

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 18 日現在

機関番号：82632

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2023

課題番号：18K17814

研究課題名（和文）アスリートのパフォーマンスを向上させる睡眠についての研究

研究課題名（英文）Researches on athletes'sleep for performance enhancement

研究代表者

星川 雅子（Hoshikawa, Masako）

独立行政法人日本スポーツ振興センター国立スポーツ科学センター・スポーツ科学・研究部・主任研究員

研究者番号：60284923

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）：111名分のアクチグラフデータからアスリートの普段の睡眠の特徴を示した。31名のアスリートを対象に調べたところ、練習の開始時刻が睡眠の中央時刻やミュンヘンクロノタイプ質問紙のMSFscと関連していた。起床直後に20-30分間高照度光を浴びてもらったところ、昼間の眠気、POMSの活力指標とジャンプ、反応時間が有意に改善した。

時差8時間のアメリカ合衆国の都市に行く人に、出発4日前から光照射と30分ずつ睡眠スケジュールのシフトさせる時差調整を依頼したところ、睡眠効率低下の緩和は統計的有意には至らなかったが、就床時間および睡眠時間の延長は統計的に有意であった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本のアスリートの睡眠習慣がどのような状態か、海外のハイパフォーマンスアスリートと差があるのか、これまで明らかではなかったが、一般人で知られているほどの大きな差はなかった。ミュンヘンクロノタイプ質問紙で算出されるクロノタイプの指標は、アスリートのトレーニングスケジュールの影響を受けていると考えられた。

適切なタイミングでの光照射は、日本での日中のパフォーマンスや気分を改善するのに役立つほか、睡眠スケジュールのシフトと組み合わせることによって、時差のある国での睡眠の悪化を軽減できる可能性がある。

研究成果の概要（英文）：I demonstrated the characteristics of athletes' usual sleep based on actigraph data from 111 people. A study of 31 athletes found that the training start time was associated with median sleep time and the MSFsc of the Munich Chronotype Questionnaire. When subjects were exposed to high-intensity light for 20-30 minutes immediately after waking up, daytime sleepiness, one of POMS index (vigor), jump height, and reaction time were significantly improved.

The participants going on an expedition to a country with an 8-hour time differences, were exposed to light immediately after their waking and sleep schedule shifts by 30 minutes from 4 days before their departure. The increase in sleep duration was observed after their arrival (in USA).

研究分野：スポーツ科学

キーワード：アスリート 睡眠 時差

## 1. 研究開始当初の背景

申請者は、「“アスリートが、国内での強化で良い状態をつくり、それをなるべく崩さずに海外へ移動し、国際大会を戦う”ことが良い競技成績につながる」という考えのもと、国内の強化に関連する事柄として「自宅での睡眠」、遠征先が高地の場合に事前順化を得るための「低酸素環境での睡眠」、海外への移動に関する事柄として「時差調整」という視点から研究を行ってきた。研究開始当初、日本のアスリートの睡眠に関して大人数の調査としては質問紙によるものが行われており( )、アクチグラフなどウェアラブルデバイスを用いた簡易的な評価もあまり行われてはいなかった。アスリートの時差調節についてはいくつかの事例が報告されていたが( )、報告数が少なく、さらにエビデンスとなるべきデータを収集する必要があった。そこで本研究では、「自宅での睡眠」と「時差調整」に焦点をあてた研究を行うこととした。

## 2. 研究の目的

本研究は、4つの研究で構成した。それぞれの研究目的は下記であった。

### 「自宅での睡眠に関する研究」

- (1) 日本のアスリートの睡眠習慣の特徴をアクチグラフデータから表現すること
- (2) アクチグラフや質問紙で調べられた睡眠スケジュールの特徴とトレーニングスケジュールとの関連を調べること
- (3) アスリートに起床直後に高照度光を20 - 30分あびてもらい、昼間の眠気、気分、パフォーマンスが改善するかを実験的に調べること

