

ウェアラブルデバイスを使った睡眠改善法

執筆者 KDDI 総合研究所 共創部門 健康医療 G 高山 史徳
KDDI 総合研究所 共創部門 健康医療 G 目黒 巧巳

▼記事のポイント

<サマリー>

「健康に良いことはだいたい嫌われるものだが、人が唯一好むものがある。それは心地よい夜の眠りだ。」これは、19 世紀後半から 20 世紀初頭にかけて小説家や編集者として活躍した Edgar Watson Howe の言葉である。本稿は、心地よい眠りをとりたいと願う一般の健康愛好家を対象読者層とし、睡眠時間と健康との関係や現代人の睡眠時間に関する調査結果をまとめた上で、昨今普及しているウェアラブルデバイスを使って睡眠を改善するアプローチを考察した。

睡眠時間と健康との関係を調査した一連の論文から、睡眠時間は長すぎても短すぎても良いわけではなく、一般人の場合には 7 時間台（主観値）が一つの目安になることを述べた。睡眠時間の主観値と客観値を比較した研究を眺めると、我々が認識している睡眠時間は、デバイスによって計測された睡眠時間とは大きな隔りがある上、過小認識している者から過大認識している者までいることがわかった。また、ウェアラブルデバイスで計測できる睡眠指標のうち、睡眠・覚醒状態に関する指標は、研究で活用できるレベルの精度で評価可能な一方、睡眠段階に関する指標の精度は現状では不十分である。したがって、ウェアラブルデバイスを使う健康愛好家へのお勧めは、総睡眠時間や睡眠効率といった指標をもとに、自身の睡眠状態を把握することである。また、日々の睡眠時間や就床時刻、起床時刻のバラつきにも気を配り、睡眠の一貫性を保つことが出来れば、健康度をより高められる可能性がある。最後に、睡眠は運動や栄養を代表とするありとあらゆる生活習慣が影響する。裏を返すと、ある人の睡眠状態は生活習慣を反映した結果とも言える。何かとストレスフルな現代社会を生きる健康愛好家は、睡眠以外の生活習慣の改善を図ることが理想の睡眠への近道かもしれない。

<主な登場人物>

Fitbit Oura Ring WHOOP 国民健康・栄養調査 PSG 検査 アクティグラフィー

<キーワード>

ヘルスケア 睡眠時間 社会的ジェットラグ 健康

<地域>

世界

1 はじめに

我々は、人生の約3分の1もの時間を眠って過ごしている。その睡眠は、疲労の回復源や日々の活力源として、誰しも重要と認識しているものの、何かとストレスフルな現代社会では心地よい眠りにつくのが難しいときもある。今回、執筆者は、主に睡眠時間に着目し、国内外の学術論文を調査した。本稿で想定している読者層は、一般の健康愛好家であり、睡眠時間と健康との関係や現代人の睡眠時間に関する調査結果をまとめた上で、昨今普及しているウェアラブルデバイスを使って睡眠を改善するアプローチを考察した。

2 どれくらい寝たら良いのか？

理想的な睡眠時間は、年齢や性別、遺伝的特性、起きている時間の身体活動量に加え、個々の健康観によっても変わると考えられ、万人に共通する最適値を見出すことは困難である。それを前提とした上で、睡眠時間と健康指標との関係を検証したコホート研究をもとに、一つの目安を導いてみる。なお、コホート研究とは、特定の集団を対象として、疾病や死亡を引き起こす要因と発症率、死亡率との関係を調べる観察研究である。

2021年の論文¹では、日本、中国、シンガポールおよび韓国の4カ国、合計9つのコホート研究のデータを用いて、合計30万人以上（平均年齢：54.5歳）を対象に、自己申告の睡眠時間を調査した上で、平均10年以上にわたり全死亡率（一定期間中に死亡した人の割合）との関係を検証している。その結果、全死亡率が最も低くなるのは男女ともに7時間台であり、それよりも短かったり、長かったりすると死亡リスクが高まっていた。どちらかという短時間睡眠（短眠）よりも長時間睡眠（長眠）で悪影響があるようで、死亡リスクが最も高まるのは男女ともに10時間以上であった。つまり、睡眠時間と死亡リスクとの関係はJ字型の曲線となった。次に、40-69歳の日本人約10万人を対象に、自己申告の睡眠時間を調査した上で、約20年にわたり追跡した論文²をみていく。この論文によると、7時間台と比較した場合、男性では10時間以上、女性では8時間台あるいは10時間以上の場合に死亡リスクが高まっていた。興味深いことに、この研究では、7時間台のグループと7時間未満のグループを比較した結果、統計学的には死亡リスクに差がなかった。より新し

¹ Svensson, T., Saito, E., Svensson, A. K., Melander, O., Orho-Melander, M., Mimura, M., Rahman, S., Sawada, N., Koh, W. P., Shu, X. O., Tsuji, I., Kanemura, S., Park, S. K., Nagata, C., Tsugane, S., Cai, H., Yuan, J. M., Matsuyama, S., Sugawara, Y., Wada, K., … Inoue, M. (2021). Association of Sleep Duration With All- and Major-Cause Mortality Among Adults in Japan, China, Singapore, and Korea. *JAMA network open*, 4(9), e2122837.

