

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 5 月 8 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K11458

研究課題名(和文) 睡眠慣性、覚醒度が身体運動に与える影響の時間学的検討

研究課題名(英文) A temporal study of the effects of sleep inertia and alertness on physical activity

研究代表者

西多 昌規(Nishida, Masaki)

早稲田大学・スポーツ科学学術院・教授

研究者番号：10424029

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、睡眠慣性の変移と身体運動能力の経時的変化を実証することを目的とした。異なる仮眠時間条件を設定し、握力を仮眠前と比較したところ、60分仮眠条件において、握力は仮眠なし、20分仮眠と比較して有意な低下を認めた。実験2では、巧緻な技術を要するスポーツスタッキングを実験課題とし、仮眠中は脳波を記録して、異なる睡眠段階で覚醒させ、仮眠前の成績と比較した。ノンレム睡眠第3段階で覚醒させたときのスポーツスタッキング所要時間は、開始前に比べて有意に延長した。以上より、60分仮眠やノンレム睡眠第3段階で覚醒させるなど、強い睡眠慣性がはたらく場合は、一部の運動パフォーマンスは低下することが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、アスリートの練習や競技試合のスケジュール策定と、それに合わせるコンディショニングに役立つ。朝練習を日課としているアスリートは、睡眠不足や午後のパフォーマンス低下に悩んでいる。また若年者は夜型のクロノタイプをもつことが多く、起床時の覚醒度が低いため、起床・覚醒してすぐの運動は、不測のケガも生じやすい。運動の種類によっても異なるが、覚醒から身体運動開始まで約30分の時間間隔が望ましいこと、運動刺激によってこの時間間隔は短縮される。この結果から、夜間睡眠から覚醒後の朝練習、仮眠から覚醒後の午後のトレーニングでは、30分程度の十分な時間間隔と、十分なウォーミングアップが望ましい。

研究成果の概要(英文)：The present study aimed to demonstrate changes in sleep inertia and physical exercise capacity over time. When grip strength was compared before and after different nap duration conditions, a significant decrease in grip strength was observed in the 60-minute nap condition, compared to no nap and a 20-minute nap. In Experiment 2, the experimental task was sports stacking, which requires skillful technique, and during the nap, EEG was recorded and the subjects were awakened at different sleep stages and compared with their performance before the nap. The time required for sports stacking was significantly prolonged when the participants were awakened in the third stage of non-REM sleep, compared to before the start. These results indicate that some athletic performance is reduced when strong sleep inertia is activated, such as during a 60-minute nap or when the subject is awakened in the third stage of non-REM sleep.

研究分野：睡眠科学 スポーツ科学 臨床精神医学

キーワード：睡眠 スポーツ 身体運動 睡眠慣性 仮眠

1. 研究開始当初の背景

スポーツの領域では、朝練習を行っているところも少なくない。朝練習は、学生アスリーの睡眠の質の低下の一因ともなっている (1)。朝練習は早朝から開始されるため、学生アスリートは練習開始直前まで眠っていることも珍しくない。

朝練習を行うと、睡眠時間が不足し、疲労のため日中の強い眠気を生じやすいことが報告されている (2)。二部練習の場合は遅い午後から夕方にかけて練習が行われるため、朝練習と同じように。仮眠から覚醒後の眠気の残る状態で練習を始める場合もみられる。

睡眠から覚醒後には、ぼんやりした、覚醒度の低い状態が残る。この状態は、「睡眠慣性」と称されている (3)。睡眠慣性によるパフォーマンス低下は、認知機能については報告されており、主観的な眠気との関連が指摘されている (4)。しかし、睡眠慣性がスポーツなど身体運動に関するパフォーマンスに与える影響については、十分な研究は行われていない。

本研究では、睡眠慣性が運動パフォーマンスに与える影響を、仮眠を用いて検証した。

2. 研究の目的

本研究は、睡眠慣性と身体運動との関連の検討を目的として実施した。睡眠慣性の強さは、覚醒までの睡眠時間、覚醒したときの睡眠段階に依存ことが予測される。たとえば深睡眠と称されるノンレム睡眠第 3 段階 (以下、N3 と略す) のときに覚醒すると、覚醒しづらく、また覚醒度は上がりにくいことが示されている (5)。したがって、N3 時の覚醒条件において、軽睡眠であるノンレム睡眠第 1, 2 段階 (N1, N2) などほかの睡眠段階での覚醒条件よりも、睡眠慣性が強いため、運動パフォーマンスは低下することが予測される。

