

室内照明が与える睡眠状態や メンタルヘルスへの影響

ヒューマノフィリックシステム研究室

松尾周汰, 原嶋春輝, 荒川豊

概要

概要 問題提起

- コロナウイルスの影響で在宅ワーク・外出自粛が増加
- 自宅から出る機会の減少
 - メリハリがなくなり生活リズムの乱れ
- オフィスワーカーは日夜蛍光灯に晒されている
- 正しい生活リズム（サーカディアンリズム）には自然界における**光の変化**が重要



概要 本研究の目的と評価

- サーカディアンリズム機能搭載のLED照明(Lavigo)が与える睡眠の質やストレスの影響を評価
- 夜間に作業した被験者に対して睡眠時の覚醒割合が減少
- 睡眠時の覚醒時間や深い睡眠に有意な差が見られる被験者がいた



研究背景

研究背景 サーカディアンリズム

サーカディアンリズム

- 体内で刻まれている約24時間周期の生体リズム
- リズムのズレによる身体的機能への悪影響、覚醒度や認知能力などの生産性に関する能力低下

夕方以降も強い光の暴露量が多いと。。

- メラトニンの分泌が抑制されリズムのズレへ

研究背景 LED照明 Lavigo [1]

サーカディアンリズム機能
VTL(Visual Timing Light)を
搭載したLED照明 Lavigo

- 太陽光をシミュレート
 - 午前は色温度の低い強い光
 - 午後は色温度の高い柔らかい光



研究背景 LED照明 Lavigo

ドイツなどの病院において評価 [2]

- 昼夜逆転患者の覚醒時間が減少
- 夜間のナースコールの回数が減少



研究背景 本実験の仮説

オフィス環境かつ健常者に対して
睡眠時の覚醒時間の減少効果が得られる
ストレス値への影響があるかも同時検証



関連研究

関連研究 照明とサーカディアンリズム

[3] 明るい光に晒される時間をグループ分けしたときの睡眠と覚醒の評価

- 朝: 位相1.23時間前進
- 夕方: 1.62時間後退

[4] 3000ルクスの白色光の照射と睡眠覚醒サイクルの測定

- 年齢・性別に関係なく最大で3時間の有意差を誘発

[3] Julie Carrier and Marie Dumont. Sleep propensity and sleep architecture after bright light exposure at three different times of day. *Journal of sleep research*, Vol. 4, No. 4, pp. 202–211, 1995.

[4] Daniel F Kripke, Jeffrey A Elliott, Shawn D Youngstedt, and Katharine M Rex. Circadian phase response curves to light in older and young women and men. *Journal of Circadian Rhythms*, Vol. 5, No. 1, pp. 1–13, 2007.

関連研究 照明とサーカディアンリズム

Lavigoが導入された病院や介護施設で、生活リズムが乱れている入院患者への評価

- [5] 12名の患者の夜中の目覚めが大きく減少
- [2] 夜中の覚醒が7~8回から3回程度に減少
- [2] 昼間の眠気を表すカロリンスカ眠気尺度の値が8点から5点台に減少

[5] DeOrientiert, Demenz Support Stuttgart, 2010. https://www.demenz-support.de/media/dessjournal_1_2010_korr_licht.pdf

[2] Michele De Rui, Silvia Gaiani, Benita Middleton, De bra J Skene, Sami Schiff, Angelo Gatta, Carlo Merkel, Piero Amodio, and Sara Montagnese. Bright times for patients with cirrhosis and delayed sleep habits: a case report on the beneficial effect of light therapy. *The American journal of gastroenterology*, Vol. 106, No. 11, p. 2048, 2011.

