標題 Automatic Sleep Stage Classification with Optimized Selection of EEG Channels
3. 学会等名 21st IEEE International Conference on Machine Learning and Applications. Bahamas.
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木陽子、Fan Zhiwei、阿部高志
2. 発表標題 覚醒後過同期の発生率の影響因子についての予備的検討
3. 学会等名 第3回日本睡眠検査学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡部聡美, 福田一彦, 山田一夫, 望月寛子, 林光緒, 阿部高志
2. 発表標題 REM睡眠中の嗅覚刺激呈示による夢への効果
3. 学会等名 日本味と匂学会 第56回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木 陽子、鈴木 稚寛、阿部 高志
2. 発表標題 第一夜効果における覚醒後過同期の検討
3. 学会等名 日本睡眠学会第47回定期学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡部 聡美、福田 一彦、林 光緒、阿部 高志
2. 発表標題 REM睡眠中の嗅覚刺激が夢の情動性に及ぼす効果はどのような要因と関連するか
3. 学会等名 日本睡眠学会第47回定期学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Zhiwei Fan、Yunyao Zhu、Chihiro Suzuki、Yoko Suzuki、Yumi Watanabe、Junki Endo、Takahiro Watanabe、Takashi Abe
2. 発表標題 Efficacy of binaural beats with a frequency in the range of the slow oscillations on slow wave sleep induction
3. 学会等名 日本睡眠学会第47回定期学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Zhiwei Fan、Takashi Abe
2. 発表標題 Fluctuations of time perception under sleep deprivation
3. 学会等名 日本睡眠学会第47回定期学術集会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計7件

1. 著者名 日本睡眠学会	4. 発行年 2020年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 712
3. 書名 睡眠学	

1. 著者名 子安 増生、丹野 義彦、箱田 裕司	4. 発行年 2021年
2. 出版社 有斐閣	5. 総ページ数 1002
3. 書名 有斐閣 現代心理学辞典	

1. 著者名 阿部高志	4. 発行年 2019年
2. 出版社 有斐閣	5. 総ページ数 1002
3. 書名 有斐閣現代心理学辞典	

1. 著者名 阿部高志	4. 発行年 2019年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 712
3. 書名 睡眠学第2版	

1. 著者名 阿部高志	4. 発行年 2017年
2. 出版社 北大路書房	5. 総ページ数 320
3. 書名 生理心理学と精神生理学 第 卷 基礎 (編集: 堀 忠雄、尾崎 久記、坂田 省吾、山田 富美雄)	

1. 著者名 阿部高志	4. 発行年 2017年
2. 出版社 北大路書房	5. 総ページ数 416
3. 書名 生理心理学と精神生理学 第 巻 応用 (編集: 堀 忠雄、尾崎 久記、片山 順一、鈴木 直人)	

1. 著者名 田中秀樹・岩城達也・白川修一郎 (監修)	4. 発行年 2022年
2. 出版社 エヌ・ティー・エス	5. 総ページ数 812
3. 書名 快眠研究と製品開発	

〔出願〕 計5件

産業財産権の名称 揺動装置及び制御方法	発明者 加藤靖弘、清水亮 男、播田貴広、阿部 高志	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2022-075414	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 制御装置及び睡眠誘導装置	発明者 遠藤純基・阿部高 志・朱芸瑤	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2022-6550	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 制御装置及び睡眠誘導装置	発明者 遠藤純基・阿部高 志・朱芸瑤	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2023/000274	出願年 2023年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 睡眠推定装置、睡眠推定システム、ウェアラブル機器、及び睡眠推定方法	発明者 阿部高志・範志偉・ 渡邊孝浩	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-133828	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 睡眠推定装置、睡眠推定システム、ウェアラブル機器、及び睡眠推定方法	発明者 阿部高志・範志偉・ 渡邊孝浩	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2021/29351	出願年 2021年	国内・外国の別 外国

〔取得〕 計0件

〔その他〕

筑波大学国際統合睡眠医科学研究機構
<https://wpi-iiis.tsukuba.ac.jp/>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	甲斐田 幸佐 (Kaida Kousuke)	国立研究開発法人産業技術総合研究所 (82626)	
研究協力者	太田 玲央 (Ota Leo)	筑波大学 (12102)	
研究協力者	鈴木 陽子 (Suzuki Yoko)	筑波大学 (12102)	
研究協力者	範 志偉 (Fan Zhiwei)	筑波大学 (12102)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
ノルウェー	ノルウェー科学技術大学			