

# 日中や就寝前の行動が睡眠パターンに及ぼす影響

## 1 はじめに

睡眠は我々の人生の約 1/3 を占めており、身体と心の健康に不可欠で、その重要性は多岐にわたる。質の高い睡眠は、疲労の回復、免疫機能の向上といった身体的な面だけでなく、ストレスの軽減、気分の安定など精神的な面でも健康を維持することに繋がる。一方で、睡眠の質が悪いと、記憶力や集中力の低下といった問題を起こすほか、長期的な視点では肥満や糖尿病といった生活習慣病のリスクを高めることが知られている [1]。

現代では、成人の約 2 割が不眠症状を訴える [2] など、睡眠の質の低下が指摘されている。不眠の治療には薬物療法と、非薬物療法が存在する。薬物による不眠治療には即効性がある一方、耐性や依存性の形成や、離脱症状といったリスクも存在する [3]。そこで、不眠を治療する際の初期介入として、睡眠衛生に基づいた指導を行うことが推奨されている [4]。効果的な睡眠衛生指導は、薬に頼らず不眠の根本原因を取り除き、本質的な不眠の改善にとっても重要である。睡眠衛生とは、健康な睡眠を促進し、不眠症や他の睡眠障害を軽減するための行動や環境の整備のことである。例として、適切な時間に食事をとることや適度な運動は質の良い睡眠を促し、ニコチンや午後のカフェインの摂取は質の良い睡眠を妨げるとされている [5]。

現在の睡眠衛生指導ガイドライン [5] は、全体的な睡眠に関する一般的なアドバイスを提供しているが、個人の差異やニーズに焦点を当てているとは言い難い。現代社会において人々の生活スタイルは多様化しており、睡眠問題を抱える人々にとってその原因はさまざまである。つまり、不眠治療のアプローチも個人によって異なる。したがって、個人差を考慮して効果的に睡眠の質を改善するには、一人一人の生活スタイルや睡眠習慣に焦点を当てて、睡眠衛生指導を行う必要がある。これを実現するためには、日中や就寝前の行動と睡眠パターンの関係性を明らかにすることが役に立つ。

そこで、本研究では日中や就寝前の行動が睡眠パターンに及ぼす影響を解明することを目指す。本研究では、1 分程度の簡単なアンケートを実施して日中や就寝前の行動を記録し、ウェアラブルデバイスを用いて計測した睡眠パターンのデータを分析することで、睡眠パターンに及ぼす影響を解明する。これにより、個人ごとに最適化された指導の提案が可能となる。

以下、提案手法、実験の説明、結果、考察、まとめと今後の予定について述べる。

## 2 提案手法

本節では、提案手法について述べる。提案手法では、睡眠の自己評価を評価指標として、睡眠の質に影響を与える前日の日中や就寝前の行動を特定する。本研究で用いるデータは、1 分程度の選択式のアンケートと睡眠や身体活動の測定ができる指輪型のウェアラブルデバイスである Oura Ring を用いて収集する。第一段階の解析には、順序ロジスティック回帰モデルを用いる。以下では、データの収集に用いるアンケートと Oura Ring、そして評価指標と解析に用いるモデルについて順に説明する。

### 2.1 アンケート

アンケートは全部で 5 問の選択式である表 1。内容は大きく分けて三つで、睡眠の自己評価 (5 段階)、前日の行動に関する質問、Oura Ring の睡眠・コンディションスコアの精度 (4 段階) である。

### 2.2 Oura Ring

Oura Ring は、睡眠や身体活動の測定を行うことができる指輪型のウェアラブルデバイスである図 1。研究で用いられる睡眠測定の方法にはポリソムノグラフィー (PSG) や脳波測定 (EGG) などがあるが、身体にいくつものセンサを取り付ける必要があり、測定が容易ではない。一方、Oura Ring は指に取り付けて生活するだけで様々なデータを測定することができる。Oura Ring で測定できる睡眠データは、睡眠時間、4 つの睡眠段階、睡眠効率など 10 種類以上あり、その精度は医学的に信頼できる [6]。測定されたデータは、API を経由することで CSV ファイルの形式で取得することができる。また、専用のアプリから睡眠・コンディションスコアとフィードバックを確認することができる図 2。



図 1: Oura Ring

表 1: アンケートの内容

Q1: 睡眠の自己評価 (5 段階)	非常に良い・良い・普通・悪い・非常に悪い
Q2: 睡眠に悪い影響を与えると考えられる行動 (複数選択)	b1: アルコールの摂取 b2: カフェインの摂取 b3: タバコ b4: 昼寝 b5: 深夜の食事や間食 b6: 寝る前の画面操作 上記のどれにも当てはまらない
Q3: 睡眠に良い影響を与えると考えられる行動 (複数選択)	g1: 朝食をとる g2: 時間通りの食事 g3: 寝る前にリラックス g4: 睡眠薬を飲む g5: 運動 上記のどれにも当てはまらない
Q4: Oura Ring の睡眠スコアの精度 (4 段階)	きわめて正確・中程度に正確・中程度に不正確・きわめて不正確・わからない
Q5: Oura Ring のコンディションスコアの精度 (4 段階)	きわめて正確・中程度に正確・中程度に不正確・きわめて不正確・わからない