関連研究 照明とストレス

[6] 照度を変えた単純計算作業時の心理・生理反応の日内変動の評価

- 照度条件に関わらず、時間経過に伴いストレスが増大する傾向

[7] 照度を変えた一定の計算作業時の心拍変動によるストレス値の計測

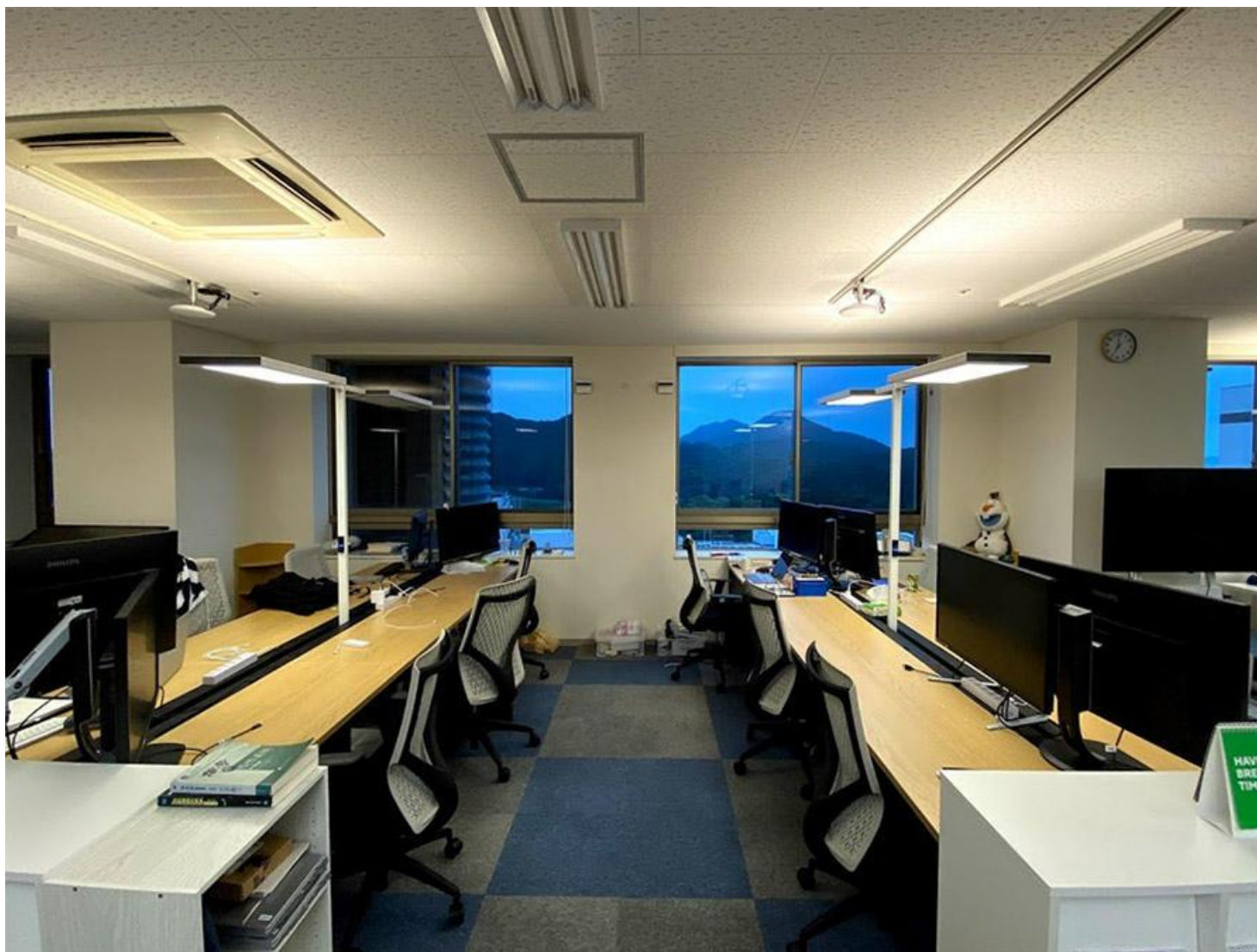
- 快適と感じる照度やストレスが小さくなる照度は人によって異なる

[6] 垣鐸直, 竹内達哉, 石井仁, 吉永美香. 一定照明条件で計算作業をした時のストレスの日内変動に関する実験的研究人間-生活環境系シンポジウム報告集第41回人間-生活環境系シンポジウム報告集 pp. 201-202. 人間-生活環境系学会, 2017.