覚醒時の睡眠段階を評価するには、睡眠ポリグラフでの記録を取りながら、実験中における覚醒させるタイミングの判断が必要である。N3 に入りやすいとされる長時間仮眠を設定し (6)、仮眠なしの対照条件および短時間仮眠の場合と、運動パフォーマンスを比較することとした。続いて仮眠中に睡眠ポリグラフを記録し、異なる睡眠段階で覚醒させて運動パフォーマンスを比較する実験を計画した。

3. 研究の方法

3-1. 異なる仮眠時間による睡眠慣性が身体運動に与える影響

握力 (Grip Strength : GS) と垂直跳び (Counter Movement Jump : CMJ) の成績変化を、異なる仮眠時間条件で比較検討した。

睡眠障害などのない健常な成人男性 12 名（年齢：23.1 ± 2.2 歳）を実験参加者とした。参加者は 1~6 の 6 つの群に無作為に分けられた。実験は 3 日間からなり、各群、図 1 に示す順番で Day A ~ Day C を遂行した（図 1）。

Day A では、2 時間のインターバルをはさみ、運動課題を 2 回行い、Day B では、20 分仮眠の前後で運動課題を 2 回行った。Day C では、60 分仮眠の前後で、運動課題を 2 回行った。運動課題は GS と CMJ の 2 種類を実施した。

分析項目は、GS と CMJ の高さの 2 項目であり、それぞれ、条件（仮眠なし、20 分仮眠、60 分仮眠）ごとに多重比較を行った。

統計解析の対象項目は 2（GS、CMJ）× 1（1 回目と 2 回目の平均）2 項目とした。ボックスプロットにて除外値、

除外値を確認し、正規曲線付きのヒストグラムにて正規性の有無を確認した。その後、解析対象の 2 項目それぞれに対し、条件（仮眠なし、20 分仮眠、60 分仮眠）ごとに Wilcoxon の符号付順位和検定を用いた多重比較を行った。Bonferroni の訂正により、複数のテストに対して、有意確率の値を調整した。

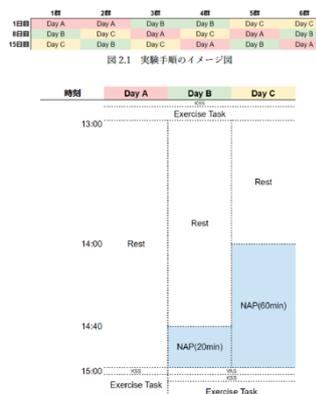


図 1. 実験 1 のプロトコル図

3-2. 覚醒時の睡眠段階におけるスポーツパフォーマンスの比較

巧緻な技術を要する機能を要する課題として、スポーツスタッキングを採用した。スポーツスタッキングとは、12 個のプラスチック製のカップを、決められた形に積み上げたり崩したりするスポーツであり、競技成績はそのスピードで評価される (7)。

睡眠障害などのない健常な実験参加者 17 名(男性 13 名 24.0 ± 1.9 歳、女性 4 名:23.3 ± 1.1 歳)を対象とした。仮眠から覚醒させる睡眠段階の条件群は N2, N3 であり、対照群として仮眠なしでの覚醒 (50 分)とした。実験課題の測定は仮眠前、仮眠直後、仮眠 30 分後、仮眠 60 分後とし、睡眠慣性の経時的変化を追うこととした。スポーツスタッキングの課題は、容易な 3.3.3 シークエンスと、複雑な 3.6.3 シークエンスも 2 種類を行った (図 2)。

睡眠段階は、アメリカ睡眠医学会 (AASM : America Academic of Sleep Medicine) の睡眠判定マニュアルに基づき判定した (8)。しかし、当該する睡眠段階に入ることができなそうだと判断されたときに、N2 の場合は 1 時間までに、

図 2. 実験 2 のプロトコル図



N3 の場合には 1.5 時間までに待ち時間を持ってから実験参加者を覚醒させることとした。

図 2. 実験 2 のプロトコル図

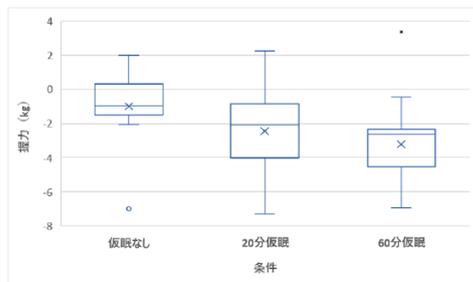
統計解析については、SPSS Statistics 28.0(IBM Inc.)を用いた。統計解析対象項目は、3(N2, N3, wake) × 2(KSS, 記録差) × 2(3.3.3 シークエンス, 3.6.3 シークエンス) = 12 項目とした。

