

特集【アスリートの睡眠による戦略的リカバリー】

生体リズム研究の最新知見から考えるベストパフォーマンスを発揮するためのリズム調整

安藤 加里菜*

I. はじめに

陸上競技などのタイムで記録を争う競技では、世界記録が生まれる瞬間が、午後遅めあるいは夕方の時間帯が多いといわれる⁷⁾。世界記録ではなくとも、早朝より午後のほうがパフォーマンスがよいと自ら感じている選手も多いだろう⁷⁾。競技に近い形で行われた研究では、1日をとおした水泳パフォーマンスの日内リズムと、体温の日内リズムとの関連を調べたものがある^{7,10)}。この研究では25名の選手を8グループに分け、各グループの開始時刻を3時間ずつずらして、200m自由形のタイム(泳パフォーマンス)を3時間おきに8回調べたときの24時間の泳パフォーマンスの日内リズムと耳内温の日内リズムを測定し、Z変換で標準化したパフォーマンス指標と耳内温との関連を調べた¹⁰⁾。その結果、泳パフォーマンスの日内リズムは耳内温の変化(体温の日内リズム)と関連することが示された(図1)。

II. パフォーマンスとクロノタイプ

クロノタイプは、個人の睡眠-覚醒リズムに基づいたサーカディアンリズムの表現型として知られ、一般的に

は質問紙によって調べられる⁷⁾。代表的な質問紙として、朝型-夜型質問紙(MEQ)とミュンヘンクロノタイプ質問紙(MCTQ)がある⁷⁾。体温の日内リズムは個人のクロノタイプによって異なり、朝型と評価された人のほうが夜型と評価された人よりも位相が前進している^{7,2)}。

個人の最も良いパフォーマンスが発揮される時間帯(ピークパフォーマンスタイム)は朝型のアスリートのほうが夜型のアスリートより早い³⁾。大学生アスリートを対象に持久力パフォーマンスの日内リズム(7時, 10時, 13時, 16時, 19時, 22時)を調べた研究では、ピークパフォーマンスタイムは朝型で12時12分、中間型で15時49分、夜型で19時40分となり、夜型のアスリートのほうが朝型のアスリートよりも遅かった³⁾(図2)。ピークパフォーマンスタイムは個人のクロノタイプによって異なることが示されている。

この研究でスポーツパフォーマンスは1日をとおして26%の変動が見られた³⁾。また、起床時からピークパフォーマンスタイムまでの経過時間を見ると、朝型で5時間36分後、中間型で6時間30分後、夜型で11時間11分後となり、夜型で起床時からピークパフォーマンスタイムまでの経過時間が最も長くなることが報告された³⁾。この研究では、夜型のアスリートに朝のパフォーマンス低下も見られた。