[7] 平井友樹, 三木光範, 伊藤稔, 中村誠司ほか. 照明の照度が作業によるストレスに与える影響の検証 同志社大学ハリス理化学研究報告, Vol. 60, No. 1, pp. 8-13, 2019.

実験内容

使用機器 LED照明Lavigo [1]

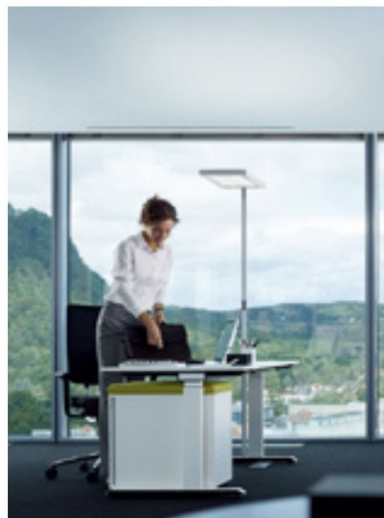


使用機器 LED照明Lavigo [1]

照度と色温度を自動調節



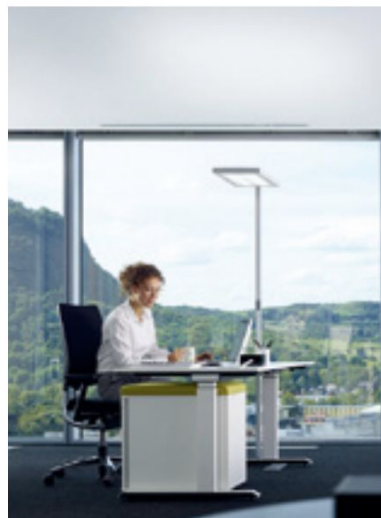
朝
Morning



目を覚まし、
パワーアップする
力強い青白光



昼
Noon



ウォームアップ後の
最大パフォーマンスを
維持する光



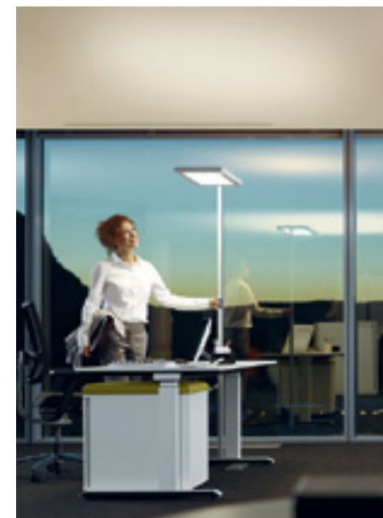
夕方
Afternoon



メラトニン効果で
仕事のストレスを
解放する光



夜
Evening



メラトニン効果を
最大限引き出し
1日の休息へ導く光

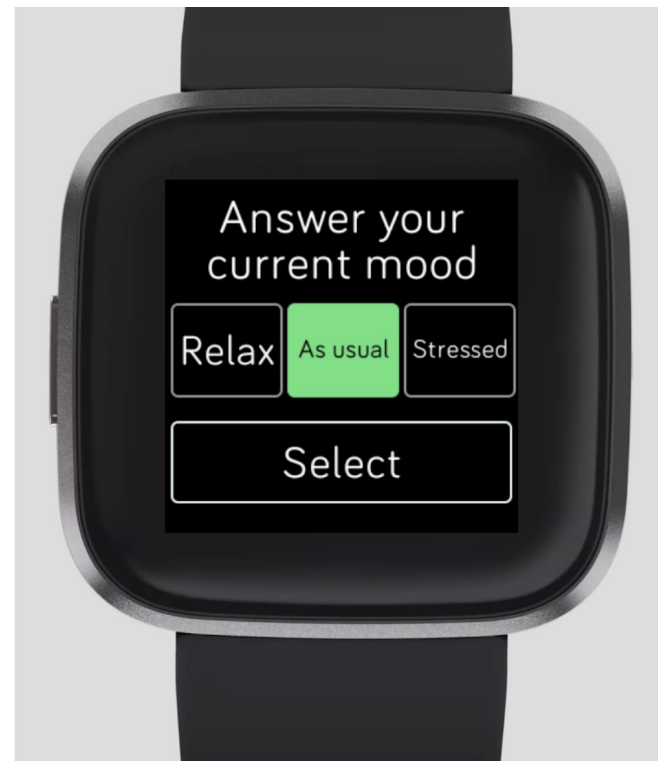
[1] https://www.fukunishi.com/mt-asset/106_b.pdf