各項目に対しては、正規性の検定を行い、条件(N2, N3, wake) ×測定セッション(Post1, Post2, Post3)の二元配置分散分析を行った。条件(N2, N3)の待ち時間以内までに目標の睡眠段階に入れなかった場合は、解析から除外した。

4. 研究成果

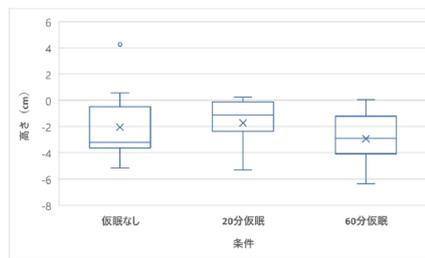
4-1. 異なる仮眠時間による睡眠慣性が身体運動に与える影響

各条件におけるGSとCMJの値を図3に示す。20分仮眠と60分仮眠の条件間に有意差は認めなかったのに対し、60分仮眠条件におけるGSは仮眠なし条件より有意に小さく ($p=0.022$)、20分仮眠条件におけるGS値は仮眠なし条件より有意に小さい傾向が確認された ($p=0.057$)。一方でCMJについては、仮眠なしと20分仮眠、仮眠なしと60分仮眠、20分仮眠と60分仮眠、いずれにおいても条件間に有意差は認められなかった (図4)。



*: 仮眠なし条件に対する有意な条件差 ($p<0.05$)
 **: 仮眠なし条件に対する有意な条件差 ($p<0.01$)

図3 (左) GSの仮眠条件間での比較



*: 仮眠なし条件に対する有意な条件差 ($p<0.05$)
 **: 仮眠なし条件に対する有意な条件差 ($p<0.01$)

図4 (右) CMJの仮眠条件間での比較

4-2. 覚醒時の睡眠段階におけるスポーツパフォーマンスの比較

3.3.3 シークエンスの Post1 では、N2, N3 の実験課題の所要時間は、Pre に比べて長くなり ($p<0.001$, $p=0.001$)、3.6.3 の Post1 でも N2 ないし N3 での実験課題の所要時間は Pre より延長した ($p<0.001$, $p=0.01$) (図 5)。しかし、Post2 もしくは Post3 ではシークエンスや仮眠条件群にかかわらず、有意差は認められなかった。

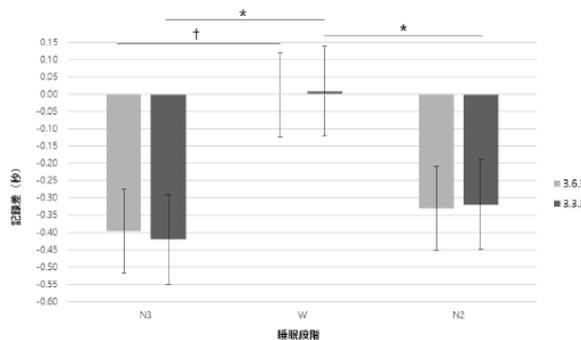


図 5. 覚醒時の睡眠段階におけるスポーツタッキングの記録差
 (W: 覚醒 N2: ノンレム睡眠第 2 段階 N3: ノンレム睡眠第 3 段階)

総括すると、実験 1 では、GS においては睡眠慣性の影響が認められたが、CMJ では有意な変化を認めなかった。要因としては、少ないサンプルサイズも挙げられるが、GS と比べ

て短尺性収縮の要素を必要とする CMJ (9)は、睡眠慣性の影響を受けづらく、一方で握力のような等尺性収縮 (10)は、睡眠慣性の影響を受ける可能性が示唆された。

実験 2 では、スポーツスタッキングに要する注意と巧緻運動機能は、仮眠直後の睡眠慣性によって低下することが実証された。また、身体運動の覚醒刺激によって睡眠慣性の影響を抑制することができ、睡眠慣性の持続時間を短縮できことが示された。

以上より、本実験における実証によって、以下の可能性が示唆された。

- ・運動パフォーマンスは、軽睡眠 (N2)、N3 ともに影響を受ける。
- ・等尺性収縮など運動の持続のあるものは、睡眠慣性の影響を受けやすい
- ・運動刺激によって、睡眠慣性は減弱する