² Svensson, T., Inoue, M., Saito, E., Sawada, N., Iso, H., Mizoue, T., Goto, A., Yamaji, T., Shimazu, T., Iwasaki, M., & Tsugane, S. (2021). The Association Between Habitual Sleep Duration and Mortality According to Sex and Age: The Japan Public Health Center-based Prospective Study. *Journal of epidemiology*, 31(2), 109–118.

い論文³では、合計85のメタアナリシスを分析している。なお、メタアナリシスとは、分析の分析を意味し、複数の研究結果を統合分析する手法である。そして、この論文は、そういったメタアナリシスをさらに集めた上で、分析したアンブレラレビューであり、情報やエビデンスの質がより高くなっていると考えられる。その論文で得られた最も強い示唆をみると、長眠が全死亡率の増加に関係するエビデンスであった。何時間以上を長眠とするのかは個々の研究によって扱いが異なっていたが、少なくとも8時間を超えていた。これまでに紹介した3つの論文を踏まえると、単に寝れば寝るほど良いわけではないと言える。

なぜ長眠だと死亡リスクが高まるのか。Sleep Medicine Reviewsに掲載されたレビュー論文⁴では、長眠が死亡リスクを高める理由として、以下の7項目を挙げている。

1. 睡眠の断片化 (Fragmentation)
2. 疲労 (Fatigue)
3. 免疫機能 (Immune Function)
4. 光周期性の異常 (Photoperiodic Abnormalities)
5. チャレンジ不足 (Lack of Challenge)
6. うつ (Depression)
7. 疾患の経過 (Underlying Disease Process)

このうち、睡眠の断片化は、中途覚醒時間あるいは就床時間から実際に寝始めるまでの時間差を表す睡眠潜時の増加によって、睡眠効率が低下している状態である。つまり、ベッド、布団で寝転がっている時間の割に、実際に寝ている時間が少なくなっている。また、チャレンジ不足とは、長眠であるがゆえに運動、放射線照射、熱ショック、寒冷ショック、過重力など、適度であれば健康を増進する生理学的ストレスを受ける機会が減ることである。さらに、疾患の経過とも関係するが、調査時点で何らかの疾患（持病）を抱えていたことに加え、社会経済的地位の低さといった交絡因子の影響も死亡リスクの増加に影響を及ぼす可能性がある。ただし、多くのコホート研究では、睡眠時間と全死亡率との関係に影響する可能性がある要因を考慮した上で統計処理をしているため、詳細な因果関係は不明である。事実、前述したアンブレラレビューにおいても、長眠が死亡リスクに及ぼす影響に関するメカニズムは証明されていないとある。

一方、過体重や肥満、メタボリックシンドロームについては、短眠も大きなリスクになり得る。62の研究（横断研究：54、コホート研究：8）、合計874,367人分の

³ Gao, C., Guo, J., Gong, T. T., Lv, J. L., Li, X. Y., Liu, F. H., Zhang, M., Shan, Y. T., Zhao, Y. H., & Wu, Q. J. (2022). Sleep Duration/Quality With Health Outcomes: An Umbrella Review of Meta-Analyses of Prospective Studies. *Frontiers in medicine*, 8, 813943.

⁴ Grandner, M. A., & Drummond, S. P. (2007). Who are the long sleepers? Towards an understanding of the mortality relationship. *Sleep medicine reviews*, 11(5), 341–360.

データを分析した系統的レビュー・メタアナリシス⁵によると、短眠、長眠ともにメタボリックシンドロームのリスク上昇に関係していた。長眠と同様に、短眠の定義も個々の研究によって異なっていたが、ほとんどで多くても7時間未満であった。また、前述したアンブレラレビューをみても、短眠は過体重・肥満のリスク増加に関係するというエビデンスが確認された。

短眠が太り過ぎに影響を及ぼす理由としては、空腹感の増加や満腹感の減少といった食欲コントロールに関わるホルモン分泌に影響が生じることや、インスリン感受性の減少、食事に対する脳反応の変化などが考えられている。2022年に発表された論文⁶によると、普段の睡眠時間が6.5時間未満の過体重者を対象として、睡眠時間を8.5時間に延長することを目的とした介入を2週間行った結果、対照群に比べて摂取エネルギーが270.4kcal/日減少し、体重も0.87kg減少していた。この実験は、介入期間が短いため、変化量こそ大きくないものの、睡眠時間を増やすことが過体重者の体重減少に貢献する可能性を示している。体重を減らしたいけれど、ついつい食べ過ぎてしまう健康愛好家は、睡眠時間を気にしてみると良いのかもしれない。

ここまできると、死亡リスクを下げるという観点では、闇雲に沢山寝ることは避けた方がよい。また、死亡リスクを下げるためには、短眠よりも長眠を避けるべき一方で、短眠は太り過ぎを誘発する恐れがある。睡眠時間は、総じて長すぎても短すぎても良いわけではなく、一般人では、自己申告（自己認識）で7時間台が一つの目安になる。