使用機器 ストレス測定

唾液アミラーゼモニター [8]
客観的評価



Fitbitアプリ [9]
主観的評価



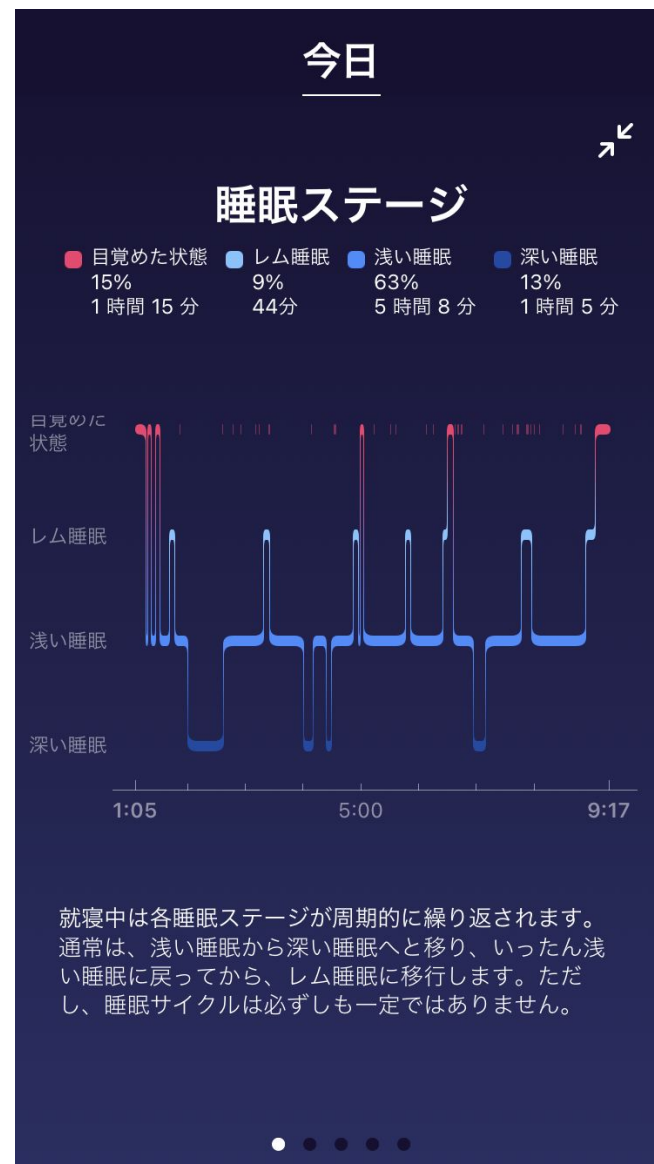
[8] https://med.nipro.co.jp/med_eq_category_detail?id=a1U1000000b535GEAQ

[9] 松尾周汰, 荒川豊, 石田繁巳. 継続的なストレスチェックを実現するためのスマートウォッチアプリケーションの設計と実装. 情報処理学会第82回全国大会, 2020.