クロノタイプには遺伝要因と環境要因が関連し、近年アスリートのクロノタイプと時計遺伝子多型との関連を

* 株式会社ユーフォリア 法人ソリューションチーム データマネジメントグループ

〒102-0085 東京都千代田区六番町 5-5 飯田ビル 2F

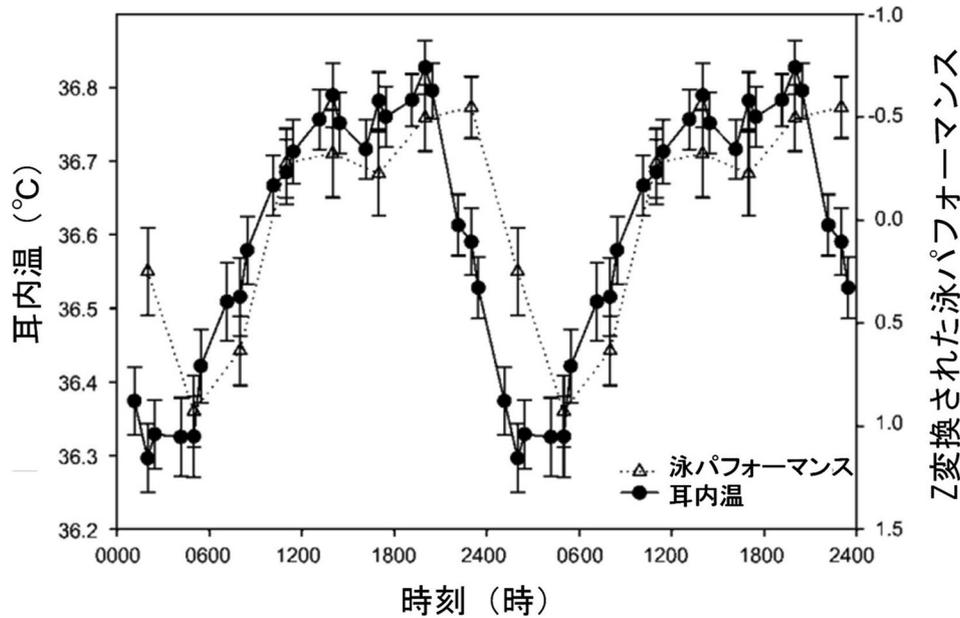


図1 耳内温と泳パフォーマンスの日内リズム
文献10を元に作成

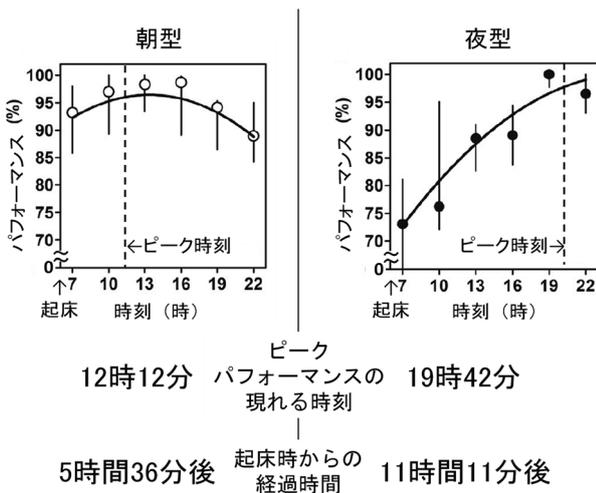


図2 パフォーマンスとクロノタイプの違い
文献3を元に作成

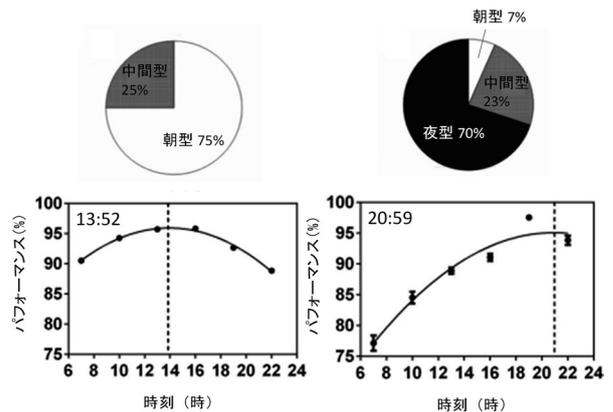


図3-a (左) 朝型 75%, 中間型 25% のチームのピークパフォーマンスタイム
図3-b (右) 朝型 7%, 中間型 23%, 夜型 70% のチームのピークパフォーマンスタイム
文献4を元に作成

調べた報告が増えている^{7,11,5)}。

チームスポーツでは、チームを構成するアスリートの朝型、中間型、夜型といったクロノタイプの構成割合によって、チームのピークパフォーマンスタイムが異なることも報告されている⁴⁾。質問紙で評価したクロノタイプとチームのスポーツパフォーマンスの日内リズムとの関連を調べた研究がある。この研究では、チームのピークパフォーマンスタイムは、クロノタイプの構成が朝型75%、中間型25%のチームでは13:52(図3-a)となり、構成が朝型7%、中間型23%、夜型70%のチームでは、20:59(図3-b)であった。チームに所属するアスリー

トのクロノタイプの構成割合によってピークパフォーマンスタイムに7時間の差がみられ、チームパフォーマンスは1日をとおして最大15%変動した⁴⁾。

チームのピークパフォーマンスタイムを予測する主要な因子は、チームを構成する夜型の割合との関連が見られた。クロノタイプはチームパフォーマンスの予測因子となり得る。クロノタイプは1日をとおしたチームパフォーマンスの日内リズムを理解することに役立つだろう。

Ⅲ. 光を活用した生体リズム調整

深部体温やホルモン分泌などの生体リズムを制御している中枢時計は脳の視床下部にある視交叉上核と考えられている。中枢時計のリズムに対して最も強い作用をもつ同調因子は高照度光であるが、その影響は照射されるタイミングによって異なる。深部体温の最低時刻よりも前の数時間に光が照射されるとリズムは後退し、最低時刻よりも後の数時間に光が照射されるとリズムは前進する(図4)^{8, 12)}。一般的な生活時間でいえば、高照度光を深夜に浴びるとリズムは後退し、早朝に浴びると前進する^{8, 12)}。