3 どれぐらい寝ているのか？

睡眠時間は長すぎても短すぎても良いわけではないことを認識した次に、現代人の睡眠時間に関するデータを紹介する。

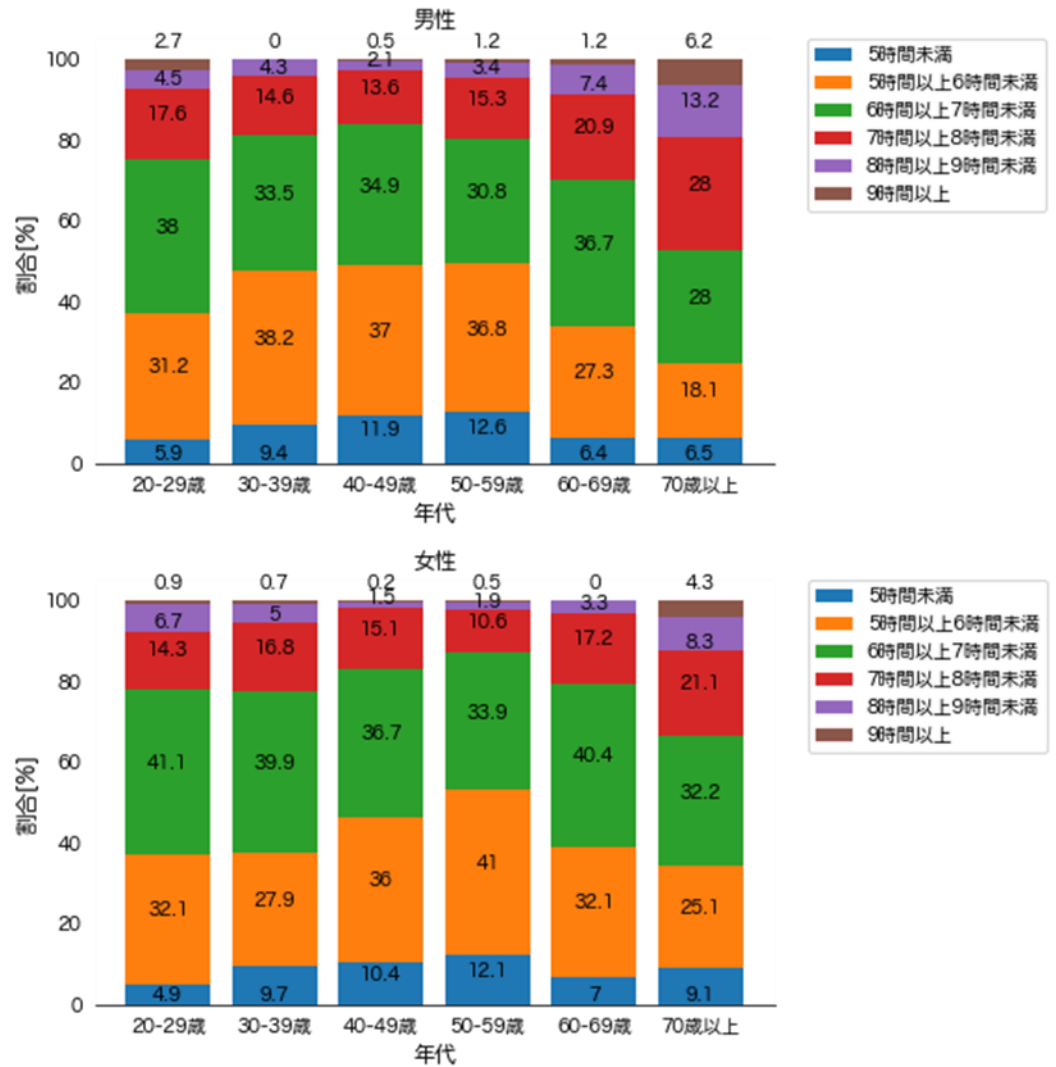
日本人の睡眠時間に関する大規模調査としては、国民健康・栄養調査がある。この調査は、国民の健康増進の推進を図るための基礎資料を得ることを目的として、2003年から毎年実施されている。ただし、新型コロナウイルス（COVID-19）感染拡大の影響によって、2020年、2021年の調査は中止となっている。睡眠時間に関しては、「ここ1ヶ月間、あなたの1日の平均睡眠時間はどのくらいでしたか。」という質問をもとに、5時間未満、5時間以上6時間未満、6時間以上7時間未満、7時間以上8時間未満、8時間以上9時間未満、9時間以上、という6段階で回答を求めている。

⁵ Hu, J., Zhu, X., Yuan, D., Ji, D., Guo, H., Li, Y., He, Z., Bai, H., Zhu, Q., Shen, C., Ma, H., Fu, F., & Wang, B. (2022). Association of sleep duration and sleep quality with the risk of metabolic syndrome in adults: a systematic review and meta-analysis. *Endokrynologia Polska*, 73(6), 968–987.

⁶ Tasali, E., Wroblewski, K., Kahn, E., Kilkus, J., & Schoeller, D. A. (2022). Effect of Sleep Extension on Objectively Assessed Energy Intake Among Adults With Overweight in Real-life Settings: A Randomized Clinical Trial. *JAMA internal medicine*, 182(4), 365–374.