使用機器 睡眠測定

Fitbitで記録されるデータ

- 目覚めた状態（覚醒）
- レム睡眠
- 浅い睡眠
- 深い睡眠



実験デザイン

効果検証には一定時間以上照明の光を浴びる必要あり

- 病院実験[2]ではナースコールの回数が**3日目**から減少
- 連続**1週間**で十分な効果

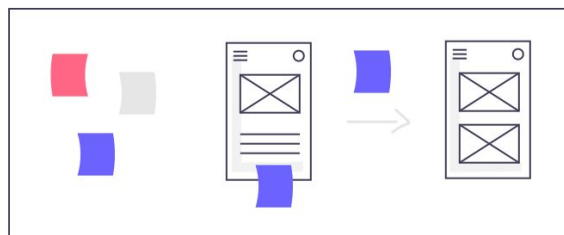
研究室内照明以外の睡眠への影響を回避する必要あり

- 今回の実験対象は一般学生
- 外出や自宅での作業などもある

実験デザイン

そこで

- 被験者を2群に分割
- Lavigoと蛍光灯の順番を群ごとに変更
- 対象照明下での最低作業時間を設定



実験デザイン

期間	12/7 ~ 12/11	12/14 ~ 12/18	年末年始 休み	1/11 ~ 1/15	1/18 ~ 1/22
Aグループ 照明	Lavigo	蛍光灯		蛍光灯	Lavigo
Bグループ 照明	蛍光灯	Lavigo		Lavigo	蛍光灯

参加者

各3名ずつ2群に分割

20 ~ 30 代 男性6名

条件

- 1日最低6時間は対象照明下での作業
- 作業開始時刻, 休憩時間, 作業終了時刻を記録
- 11:00, 14:00, 17:00 に唾液とfitbitによるストレスチェック
- 寝る前に入眠時刻を記録