高照度光を活用した生体リズムの調整には、1万ルクス以上の太陽光のような明るさが必要である¹³⁾。照明を何連も繋げて明るさを保つ必要があるため、これまでは大きな光照射装置が用いられてきた。大きな光照射装置

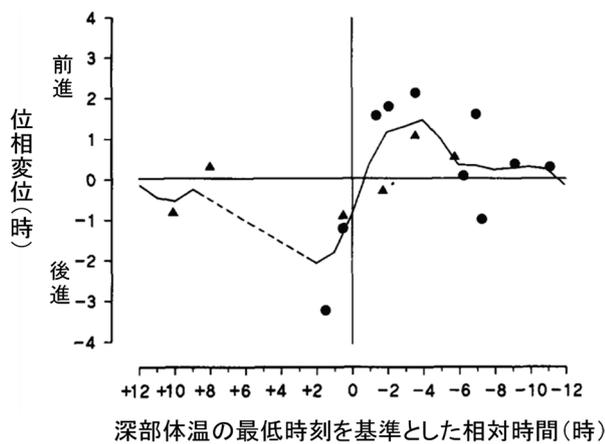


図4 光の位相反応曲線
文献12を元に作成

は持ち運びが簡単ではなく、電源のある場所でしか使用することができなかった。最近、欧米では生体リズムの調整や眠気の改善にメガネ型光照射装置が開発され、用いられ始めている¹⁵⁾。メガネ型光照射装置は電源のないところで使用でき持ち運びも手軽である。日本では、睡眠障害の患者を対象とした生体リズム調整の自宅療法として、メガネ型光照射機器が用いられ始めている^{14, 9)}。しかし、メガネ型光照射機器を用いた生体リズム調整の客観的なデータや効果に関して、アスリートに十分な科学的根拠は提供されていない。また、これまでに生体リズム調整について1日でのどの程度の位相が変化するかは明らかにされてこなかった。一般的に、生体リズムを前進させる(早寝早起きとなる)ほうが時間がかかる。そこで、筆者らはハイパフォーマンススポーツセンターにおいて早朝・夜間に開催される競技会にアスリートの生体リズムを合わせる手法としての活用を念頭に、6日間、就寝-起床リズムをずらすことに加え、メガネ型光照射機器を早朝30分間使用することで、深部体温リズムがどの程度前進するかを調べた。深部リズムの測定にはカプセル型経口体温計を用い、24時間の連続記録した深部体温をコサイン法で回帰したときの頂点位相によって深部体温リズムの変化を評価した¹⁾。

その結果、若年男女において通常よりも2時間早い時間帯で就寝-起床し、それを連続した6日間繰り返すことで深部体温リズムの位相に1時間程度の前進がみられた。就寝-起床時刻を変化させることに加えて、メガネ型光照射機器の活用によって1万ルクスの光を早朝起床時に30分間浴びることで深部体温リズムの位相に3時間

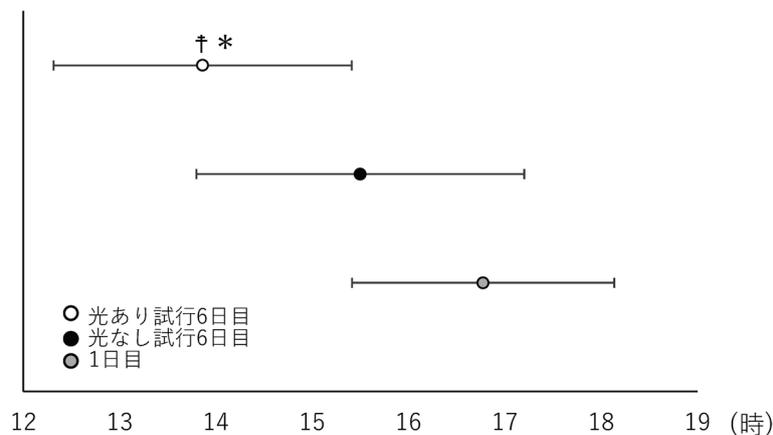


図5 深部体温リズムのピーク時刻
*P < 0.05, vs. 光なし試行 †P < 0.05, vs. 1日目
文献1より引用

程度の前進がみられた。深部温リズムの位相は、光なし試行と比較して光あり試行でより前進し、光あり試行においてのみ1日目と比較して6日目で有意な前進が認められた(図5)。また、就寝-起床時刻を変化させることは夜間睡眠の質を低下させる可能性が考えられたが、メガネ型光照射機器の活用によって夜間睡眠の質の低下の抑制も認められた¹⁾。