2019年の調査⁷では、5,701人を分析対象とした結果、6時間以上7時間未満の割合が最も高く（34.6%）、次いで5時間以上6時間未満の割合が高かった（30.3%）。男女別かつ年代別にみると、男性では30歳から59歳まで、女性では40歳から59歳までのカテゴリーにおいて、7時間未満の人が8割以上を占めていた（【図表1】参照）。また、70歳以上の男性を除いた全カテゴリーで7時間台の睡眠時間の人は、4分の1以下の割合であった。したがって、日本人は、短眠な傾向にある。

【図表1】日本人の睡眠時間



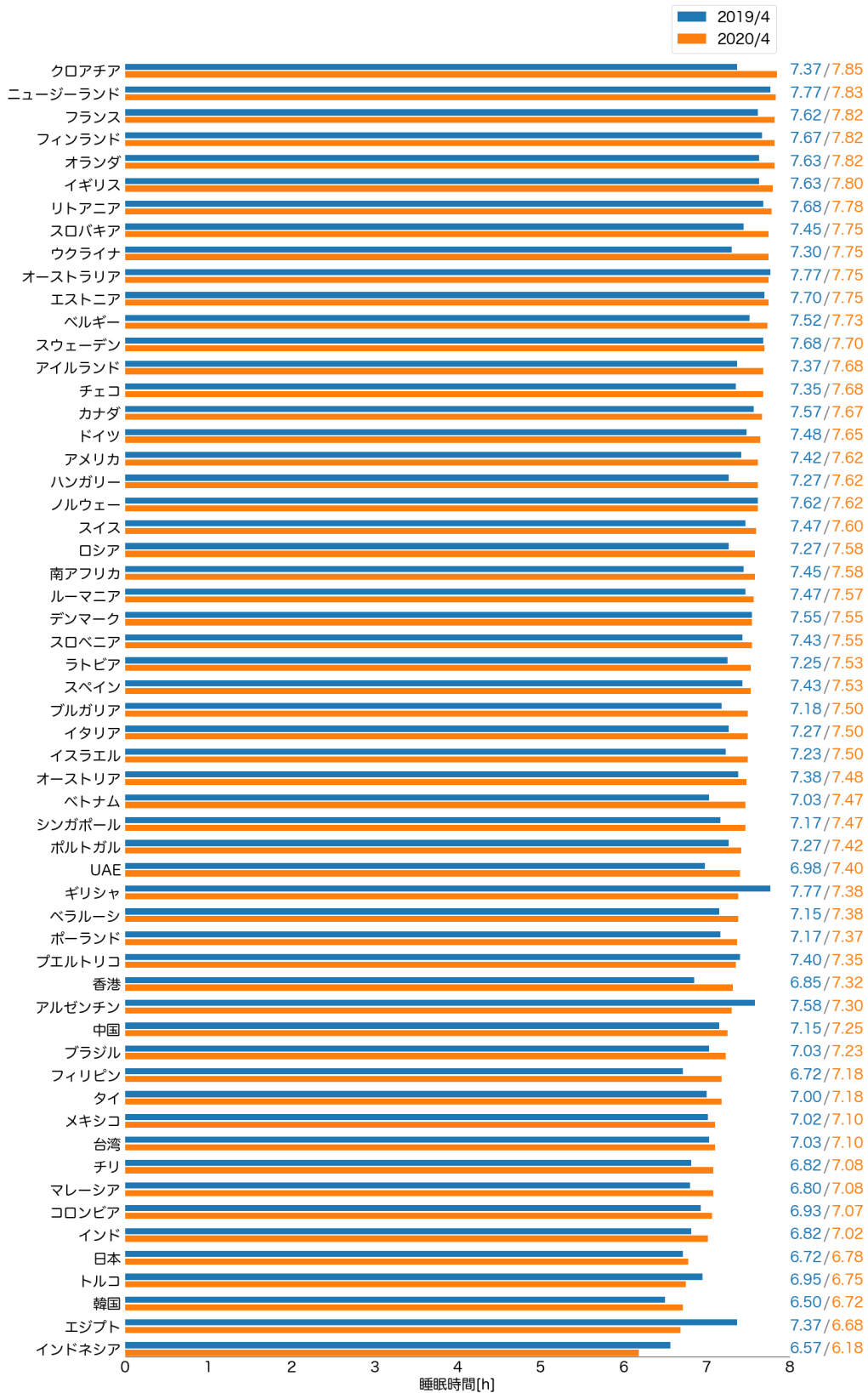
出典：令和元年国民健康・栄養調査報告をもとに作成

⁷ 厚生労働省. 令和元年国民健康・栄養調査報告. 2020.

世界の睡眠時間に関しては、2022年に発表された論文⁸をもとに説明する。この論文では、Androidのアプリ（Sleep As Android、Urbandroid (Petr Nálevka)製）ユーザー64,858人のうち、100人以上のデータがあった57カ国の自己申告の就寝時間と起床時間の平均データを確認できる。そのデータをもとに、2019年4月と2020年4月における国別の睡眠時間を算出した結果が【図表2】となる。なお、2年のデータを算出した理由は、COVID-19の感染拡大によって、睡眠時間に変化が認められたからである（COVID-19の感染拡大に伴う睡眠指標の変化は、6章で詳しく述べる）。57カ国の平均の睡眠時間は7時間台（2019年：7時間16分、2020年：7時間25分）であり、睡眠時間が最も短い国はインドネシア（2020年、6時間11分）、最も長い国はクロアチア（2020年、7時間51分）であった。日本は2019年、2020年ともに6時間台（2019年：6時間43分、2020年：6時間47分）であり、世界的にみても睡眠時間の短い国と言える。また、興味深いことに、57カ国のうち、8時間に達している国は一つもなかった。このデータは、スマートフォンアプリを日常的に使っている人を対象としていた上、国によって対象者数も異なるため、サンプルバイアスがある点に注意しなければならないが、平均値からみた場合、死亡リスクを高める長眠大国は、この57カ国の中にはないと言える。

⁸ Yuan, R. K., Zitting, K. M., Maskati, L., & Huang, J. (2022). Increased sleep duration and delayed sleep timing during the COVID-19 pandemic. *Scientific reports*, 12(1), 10937.