評価と考察

睡眠の質への影響 被験者全体に見える特徴

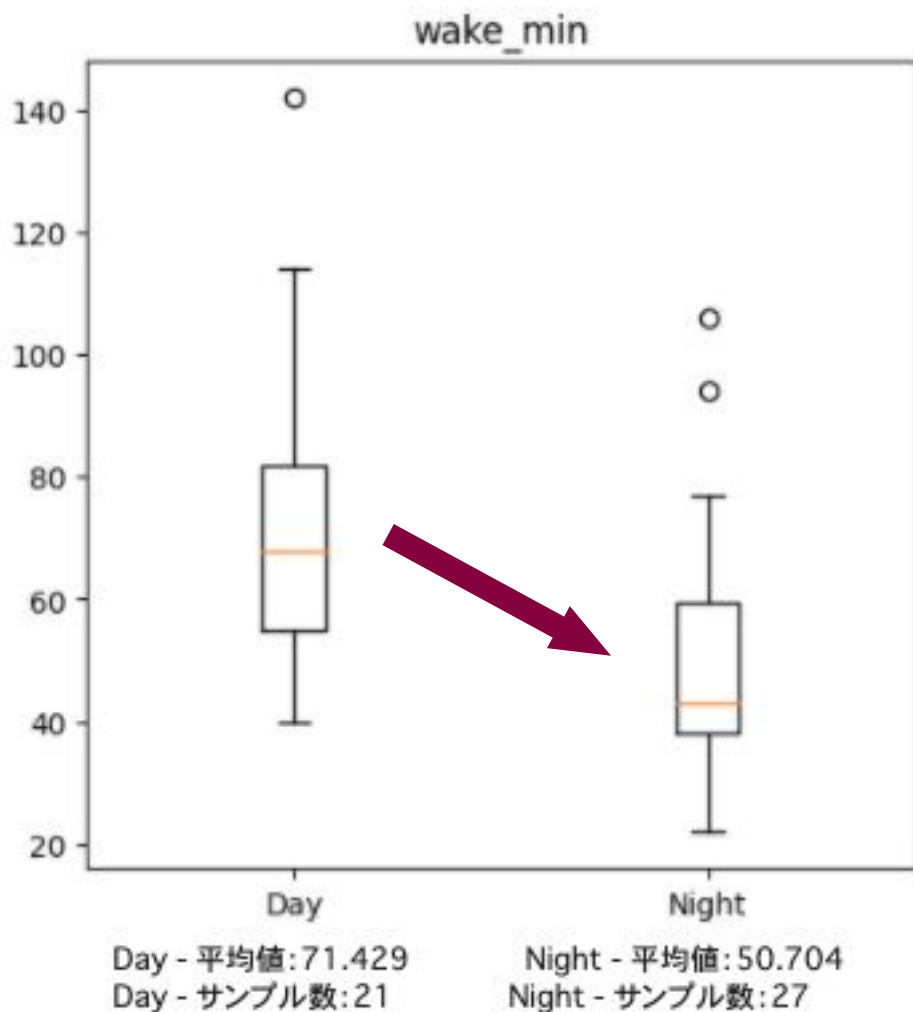
被験者により生活パターンが様々

- 午前中から作業開始、日没前に帰宅
- 午後から作業開始、23時頃まで作業 など

全被験者のデータを以下の2群に振り分けt-検定を実施

- 19時: 日没後完全に太陽光の影響がなくなる時間
 - 福岡市の12, 1月の日没は17:30前後
- Day: 19時前に作業が終了した群
- Night: 19時以降に作業が終了した群