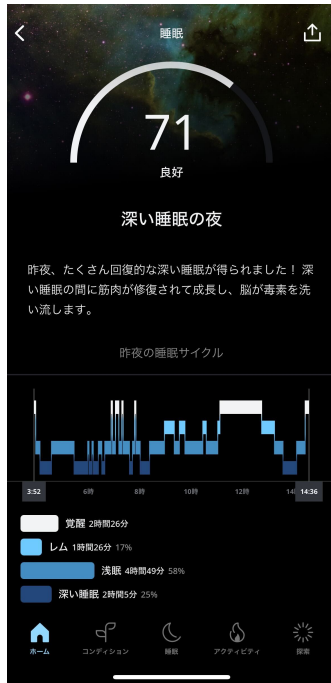


図 2: アプリ画面

## 2.3 評価指標

本研究での、睡眠の質の評価指標について説明する.Oura Ring の睡眠スコアの計算方法は公開されていない. また, 実際の不眠治療の現場においては患者自身の主観的な睡眠の質が改善されていると感じられることが非常に重要である. これらのことから, 本研究での睡眠の質の評価指標として Oura ring の睡眠スコアではなく睡眠の自己評価に関するアンケート結果を用いる.

## 2.4 解析モデル

睡眠の質に影響を与える行動を解析するには, 順序ロジスティック回帰モデルを用いる. 順序ロジスティック回帰モデ

ルとは, 多変量解析手法の一つで, 目的変数に順序のある質的データを用いる回帰モデルである. $p$  を上位のカテゴリに分類される確率,  $\beta_i$  を偏回帰係数,  $x_i$  を説明変数として回帰式は,

$$\frac{p}{1-p} = \exp(\beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \cdots + \beta_n \cdot x_n) \quad (1)$$

で表される [7-9]. この式の説明変数の偏回帰係数に注目することで, 各説明変数が目的変数に及ぼす影響の大きさやその方向を直感的に理解することが可能である. 今回説明変数は, 前日の行動 (その行動をした場合:1, しなかった場合:0 の 2 値データ) で, 目的変数は, 睡眠の自己評価 5 段階 (非常に良い:5, 良い:4, 普通:3, 悪い:2, 非常に悪い:1) である.

## 3 実験

Oura Ring ユーザの大学生・大学院生 14 名 (日本人 13 名, 留学生 1 名) に対して, 実験を行った. 実験参加者の平均年齢は  $22.4 \pm 2.7$  歳であった. 実験期間は 3 週間で, 取り組んでもらうタスクは, 毎日のアンケート回答である. 実験参加報酬として, Amazon ギフトカード 5000 円分を支払った.

## 4 結果

本節では, 実験の結果と評価を回帰式の係数とモデルの性能に分けて述べる.

### 4.1 多重共線性

回帰分析において説明変数間に強い相関が存在する場合に生じる統計的な問題である多重共線性の検出のために分散拡大要因 (VIF) を計算した. 一般にその値が 10 以下であ

れば多重共線性は認められないと判断できる [9]. 今回すべての説明変数の VIF は, 1.06~1.36 の間に収まっているため, 説明変数間に多重共線性はないと判断できる.

## 4.2 係数の評価

表 2 は, 順序ロジスティック回帰モデルの偏回帰係数の推定値と p 値をまとめたものである. なお, アンケートで g4(睡眠薬を飲んだ) と回答した人はいなかったため説明変数から除外している.

表 2: 順序ロジスティック回帰の偏回帰係数  $\beta$  と p 値

行動	$\beta$	p 値
b1: アルコールの摂取	-0.588	0.096
b2: カフェインの摂取	-0.027	0.941
b3: タバコ	0.186	0.683
b4: 昼寝	-0.652	0.020
b5: 深夜の食事や間食	0.236	0.439
b6: 寝る前の画面操作	-0.212	0.435
g1: 朝食をとる	-0.030	0.903
g2: 時間通りの食事	1.221	0.000
g3: 寝る前にリラックス	1.615	0.000
g5: 運動	0.832	0.001

b4(昼寝), g2(時間通りの食事), g3(寝る前にリラックス), g5(運動) に注目すると, p 値から統計的に有意な値をとることが確認された. 係数の符号から, 昼寝は睡眠の質を下げることを示唆された. また, 時間通りに食事をする, 寝る前にリラックスすること, 運動をすることは睡眠の質を上げることが示唆された. 特に, 時間通りに食事をする, 寝る前にリラックスすることは睡眠の質の向上に大きな影響を及ぼすことが示唆された.