5. 参考文献

1. Monma T, Ando A, Asanuma T, Yoshitake Y, Yoshida G, Miyazawa T, et al. Sleep disorder risk factors among student athletes. *Sleep Med.* 2018;44:76-81.
2. Merfeld B, Mancosky A, Luedke J, Griesmer S, Erickson JL, Carvalho V, et al. The Impact of Early Morning Training Sessions on Total Sleep Time in Collegiate Athletes. *Int J Exerc Sci.* 2022;15(6):423-33.
3. Burke TM, Scheer F, Ronda JM, Czeisler CA, Wright KP, Jr. Sleep inertia, sleep homeostatic and circadian influences on higher-order cognitive functions. *J Sleep Res.* 2015;24(4):364-71.
4. Hilditch CJ, McHill AW. Sleep inertia: current insights. *Nat Sci Sleep.* 2019;11:155-65.
5. Vallat R, Meunier D, Nicolas A, Ruby P. Hard to wake up? The cerebral correlates of sleep inertia assessed using combined behavioral, EEG and fMRI measures. *NeuroImage.* 2019;184:266-78.
6. Fushimi A, Hayashi M. Pattern of slow-wave sleep in afternoon naps. *Sleep and Biological Rhythms.* 2008;6(3):187-9.
7. Hart MA, Smith LA, DeChant A. Influence of participation in a cup-stacking unit on timing tasks. *Percept Mot Skills.* 2005;101(3):869-76.
8. Berry RB, Brooks R, Gamaldo C, Harding SM, Lloyd RM, Quan SF, et al. AASM Scoring Manual Updates for 2017 (Version 2.4). *J Clin Sleep Med.* 2017;13(5):665-6.
9. Ong JH, Lim J, Chong E, Tan F. The Effects of Eccentric Conditioning Stimuli on Subsequent Counter-Movement Jump Performance. *J Strength Cond Res.* 2016;30(3):747-54.
10. Dickie JA, Faulkner JA, Barnes MJ, Lark SD. Electromyographic analysis of muscle activation during pull-up variations. *J Electromyogr Kinesiol.* 2017;32:30-6.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Claussen Malte Christian, Currie Alan, Koh?Boon?Yau Eugene, Nishida Masaki, Mart?nez Vania, Burger James, Creado Shane, Schorb Alexander, Nicola Roberto Fernandes, Pattojoshi Amrit, Menon Ranjit, Glick Ira, Whitehead Jim, Edwards Carla, Baron David	4. 巻 34
2. 論文標題 First international consensus statement on sports psychiatry	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports	6. 最初と最後の頁 e14627
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/sms.14627	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 Nishida Masaki, Okano Shuta, Ichinose Atsushi, Suyama Shutaro, Youn Sumi	4. 巻 22
2. 論文標題 Daytime Napping Benefits Passing Performance and Scanning Activity in Elite Soccer Players	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Sports Science and Medicine	6. 最初と最後の頁 75 ~ 83
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.52082/jssm.2023.75	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 Murata Yusuke, Nishida Masaki, Ichinose Atsushi, Suyama Shutaro, Youn Sumi, Shioda Kohei	4. 巻 4
2. 論文標題 Potential Benefits of Daytime Naps on Consecutive Days for Motor Adaptation Learning	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Clocks & Sleep	6. 最初と最後の頁 387 ~ 401
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/clockssleep4030033	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 Nishida Masaki, Ichinose Atsushi, Murata Yusuke, Shioda Kohei	4. 巻 10
2. 論文標題 Effect of napping on a bean bag chair on sleep stage, muscle activity, and heart rate variability	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PeerJ	6. 最初と最後の頁 e13284 ~ e13284
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7717/peerj.13284	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 Nishida Masaki, Chiba Taishi, Murata Yusuke, Shioda Kohei	4. 巻 129
2. 論文標題 Effects of Sleep Restriction on Self-Reported Putting Performance in Golf	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Perceptual and Motor Skills	6. 最初と最後の頁 833 ~ 850
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/00315125221087027	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 Nishida Masaki, Takagi Shunsuke, Yamaguchi Tatsuya, Yamamoto Hiroaki, Yoshino Satoshi, Yagishita Kazuyoshi, Akama Takao	4. 巻 1
2. 論文標題 Mental health services at the Tokyo 2020 Olympic and Paralympic Games during the COVID-19 pandemic	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sports Psychiatry	6. 最初と最後の頁 36 ~ 38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1024/2674-0052/a000005	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 Nishida Masaki, Mirika Iwasa, Murata Yusuke	4. 巻 22
2. 論文標題 Regular Sleep Quality and Psychological State Correlates in Collegiate Competitive Springboard Divers	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Physical Education and Sport	6. 最初と最後の頁 100-108
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7752/jpes.2022.01012	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 Nishida Masaki, Yamamoto Kei, Murata Yusuke, Ichinose Atsushi, Shioda Kohei	4. 巻 5
2. 論文標題 Exploring the Effect of Long Naps on Handball Performance and Heart Rate Variability	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sports Medicine International Open	6. 最初と最後の頁 E73 ~ E80
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1055/a-1551-8054	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 Nishida Masaki、Ando Hiroki、Murata Yusuke、Shioda Kohei	4. 巻 0
2. 論文標題 Mental rotation performance and circadian chronotype in university students: a preliminary study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biological Rhythm Research	6. 最初と最後の頁 1~13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/09291016.2021.1890366	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 -