### 「時差調整に関する研究」

- (4) アメリカ合衆国の都市へ遠征する人を対象に、渡航前にゴーグル式の光照射装置を用いた時差調整を行ってもらい、効果を調べること

## 3. 研究の方法

### (1)日本のアスリートの睡眠習慣 アクチグラフを用いた計測結果

2013年から2021年の間に申請者が依頼したアクチグラフを用いた睡眠計測のうち、アスリートが対象で、就寝・起床時刻についての指定や特別な環境(高地・低酸素・海外遠征中・海外からの帰国後など)の条件がなく、かつ2夜分以上計測されたものを分析対象とした。該当したのは111名分(男子66名、年齢 $22.7 \pm 3.6$ 歳、身長 $173.4 \pm 8.4$ cm、体重 $74.1 \pm 14.9$ kg;女子45名、 $22.6 \pm 3.7$ 歳、身長 $163.4 \pm 5.6$ cm、体重 $56.6 \pm 5.7$ kg)であった。内訳は、強化指定選69名、ジュニア強化指定選手7名、プロ4名、大学生アスリート31名であった。記録日数は2~20日(平均 $7.9 \pm 7.1$ 日)であった。計測を行った研究は通常のトレーニング期に行われており、医薬品の服用は禁止されていた。また、睡眠障害をもつアスリートは被検者募集にあたって除外されていた。計測にはフィリップスレスピロニクス社製のアクチグラフ(Actiwatch Spectrum Plus Pro, USA)を用いた。アスリートは、就寝前に、アクチグラフを非利き腕側の手首に、上から服が覆わないように装着し、就寝・起床時にイベントマーカーボタンを押し

た。睡眠・覚醒の判定は、専用のソフトウェア (Philips Actiware 6.01、USA) で判定閾値をMedium (40 Activity counts) で設定し、1 分ごとに判定した。計測日数がアスリートごとに異なるため、就床時間、睡眠潜時、総睡眠時間、睡眠効率、各アスリートの平均値を代表値として以後の分析に用いた。対象者 111 名のうち43 名は計測期間中に練習日と休日の両方が含まれていた。

就床時間、睡眠潜時、総睡眠時間、睡眠効率の 4 つの指標に関して、シャピロ - ウィルク検定にて正規性の検定を行った。男性と女性の差の有無は、対応のない T 検定で調べた。総睡眠時間と 就床時間、総睡眠時間と睡眠効率の関係は、それぞれ直線回帰し決定係数を調べた。

## (2)アクチグラフや質問紙で調べられた睡眠スケジュールの特徴とトレーニングスケジュールとの関連

31 名のアスリートを対象に、アクチグラフの記録とミュンヘンクロノタイプ質問票およびトレーニングスケジュールの調査を行った。睡眠の中央時刻は、アクチグラフの睡眠スケジュールの中央時刻の平均値を各アスリートの代表値とした。ミュンヘンクロノタイプ質問票では MSFsc を指標とした。トレーニングスケジュールは、1 週間分全体を記録してもらい、最も早いトレーニングや練習の開始時刻を各アスリートの代表値とした。各指標の関係については、ピアソンの積率相関係数を調べた。

## (3)起床直後の高照度光照射が昼間の眠気、気分、パフォーマンスに及ぼす影響

38 名のアスリートに 2 週間、毎日アクチグラフを用いた睡眠計測と起床直後のコンディションチェックを依頼した。そのうち 16 名には起床直後に 20 - 30 分、高照度光照射を行ってもらった (介入群)。そして、その 2 週間の前後に、全員を対象にエプワース眠気尺度による昼間の眠気の調査、POMS の疲労と活力の指標の調査を行った。パフォーマンステスト (10 分間の精神動態覚醒水準課題テストの反応時間、握力、垂直跳び・スクワットジャンプ・リバウンドジャンプの跳躍高、自転車エルゴメーター運動中の心拍数) は、アスリートのコンディションに応じて、選んで実施した。

## (4)時差 8 時間のアメリカ合衆国の都市へ行く場合の事前の時差調整

時差 8 時間のアメリカ合衆国の都市へ行くアスリートおよび健康な成人男女あわせて 14 名に、アクチグラフを用いて、日本とアメリカでの睡眠計測を依頼した。14 名のうち 7 名には、出発 4 日前から、1 日 30 分ずつ睡眠スケジュールを前進させることと、起床直後に 20 分間、眼鏡型の光照射装置 (Propeaq、オランダ) の利用を依頼し (時差調整群) それ以外の 7 名 (対照群) には依頼しなかった。

## 4 . 研究成果

### (1)日本のアスリートの睡眠習慣 アクチグラフを用いた計測結果

就床時間、睡眠潜時、総睡眠時間、睡眠効率すべてにおいて性別による差はみられなかった。睡眠潜時が 30 分以上のアスリートは 4 名 (3.6%)、総睡眠時間が 6 時間未満のアスリートは 33 名 (29.7%)、睡眠効率が 85% 未満のアスリートは 34 名 (30.6%) であった。就床時間、睡眠潜時、総睡眠時間、睡眠効率の 4 つの指標に関して、平均値と標