【図表 2】世界の睡眠時間



出典：Yuan et al. (2022) のSupplementary Informationをもとに作成

4 睡眠時間の主観値と客観値

ところで、ここまで引用した睡眠時間に関するデータのほとんどは、自己申告された主観値をもとにしている。例えば、前述した62の研究を分析した系統的レビュー・メタアナリシスによると、デバイスをもとに客観的な睡眠時間を計測した研究は数少なかった（短眠を評価した横断研究48件中3件、長眠を評価した横断研究44件中3件、コホート研究8件中0件）。睡眠時間の主観値と客観値に違いはあるのだろうか。

睡眠時間の主観値（過去1カ月間の睡眠時間）と客観値（アクティグラフィーと呼ばれる時計型加速度センサーを利用、平日と休日を含む3日間にわたり計測）を比較した論文⁹がある。その実験結果をみると、平均の差は48分に及び、客観値に比べると主観値の睡眠時間が長かった。また、客観値からでは主観値を20%しか説明できていなかった。別の論文¹⁰でも約2,000人を対象として、自己申告とアクティグラフィーの睡眠時間を比べている。その結果、睡眠時間の平均値は主観値が7.85時間であったのに対し、客観値では6.74時間と1時間以上も主観値で長かった。また、両者の関係性を表す相関係数は0.43であり、相関の程度はあまり強くなかった。なお、客観値は全就床時間（就床時刻から起床時刻までの時間）から覚醒時間を引いた時間によって算出されていたが、全就床時間を客観値に用いても、主観値との相関係数は0.48に留まっていた。さらに、アメリカの6つの州に住む様々な人種を対象とした論文¹¹では、主観値、アクティグラフィーによる客観値に加え、ゴールドスタンダードな方法¹²である睡眠ポリグラフィ（Polysomnography: PSG）検査で得られた客観値を比較している。なお、PSG検査とは、眼球運動、脳活動、心拍数、筋活動、酸素飽和度、呼吸数、体動などを評価し、多角的に睡眠状態を評価する手法である。その結果、分析対象となった約2,000人の平日の睡眠時間の平均値は主観値で7.9時間、アクティグラフィーによる客観値で6.4時間（全就床時間：7.2時間）、PSG検査による客観値で6.0時間であった。

⁹ Lauderdale, D. S., Knutson, K. L., Yan, L. L., Liu, K., & Rathouz, P. J. (2008). Self-reported and measured sleep duration: how similar are they?. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 19(6), 838–845.

¹⁰ Cespedes, E. M., Hu, F. B., Redline, S., Rosner, B., Alcantara, C., Cai, J., Hall, M. H., Lored, J. S., Mossavar-Rahmani, Y., Ramos, A. R., Reid, K. J., Shah, N. A., Sotres-Alvarez, D., Zee, P. C., Wang, R., & Patel, S. R. (2016). Comparison of Self-Reported Sleep Duration With Actigraphy: Results From the Hispanic Community Health Study/Study of Latinos Sueño Ancillary Study. *American journal of epidemiology*, 183(6), 561–573.

¹¹ Jackson, C. L., Patel, S. R., Jackson, W. B., 2nd, Lutsey, P. L., & Redline, S. (2018). Agreement between self-reported and objectively measured sleep duration among white, black, Hispanic, and Chinese adults in the United States: Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *Sleep*, 41(6), zsy057.

¹² 計測精度が高いものとして広く容認された方法

睡眠時間の主観値と客観値との相違¹³に関する最新のコホート研究¹⁴（2022年11月）もある。この研究では、2,500人以上の男性高齢者（65歳以上）を対象として、主観値と客観値（PSG検査）の睡眠時間を同時に評価した上で、平均10.8年追跡している。その結果、相違の程度は、正規分布しており、過小認識者（主観値<客観値）もいれば過大認識者（主観値>客観値）もいた。そして興味深いことに、睡眠時間を過大に認識していた者は、全死亡率が高まっていた。執筆者の知る限り、睡眠時間の相違と健康指標に着目した研究報告は数少ないものの、今後の研究によっては、自分がどれだけ正確に客観的な睡眠時間を認識出来ているのかによって、健康度が把握できるようになるのかもしれない。

ここに挙げた論文を踏まえると、自己申告の睡眠時間とデバイスによって計測された睡眠時間は平均値でみると無視できない差がある。また、客観値を基にすると、睡眠時間を過小認識している者から過大評価している者まで存在し、主観値と客観値との相関の程度もあまり強くない。したがって、健康愛好家は睡眠時間を他者あるいは何らかの情報源と比較する際には、その睡眠時間が主観値と客観値のどちらなのか、客観値であれば、計測機器が何かを確認すべきである。仮に異なる方法で評価された睡眠時間を比較している場合、その比較はそもそも成立していない可能性が高い。さらに、2章で述べた「7時間台が一つの目安」は主観値で評価した場合にのみ限られ、客観値の場合には適用されないとと言える。