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 西多昌規
2. 発表標題 アスリートのメンタルヘルスを支える
3. 学会等名 日本スポーツ精神学会第21回定期学術集会, (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西多昌規, 西井拓, 市瀬敦士, 須山崇太郎, 尹首美.
2. 発表標題 遠赤外線血行促進用衣が睡眠構造と体温調節、自律神経機能に与える影響
3. 学会等名 日本睡眠学会 第45回定期学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 尹首美、村田優介、市瀬敦士、須山崇太郎、塩田耕平、西多昌規
2. 発表標題 睡眠慣性がスポーツスタッキングに与える影響
3. 学会等名 日本睡眠学会 第43回定期学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 須山崇太郎、村田優介、市瀬敦士、尹首美、塩田耕平、西多昌規
2. 発表標題 ウェアラブル高照度光療法装置が運動パフォーマンスに与える効果
3. 学会等名 日本睡眠学会 第43回定期学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西多昌規
2. 発表標題 スポーツ・コンディショニングにおける仮眠の効果
3. 学会等名 日本睡眠学会 第43回定期学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西多昌規、宮下郁也
2. 発表標題 大学生における不注意特性と眠気、運動特性の関連についての調査研究
3. 学会等名 第20回日本スポーツ精神医学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西多昌規
2. 発表標題 大学スポーツ科学部における精神科医の役割：臨床、教育、研究について
3. 学会等名 第117回日本精神神経学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西多昌規
2. 発表標題 睡眠と創造性
3. 学会等名 第68回日本病跡学会総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村田優介、西多昌規、市瀬敦士、須山崇太郎、尹首美、塩田耕平
2. 発表標題 継続的な仮眠が運動学習に及ぼす効果
3. 学会等名 日本睡眠学会・第46回定期学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西多昌規、村田優介 市瀬敦士 須山崇太郎 尹首美 塩田耕平.
2. 発表標題 継続的な高反発マットレス使用が睡眠に与える生理学的影響
3. 学会等名 日本睡眠学会・第46回定期学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西多昌規、安藤大起、村田優介、塩田耕平.
2. 発表標題 Mental Rotation Performanceのクロノタイプ別における日内変動
3. 学会等名 日本睡眠学会・第46回定期学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西多昌規
2. 発表標題 睡眠とスポーツ、精神医学の交差点と方向性
3. 学会等名 日本精神神経学会 第117回学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西多昌規
2. 発表標題 アスリートの睡眠障害
3. 学会等名 日本スポーツ精神医学会 第19回学術集会シンポジウム
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計5件

1. 著者名 西多昌規（分担執筆）	4. 発行年 2024年
2. 出版社 新興医学出版社	5. 総ページ数 176
3. 書名 睡眠障害：メンタルに悩むアスリートに寄り添いケアするための本	

1. 著者名 西多昌規	4. 発行年 2024年
2. 出版社 草思社	5. 総ページ数 320
3. 書名 眠っている間に体の中で何が起きているのか	

1. 著者名 西多昌規 (分担執筆)	4. 発行年 2021年
2. 出版社 文光堂	5. 総ページ数 288
3. 書名 睡眠と疲労 アスレティックパフォーマンス向上のための トレーニングとリカバリーの科学的基礎	

1. 著者名 西多昌規	4. 発行年 2023年
2. 出版社 大和書房	5. 総ページ数 200
3. 書名 休む技術2	

1. 著者名 西多昌規 (分担執筆)	4. 発行年 2024年
2. 出版社 文光堂	5. 総ページ数 316
3. 書名 睡眠障害. アスレティックトレーナー専門基礎科目テキスト3 スポーツ医学概論	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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 分担者	塩田 耕平 (Shioda Kohei) (40638962)	金沢星稜大学・人間科学部・講師 (33301)	

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
---------	---------