準偏差を用いて、データを第 1 区分は平均値 - 1.5SD 未満、第 2 区分は平均値 - 1.5SD 以上平均値 - 0.5SD 未満、第 3 区分は平均値 - 0.5SD 以上平均値 + 0.5SD 未満、第 4 区分は平均値 + 0.5SD 以上平均値 + 1.5SD 未満、第 5 区分は平均値 + 1.5SD 以上、の 5 区分に分け、表を作成し、論文( )として公開した。

#### (2)アクチグラフや質問紙で調べられた睡眠スケジュールの特徴とトレーニングスケジュールとの関連

アクチグラフで調べた睡眠の中央時刻と MSFsc は  $r=0.710$ 、トレーニング開始時刻と MSFsc は  $r=0.633$  の有意な相関があった。よって、質問紙で調査される睡眠の中央時刻 MSFsc は、実際の睡眠の中央時刻を反映しており、その値はトレーニングの開始時間と関連していると考えられた。このデータは、他の解析結果とあわせ、論文( )として公開されている。

#### (3)起床直後の高照度光照射が昼間の眠気、気分、パフォーマンスに及ぼす影響

起床直後に高照度を浴びた群では、昼間の眠気、反応時間の改善、POMS の活力指標、スクワットジャンプ高、リバウンドジャンプ高の改善が観察された ( $p<0.05$ )。握力、自転車エルゴメーター運動中の心拍数は変化しなかった。これらのことから、起床直後の高照度光照射は、昼間の眠気、気分のほか、主に神経 - 筋のコーディネーションが重要となる運動のパフォーマンスの改善に貢献すると考えられた。

#### (4)時差 8 時間のアメリカ合衆国の都市へ遠征する場合の事前の時差調整

分散分析の結果、日本国内での睡眠パラメータ(就床時間、睡眠潜時、睡眠時間、中途覚醒時間、睡眠効率)はすべて時差調整群とコントロール群で差がなかった。アメリカ合衆国内では、睡眠潜時は両群で差がなかった。平均値でみると、中途覚醒時間は時差調整群で短く、睡眠効率が高い傾向にあったが、群間の差は統計的有意には至らなかった。就床時間と睡眠時間は時差調整群のほうが長かった。

#### (5)小冊子およびリーフレット、コロンビアジェットラグスケール日本語版の作成

本科研費と申請者の過去の研究成果、他の研究者の論文( )等をあわせ、アスリート向けの睡眠小冊子と時差調整のリーフレットを作成した。

原版の著者の許可を得て、コロンビアジェットラグスケール( )を和訳した。妥当性を検討するのに必要な和文の質問票が他にないことと、経時的に変化する症状を評価対象としているため再現性を評価しづらく、妥当性・再現性の検証は行えていない。

#### <引用文献>

星川雅子, 内田直, 藤田淑香. 日本人トップ アスリートを対象とした睡眠習慣に関する質問紙調査. 日本臨床スポーツ医学会誌, 23 (1): 74-87, 2015.

Hoshikawa M, Uchida S, Hirano Y. A subjective assessment of the prevalence and factors associated with poor sleep quality amongst elite Japanese athletes. Sports Med Open, 4 (1): 10, 2018.

Monma T, Ando A, Asanuma T, et al. Sleep disorder risk factors among student

athletes. *Sleep Med*, 44:76-81, 2018.

Burgess HJ, Crowley SJ, Gazda CJ, Fogg LF, Eastman CI. Preflight adjustment to eastward travel: 3 days of advancing sleep with and without morning bright light. *J Biol Rhythms* 18: 318–328, 2003.

Hosikawa M, Uchida S, Dohi M. Effect of pre-flight circadian phaseshifting approach on sleep variables after 9 time-zone eastward transition: A case report. *Sleep Biol Rhythms* 16: 457–461, 2018.

星川雅子. 日本人アスリートの睡眠習慣 アクチグラフを用いた計測結果 . *Journal of High Performance Sport*, 11:96-105, 2023.

Hoshikawa M. Chronotypes in elite Japanese athletes: assessed by the reduced Morningness-Eveningness and Munich ChronoType Questionnaires. *Chronobiol Int*, 38(6): 820-829, 2021.

Van Rensburg DCJ, Van Rensburg AJ, Flower PM, et al. Managing travel fatigue and jet lag in athletes: A review and consensus statement. *Sports Med* 51(10): 2029-2050, 2021.

Walsh NP, et al. Sleep and the athlete: narrative review and 2021 expert consensus recommendations. *Br J Sports Med*, 55: 356-358, 2021.