5 ウェアラブルデバイスを使った睡眠状態の把握（基本）

近年では、腕時計型や指輪型などのウェアラブルデバイスが一般に普及してきたこともあり、誰もが客観値の睡眠時間を計測できる。また、モバイルアプリケーションを併用することで、その日の数値や長期変化も手軽に把握できるようになった。そういったモバイルアプリケーションの多くは、睡眠時間以外の指標も閲覧できる。そこで本章では、ウェアラブルデバイスで計測できる睡眠指標を紹介した上で、それらの計測精度を検証した論文をもとに、現状どの指標が参考にできるのかを説明する。

睡眠指標は睡眠・覚醒状態を評価する指標と睡眠段階（ステージ）を評価する指標に大別される。このうち、睡眠・覚醒に関する代表的指標は【図表3】のとおりである。一方、睡眠段階は急速眼球運動（Rapid Eye Movement: REM）を伴うレム睡眠と伴わないノンレム睡眠に分かれる。さらに、ノンレム睡眠は4段階に細分化される（ステージ1-2：浅い睡眠、ステージ3-4：深い睡眠）。ただし、ウェアラブルデバイスによっては、必ずしも4段階のデータが確認できるわけではない。

¹³ この研究では、睡眠時間の主観値と客観値の相違を誤解指数（(客観値-主観値)/客観値）によって評価している。

¹⁴ Utsumi, T., Yoshiike, T., Kaneita, Y., Aritake-Okada, S., Matsui, K., Nagao, K., Saitoh, K., Otsuki, R., Shigeta, M., Suzuki, M., & Kuriyama, K. (2022). The association between subjective-objective discrepancies in sleep duration and mortality in older men. *Scientific reports*, 12(1), 18650.

【図表3】 ウェアラブルデバイスで計測できる睡眠・覚醒状態を評価する指標

指標	意味
全就床時間 Total Time in Bed (TTB)	就床時刻から起床時刻までの合計時間
睡眠潜時 Sleep Latency (SL)	就床時刻から睡眠開始時刻までの時間
中途覚醒時間 Wake time After Sleep Onset (WASO)	睡眠開始時刻から起床時刻までの合計覚醒時間
総睡眠時間 Total Sleep Time (TST)	全就床時間から睡眠潜時と中途覚醒時間を引いた時間
睡眠効率 Sleep Efficiency (SE)	全就床時間に対する総睡眠時間の割合

前述したとおり、睡眠指標を評価するゴールドスタンダードな方法は、PSG検査である。しかし、PSG検査は、高価な上、分析には高度な専門技術を要するため、一般の健康愛好家が日常生活で活用することは困難である。ウェアラブルデバイスの計測精度を検証した研究の多くは、PSG検査で計測された睡眠指標と比較することによって、その有用性を確かめている。2021年に発表された論文¹⁵では、PSG検査とアクティグラフィー、4個のウェアラブルデバイス、3個の非ウェアラブルデバイス（マットレスの下につけるタイプなど）で得られた睡眠指標の一致度を報告している。その結果をみると、睡眠・覚醒状態に関する指標は、ウェアラブルデバイスの半数と全ての非ウェアラブルデバイスでアクティグラフィーと同等以上の性能であった。一方、睡眠段階に関する指標については、アクティグラフィー、ウェアラブルデバイスおよび非ウェアラブルデバイスともに、得られた計測値は、睡眠PSG検査で得られた計測値との間に大きな差やバラつきが認められた。別の論文¹⁶ではPSG検査に等しい精度を有するとされる脳波睡眠装置で得られた睡眠指標を基準とした上で、8個のウェアラブルデバイスと1個の非ウェアラブルデバイスの計測精度を検証している。その結果、総睡眠時間や睡眠効率といった睡眠・覚醒状態に関する指標については、ウェアラブルデバイスの2個で高い精度が確認されたが、睡眠段階に関する指標を正確に評価できるウェアラブルデバイス、非ウェアラブルデバイスはなかった。

以上を踏まえると、現在のところ、市販されているウェアラブルデバイスで計測できる睡眠指標のうち、睡眠時間を含む睡眠・覚醒状態に関する指標は、研究で活用できるレベルの精度で評価可能なものがある一方、睡眠段階に関する精度は劣っていると見える。したがって、ウェアラブルデバイスを使う健康愛好家へのお勧めは、総睡眠時間や睡眠効率といった指標をもとに、自身の睡眠状態を確認することである。

¹⁵ Chinoy, E. D., Cuellar, J. A., Huwa, K. E., Jameson, J. T., Watson, C. H., Bessman, S. C., Hirsch, D. A., Cooper, A. D., Drummond, S., & Markwald, R. R. (2021). Performance of seven consumer sleep-tracking devices compared with polysomnography. *Sleep*, 44(5), zsa291.

¹⁶ Stone, J. D., Rentz, L. E., Forsey, J., Ramadan, J., Markwald, R. R., Finomore, V. S., Galster, S. M., Rezai, A., & Hagen, J. A. (2020). Evaluations of Commercial Sleep Technologies for Objective Monitoring During Routine Sleeping Conditions. *Nature and science of sleep*, 12, 821-842.