## 4.3 モデルの評価

モデルの適合度を表す疑似決定係数である Nagelkerke の  $R^2$  は, 今回のモデルでは 0.194 であった. 疑似決定係数は, 最小二乗法による回帰分析 (OLS) における決定係数  $R^2$  を最尤法による回帰分析にまで一般化したもので, 0 1 の間を取る. そして, 5 分割交差検証の正答率は, 説明変数一つも含まないヌルモデルが 31.2%, 前日の行動を説明変数とした今回のモデルが 42.8% であった. 説明変数を加えることで少し正答率が上がったことが分かるが, 全体として性能が良いとは言えない結果となった.

## 5 考察

本節では, 実験で得られた結果に対する考察を述べる. モデルの性能があまり良くなかった原因について述べる. 本実験のモデル性能が低い原因として以下の二つが考えられる. 一つ目は, 今回集めたデータのサンプル数が少ないということである. 順序ロジスティック回帰モデルでは, 最低でも最も頻度が低いカテゴリのサンプル数が説明変数の 10 倍以上という目安がある. 今回のデータはそれに満たなかったため, モデルの性能が低くなったと考えられる. 二つ目は, 目的変数の分布の偏りが大きいということである. 図 3 は今回の回答の睡眠の自己評価の分布である. 図 3 が示すように, 回答に占める良い・普通・悪いの割合が大きく, 全体の 89% であった. そして, 良い・普通・悪いの判断基準に比べて, 良い・非常に良い, 悪い・非常に悪いの判断基準が人によって曖昧であることも問題である. 目的変数のカテゴリ数を減らすことによって, モデルの複雑さが緩和され, 性能が向上することが期待できる. これらのことから, 睡眠の質の自己評価は, 良い・普通・悪いの三段階で良いと考えられる.

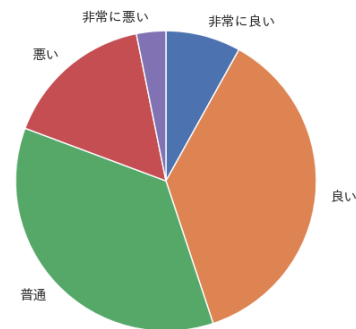


図 3: 自己評価の回答分布

## 6 まとめ・今後の予定

本稿では, アンケートによって収集した睡眠の自己評価と前日の行動に関するデータから, 睡眠の質に影響を与える前日の行動を特定した. 睡眠の質に悪い影響を与える行動は, 「昼寝」であり, 睡眠の質に良い影響を与える行動は, 「時間通りの食事」, 「寝る前のリラックス」, 「運動」であることが示唆された. 今後は, より多くのデータを集めて, モデルの性能向上や解析の精度を高めることを目指す. また, 今回特定した行動が Oura Ring によって測定された各睡眠パラメータにどのような影響を与えているのかを解明することを目指す.

## 参考文献

- [1] 厚生労働省ヘルスネット. 睡眠と生活習慣病との深い関係. <https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/heart/k-02-008.html>.
- [2] Kyuja Kim, Makoto Uchiyama, Masako Okawa, Xi-anchen Liu, and Ryuji Ogihara. An epidemiological study of insomnia among the japanese general population. *Sleep*, Vol. 23, No. 1, pp. 41–47, 2000.
- [3] 三島和夫. 睡眠薬の適正な使用と休薬のための診療ガイドライン. じほう, 東京, 2014.
- [4] Sharon Schutte-Rodin, Lauren Broch, Daniel Buysse, Cynthia Dorsey, and Michael Sateia. Clinical guideline for the evaluation and management of chronic insomnia in adults. *Journal of clinical sleep medicine*, Vol. 4, No. 5, pp. 487–504, 2008.
- [5] 厚生労働省健康局. 健康づくりのための睡眠指針 2014. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/0000047221.pdf>, March 2014.
- [6] André Henriksen, Frode Svartdal, Sameline Grims-gaard, Gunnar Hartvigsen, and Laila Arnesdatter Hopstock. Polar vantage and oura physical activity and sleep trackers: validation and comparison study. *JMIR Formative Research*, Vol. 6, No. 5, p. e27248, 2022.
- [7] 内田治, ウチダオサム. ロジスティック回帰分析におけるモデルの適合度指標に関する考察と提案. 東京情報大学研究論集, Vol. 8, No. 1, pp. 9–14, 2004.
- [8] 朝倉こう子, 濱 じゅん 俊光. 回帰解析: ロジスティック回帰解析を中心として. *Drug Delivery System*, Vol. 31, No. 1, pp. 72–81, 2016.
- [9] 大林準. ロジスティック回帰分析と傾向スコア (propensity score) 解析. 天理医学紀要, Vol. 19, No. 2, pp. 71–79, 2016.