Facer-Childs E, Brandstaetter R. Circadian phenotype composition is a major predictor of diurnal physical performance in teams. *Front. Neurol.* 6:208, 2015. doi: 10.3389/fneur.2015.00208

Spitzer RL, Terman M, Williams JBW, et al. Jet lag: Clinical features, validation of a new syndrome-specific scale, and lack of response to melatonin in a randomized, double-blind trial. *Am J Psychiat*, 156(9): 1392-1396, 1999.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Masako Hoshikawa	4. 巻 38 (6)
2. 論文標題 Chronotypes in elite Japanese athletes: assessed by the reduced Morningness-Eveningness and Munich ChronoType Questionnaires	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chronobiol Int .	6. 最初と最後の頁 820-829
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/07420528.2021.1897608.	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 Hoshikawa Masako, Uchida Sunao, Dohi Michiko	4. 巻 34
2. 論文標題 Intervention for Reducing Sleep Disturbances After a 12-Time Zone Transition	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Strength and Conditioning Research	6. 最初と最後の頁 1803 ~ 1807
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1519/JSC.0000000000003640	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 星川雅子	4. 巻 14(1)
2. 論文標題 国際的に活躍するアスリートの時差対策の実際	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 睡眠医療	6. 最初と最後の頁 45-51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 星川雅子	4. 巻 36(7)
2. 論文標題 アスリートにおける生体リズム	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 臨床スポーツ医学	6. 最初と最後の頁 720-725
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 星川雅子	4. 巻 71(3)
2. 論文標題 アスリートの睡眠と時差調整	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 生体の科学	6. 最初と最後の頁 243-248
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 Masako Hoshikawa	4. 巻 53
2. 論文標題 Relationships between the Munich Chronotype questionnaire index and time at minimum core temperature	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biological Rhythm Research	6. 最初と最後の頁 1782-1789
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/09291016.2022.2041797	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 星川雅子	4. 巻 11
2. 論文標題 日本人アスリートの睡眠習慣 アクチグラフを用いた計測結果	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of High Performance Sport	6. 最初と最後の頁 96-105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 星川雅子	4. 巻 36(7)
2. 論文標題 アスリートと睡眠の基礎知識 アスリートにおける生体リズム	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 臨床スポーツ医学	6. 最初と最後の頁 720-725
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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12件（うち招待講演 7件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 星川雅子
2. 発表標題 アスリートの睡眠スケジュールと光の活用
3. 学会等名 第32回日本臨床スポーツ医学会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 星川雅子
2. 発表標題 睡眠が子どもの心身を育む - 疲労回復、学力、パフォーマンス -
3. 学会等名 第4回「日本の未来とスポーツ」コンファレンス（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 星川雅子
2. 発表標題 就寝前の電子機器使用制限と起床後の高照度光照射が睡眠パラメータとパフォーマンス、気分にあぼす影響
3. 学会等名 第75回日本体力医学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 星川雅子
2. 発表標題 アスリートにおける生体リズム
3. 学会等名 日本睡眠学会（招待講演）
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 星川 雅子
2. 発表標題 大会に向けた睡眠・生体リズム調整
3. 学会等名 HPSCカンファレンス2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masako Hoshikawa, Michiko Dohi, Mariko Nakamura
2. 発表標題 Effects of evening cryotherapy on core temperature and sleep after eastward transition: A case study
3. 学会等名 第46回日本低温医学会総会（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 星川雅子
2. 発表標題 高地トレーニングと睡眠
3. 学会等名 第22回高所トレーニング国際シンポジウム（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 星川雅子
2. 発表標題 アスリートと睡眠
3. 学会等名 一般社団法人アスリートヨガ事務局カンファレンス（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masako Hoshikawa
2. 発表標題 Study of factors related to travel fatigue, sleep & jet lag
3. 学会等名 AFCメディカルカンファレンス(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 星川雅子
2. 発表標題 アスリートの睡眠習慣 -アクチグラフを用いた計測結果-
3. 学会等名 日本睡眠学会定期学術集会・日本時間生物学会学術大会合同大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 星川雅子、福田一彦、木暮貴政
2. 発表標題 トップアスリートにおける金縛り(睡眠麻痺)体験 その背景要因について
3. 学会等名 日本睡眠学会定期学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 星川雅子
2. 発表標題 アスリートのリカバリー -睡眠の視点から-
3. 学会等名 第34回日本臨床スポーツ医学会学術大会(招待講演)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 星川雅子 (分担執筆)	4. 発行年 2024年
2. 出版社 文光堂	5. 総ページ数 5
3. 書名 アスレティックトレーナー専門基礎科目テキスト 2 スポーツ科学概論. 時間生物学	

〔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
---------------------------	-----------------------	----

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