6 ウェアラブルデバイスを使った睡眠状態の把握（応用）

近年ではある日の睡眠時間や1週間、1カ月の平均値だけでなく、日々のバラつきに着目した研究が増えている。例えば、2022年の論文¹⁷では、アメリカで行われた調査をもとに、デバイスで計測された7日間の睡眠時間の標準偏差によってバラつきを定量し、全死亡率との関係を検証している。その結果、睡眠時間のバラつきが多いグループは、少ないグループに比べると、死亡リスクが高かった。この結果は、日々の睡眠時間のバラつきを抑えることが健康的な生活習慣であることを示している。

睡眠のバラつきに関する問題として、社会的ジェットラグ（社会的時差ぼけ）がある。社会的ジェットラグとは、仕事、学校、家事などの社会的制約がある平日と社会的制約が少ない休日における睡眠の差によって引き起こされる睡眠覚醒リズムの乱れであり、睡眠負債¹⁸と併発することで健康リスクを生じることが明らかになっている¹⁹。興味深いことに、COVID-19の感染拡大によって、多くの国では一時的に睡眠時間が増加したとともに、社会的ジェットラグが減少した。例えば、前述したAndroidアプリのユーザを対象とした研究では、平日の就寝時間や起床時間が遅くなったことにより、社会的時差ぼけが減少していた。また、睡眠時間の変化は国や時期によって異なり、これは各国におけるCOVID-19の感染状況や行動制限の程度を反映していると推察されている。

睡眠指標の変化に留まらず、COVID-19の感染拡大期間に心身の健康度を表す客観的指標にも改善を認めた論文もある。Fitbit社のウェアラブルデバイスを利用していたシンガポールに住む21-40歳を対象とした研究²⁰によると、COVID-19の最初の感染報告がされる3週間前に比べると、ロックダウン中では社会的ジェットラグ（平日と週末の睡眠時間の中間点の差）が15分減り、通常は低いほど良好な健康状態を示す安静時心拍数も減少していた。また、Oura社のウェアラブルデバイスを利用する20カ国に住む10万以上のユーザを対象とした論文²¹によると、COVID-19の感染拡大前に比べると、感染拡大後では、睡眠のバラつきを表す指標（就床時刻と起床時刻の中間点の変動）が改善し、安静時心拍数も減少した。さらに、安静時

¹⁷ Katamreddy, A., Uppal, D., Ramani, G., Rios, S., Miles, J., Wang, Y. C., & Faillace, R. T. (2022). Day-to-day variation in sleep duration is associated with increased all-cause mortality. *Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine*, 18(3), 921–926.

¹⁸ ここでは、必要な睡眠時間と実際の睡眠時間との差によって表される睡眠不足のことを指す。

¹⁹ 三島和夫. (2016). 3) 社会的ジェットラグがもたらす健康リスク. *日本内科学会雑誌*, 105(9), 1675-1681.

²⁰ Ong, J. L., Lau, T., Massar, S., Chong, Z. T., Ng, B., Koek, D., Zhao, W., Yeo, B., Cheong, K., & Chee, M. (2021). COVID-19-related mobility reduction: heterogenous effects on sleep and physical activity rhythms. *Sleep*, 44(2), zsa179.

²¹ Ong, J. L., Lau, T., Karsikas, M., Kinnunen, H., & Chee, M. (2021). A longitudinal analysis of COVID-19 lockdown stringency on sleep and resting heart rate measures across 20 countries. *Scientific reports*, 11(1), 14413.

心拍数の変化は感染拡大後の睡眠時間よりも、睡眠のバラツキの変化が強く関係していた。

これらのウェアラブルデバイスを使った研究は、社会的ジェットラグをはじめとする睡眠のバラツキの重要性を示している。健康愛好家は、ある1日や一定期間の睡眠時間の絶対値、平均値だけでなく、日々の睡眠時間や就床時刻、起床時刻のバラツキにも気を配り、睡眠の一貫性を保つことによって、健康度を高められる可能性がある。

7 睡眠改善アプローチ

ウェアラブルデバイスによって睡眠状況を把握することは、睡眠改善に繋がる可能性がある。また、ウェアラブルデバイスと併用して使うモバイルアプリケーションの多くは、計測された睡眠指標に基づき、フィードバックや改善すべき点のアドバイスを提供してくれる。健常成人を対象として、WHOOP社の睡眠と休養に着目したウェアラブルデバイスを1週間着用させた実験²²によると、着用しなかった1週間に比べると、主観的な睡眠の質が改善していた。この結果は、睡眠に特別な問題を抱えていない健康愛好家の場合、ウェアラブルデバイスを用いることで、さらなる良質な睡眠を手に来る可能性を示している。

一方、既に睡眠に問題を抱えている人の場合、睡眠指標に集中しすぎると弊害もある。2017年にJournal of Clinical Sleep Medicineに掲載された論文²³の著者らは、デバイスによって計測された睡眠指標をみた結果、最適な睡眠を強迫的に追及し、かえって睡眠状態を悪くしてしまう状態をOrtho（正しい、真）とInsomnia（不眠症）を組み合わせたOrthosomnia（オルソムニア）と名付けている。その論文では、症例報告がされており、患者によっては治療を妨げるほどに計測値に固執していた。前述したとおり、ウェアラブルデバイスで得られた睡眠段階に関する指標の計測精度は、ゴールドスタンダードな評価方法であるPSG検査に比べると劣っている。したがって、ウェアラブルデバイスで計測された睡眠指標に固執する弊害も大きいと考えられる。

そこで最後に視点を変えて、睡眠指標以外に焦点を当てることで、良質な睡眠を狙うアプローチを述べる。睡眠は、運動（身体活動）や栄養（食事）をはじめとす

²² Berryhill, S., Morton, C. J., Dean, A., Berryhill, A., Provencio-Dean, N., Patel, S. I., Estep, L., Combs, D., Mashaqi, S., Gerald, L. B., Krishnan, J. A., & Parthasarathy, S. (2020). Effect of wearables on sleep in healthy individuals: a randomized crossover trial and validation study. *Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine*, 16(5), 775–783.