アスリートの生体リズム調整において持ち運びも手軽であるメガネ型光照射機器の活用は有用であると考えられる。ただし、生体リズム調整のしやすさは個人差が大きいため、個人差を考慮に入れた上で実施する必要がある¹⁾。

IV. アスリートにおける生体リズム調整

アスリートは、日中に激しい練習・トレーニングを行わなければならない。睡眠が不足すると体調管理が難しくなる。海外渡航を伴う場合、航空機内では自宅のようにぐっすり眠ることが難しいため、渡航前の時点で睡眠が不足していると、渡航先に到着したときには相当な睡眠不足となり、体調不良がひどくなりやすい。そのため、ハイパフォーマンススポーツセンターでは渡航前の睡眠スケジュールのシフトを計画するにあたって、出発前夜以外は就床時間を少なくとも7時間以上にするように配慮している⁸⁾。

原則は、選手自身に睡眠や生体リズム調整の重要性を理解してもらい、自身にあった方法で生活習慣改善や睡眠環境を整えてもらうことが重要である。一方で、選手をサポートするスタッフは、個々の状態や影響し得る要因を客観的あるいは主観的に把握し、どのような対策が最善であるかを各種専門家と連携して、提案できるように準備しておく必要がある⁶⁾。

V. 終わりに

生体リズムとパフォーマンスおよび光を活用した生体リズムの調整、アスリートにおける生体リズム調整について記した。アスリートを対象としたスポーツパフォーマンスと時間栄養・運動に関する研究はまだ数少ないが、国際競技力向上に向けた医科学的支援のために今後さら

なる研究成果や知見の蓄積が望まれる。最近では、生体リズム調整に重要な睡眠情報をウェアラブルデバイスでも計測できるようになった。自身のコンディション評価をする選択肢が増え、それぞれのアスリートが自分にあった生体リズム調整の方法を身につけ、存分にベストパフォーマンスを発揮してくれることを願っている。

文 献

- 1) 安藤加里菜, 清水和弘: アスリートにおけるコンディション評価システムの構築と新規手法の開発に関する研究・新しい器具・手法を用いたコンディショニングに関する研究: ハイパフォーマンススポーツセンター スポーツ医・科学研究事業 令和4年度報告書
- 2) Baehr EK, et al: Individual differences in the phase and amplitude of the human circadian temperature rhythm: with an emphasis on morningness-eveningness. *J Sleep Res* 9: 117-127, 2000.
- 3) Facer-Childs E et al: The impact of circadian phenotype and time since awakening on diurnal performance in athletes. *Current Biol* 25: 518-522, 2015.
- 4) Facer-Childs E et al: Circadian phenotype composition is a major predictor of diurnal physical performance in teams. *Front. Neurol.* 6: 208, 2015.
- 5) Henst et al: A chronotype comparison of south African and Dutch marathon runners: The role of scheduled race start times and effects of performance 32: 858-868, 2015
- 6) 広瀬統一: 競技スポーツにおいて、アスリートの睡眠をどう指導するのか。睡眠医療。14: 35-39, 2020.
- 7) 星川雅子: アスリートにおける生体リズム。臨床スポーツ医学。36(7): 720-725, 2019.
- 8) 星川雅子: 国際的に活躍するアスリートの時差対策の実例。睡眠医療。14: 45-51, 2020.
- 9) 亀井雄一, 内山 真: 光療法。医学のあゆみ 214(3): 227-231, 2005.
- 10) Kline CE, et al: Circadian variation in swim performance. *J App Physiol* 102: 641-649, 2007.
- 11) Kunorozva L, et al: Chronotype distribution in professional rugby players: evidence for the environment hypothesis? *Chronobiol Intern* 34: 762-772, 2017.
- 12) Minors DS, Waterhouse JM, Wirz-Justice A. A human phase-response curve to light. *Neurosci Lett.* 1991 Nov 25; 133(1): 36-40.
- 13) 三島和夫: 社会的ジェットラグと睡眠。生活と健康。24(8): 32-39, 2019.
- 14) Pail G, Huf W, Pjrek E, Winkler D, Willeit M, Praschak-Rieder N, et al.: Bright-light therapy in the treatment of mood disorders. *Neuropsychobiology.* 64: 152-162, 2011.
- 15) Slama H, Deliens G, Schmitz R, Peigneux P, Leproult R.: Afternoon Nap and Bright Light Exposure Improve Cognitive Flexibility Post Lunch. *PLo ONE* 10(5): e0125359, 2015.