²³ Baron, K. G., Abbott, S., Jao, N., Manalo, N., & Mullen, R. (2017). Orthosomnia: Are Some Patients Taking the Quantified Self Too Far?. *Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine*, 13(2), 351–354.

る生活習慣と深い関係がある。例えば、食事と睡眠との関係については、三大栄養素の摂取比率は不眠症症状と関係があること²⁴や、閉経後女性を対象とした調査によって、血糖値の上がりやすい食生活の人では不眠症の発症リスクが高まること²⁵が報告されている。また、身体活動と睡眠との関係については、病的疾患を有していない成人を対象とした22の研究を分析した系統的レビュー・メタアナリシス²⁶によると、定期的な運動は、アクティグラフィーによって計測された睡眠効率を高める。また、日本企業の従業員5,000人以上を対象として、主観的な睡眠の質に影響を及ぼし得る多種多様な要因を検証した論文²⁷によると、不規則な食事時間、野菜を毎日食べていない、寝酒、朝の寝室の日光不足、ベッドで電子ディスプレイを利用している、毎日のカフェイン摂取といった数多くの生活習慣が睡眠の質の悪さに関係していた。このように、生活習慣と睡眠との密接な関係を示した研究報告は枚挙にいとまがない。

以上を踏まえると、良質な睡眠をとりたいと願い続けても、ウェアラブルデバイスの睡眠指標や主観的な睡眠の質が改善しないと悩んでいる健康愛好家は、一度、睡眠以外の生活習慣の改善に焦点を当てると良いのかもしれない。また、そのような試みをする場合、例えウェアラブルデバイスを用いた睡眠指標の計測を続けるとしても、得られたデータを確認する頻度は落とすことが有効かもしれない。

8 まとめ

本稿では、心身の休養を図る代表的手段である睡眠に焦点を当てた。睡眠時間と健康との関係を調査した一連の論文から、睡眠時間は長すぎても短すぎても良いわけではなく、一般人の場合には主観値（自己申告）で7時間台が一つの目安になることを述べた。睡眠時間の主観値と客観値を比較した研究を眺めると、我々が認識している睡眠時間は、客観的に計測された睡眠時間とは大きな隔たりがある上、過小認識している者から過大認識している者までいる。また、ウェアラブルデバイスで計測できる睡眠指標のうち、睡眠・覚醒状態に関する指標は、研究で活用できる

²⁴ Tanaka, E., Yatsuya, H., Uemura, M., Murata, C., Otsuka, R., Toyoshima, H., Tamakoshi, K., Sasaki, S., Kawaguchi, L., & Aoyama, A. (2013). Associations of protein, fat, and carbohydrate intakes with insomnia symptoms among middle-aged Japanese workers. *Journal of epidemiology*, 23(2), 132–138.

²⁵ Gangwisch, J. E., Hale, L., St-Onge, M. P., Choi, L., LeBlanc, E. S., Malaspina, D., Opler, M. G., Shadyab, A. H., Shikany, J. M., Snetelaar, L., Zaslavsky, O., & Lane, D. (2020). High glycemic index and glycemic load diets as risk factors for insomnia: analyses from the Women's Health Initiative. *The American journal of clinical nutrition*, 111(2), 429–439.

²⁶ Xie, Y., Liu, S., Chen, X. J., Yu, H. H., Yang, Y., & Wang, W. (2021). Effects of Exercise on Sleep Quality and Insomnia in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Frontiers in psychiatry*, 12, 664499.

²⁷ Shimura, A., Sugiura, K., Inoue, M., Misaki, S., Tanimoto, Y., Oshima, A., Tanaka, T., Yokoi, K., & Inoue, T. (2020). Which sleep hygiene factors are important? comprehensive assessment of lifestyle habits and job environment on sleep among office workers. *Sleep health*, 6(3), 288–298.

レベルの精度で評価可能な一方、睡眠段階に関する指標の精度は現状では不十分である。したがって、ウェアラブルデバイスを使う健康愛好家へのお勧めは、総睡眠時間や睡眠効率といった指標をもとに、自身の睡眠状態を確認することである。また、日々の睡眠時間や就床時刻、起床時刻のバラつきにも気を配り、睡眠の一貫性を保つことが出来れば、健康度をより高められる可能性がある。最後に、睡眠は運動や栄養を代表とするありとあらゆる生活習慣が影響する。裏を返すと、ある人の睡眠状態は生活習慣を反映した結果とも言える。心地よい睡眠をとりたいと願い続ける健康愛好家は、睡眠以外の生活習慣の改善を図ることが理想の睡眠への近道かもしれない。

【執筆者プロフィール】

氏名： 高山 史徳 Fuminori Takayama, PhD
所属： KDDI総合研究所 健康医療グループ
経歴： 大学・企業でのフルタイム研究者を経て、現在は研究業、ストレングス&コンディショニングコーチ・アスリートサポート、パーソナルトレーナーなどに従事。

【執筆者プロフィール】

氏名： 目黒 巧巳 Takumi Meguro
所属： KDDI総合研究所 健康医療グループ
経歴： 東北大学大学院工学研究科修士課程修了。2021年よりKDDI総合研究所にてヘルスケアに関する研究に従事。