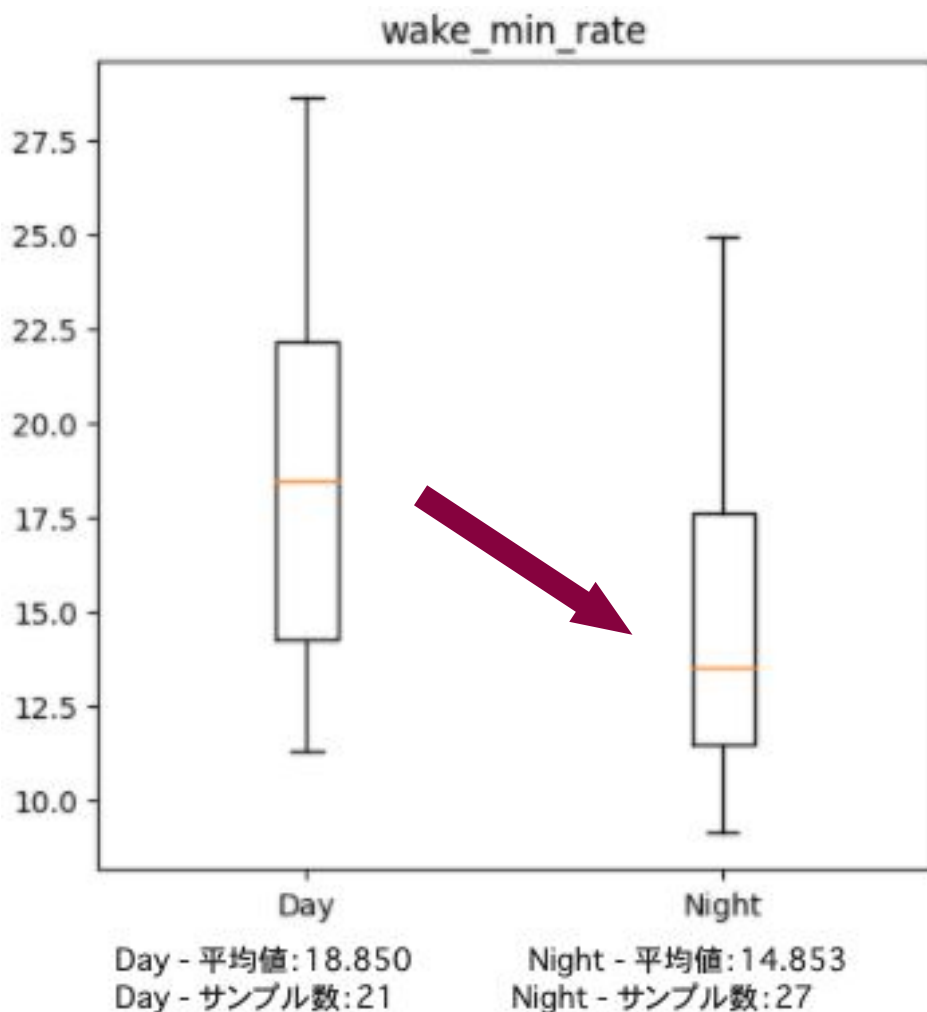
睡眠の質への影響 被験者全体に見える特徴



Lavigo下で作業した
被験者のうち
Day群と比較して
Night群は

**覚醒時間が
平均21分少ない**

睡眠の質への影響 被験者全体に見える特徴



Lavigo下で作業した
 被験者のうち
 Day群と比較して
Night群は

覚醒割合が
 平均で4%少ない

睡眠の質への影響 被験者全体のまとめ

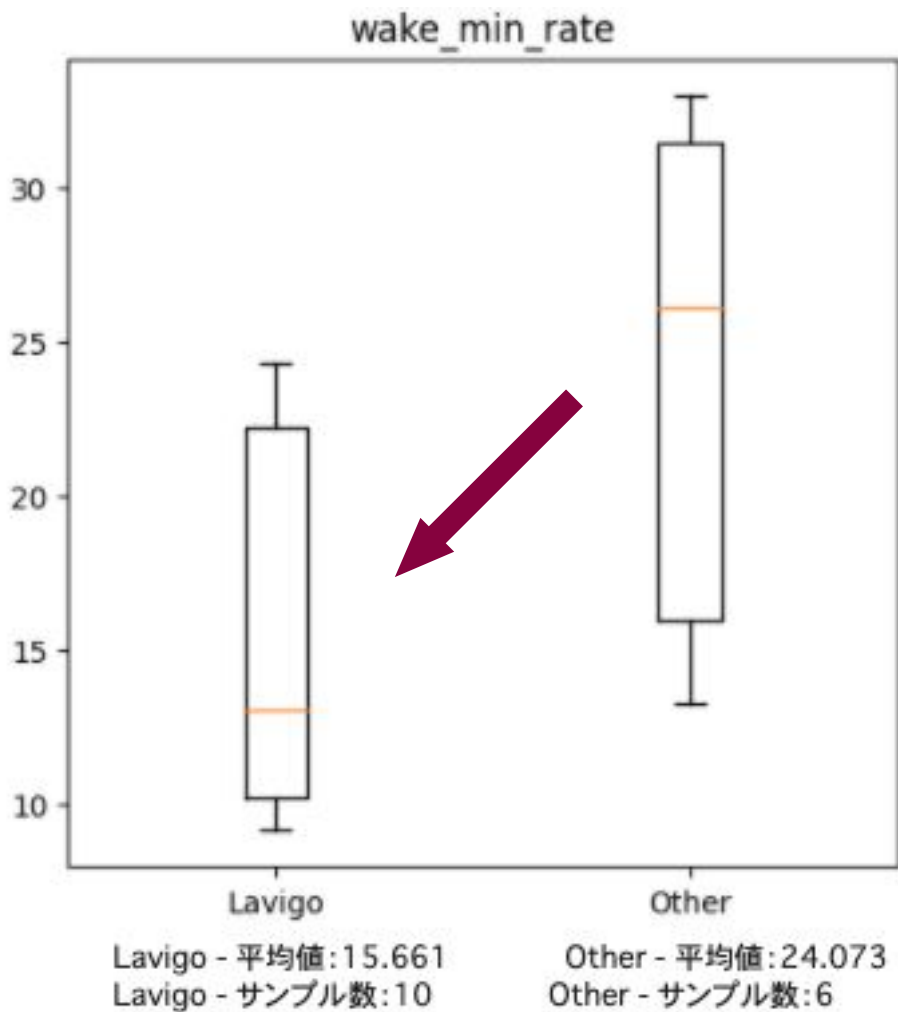
- これらの傾向は蛍光灯下で作業した被験者には見られず
Lavigo下で作業した被験者特有であった
- **19時以降**（太陽光の影響がない時間帯）にLavigo下で作業をすると、その夜の睡眠中の**覚醒時間と割合が小さくなる**



睡眠の質への影響 被験者個人に見える特徴

- Lavigo週と蛍光灯週の2群に分割しt-検定を実施
- 主に被験者2名に有意な効果が見られた
 - 実験期間中の被験者A
 - 平均入眠時間: 午前1時31分
 - 平均起床時間: 午前10時54分
 - 実験期間中の被験者B
 - 平均入眠時間: 午前2時58分
 - 平均起床時間: 午前9時分

睡眠の質への影響 被験者個人に見える特徴

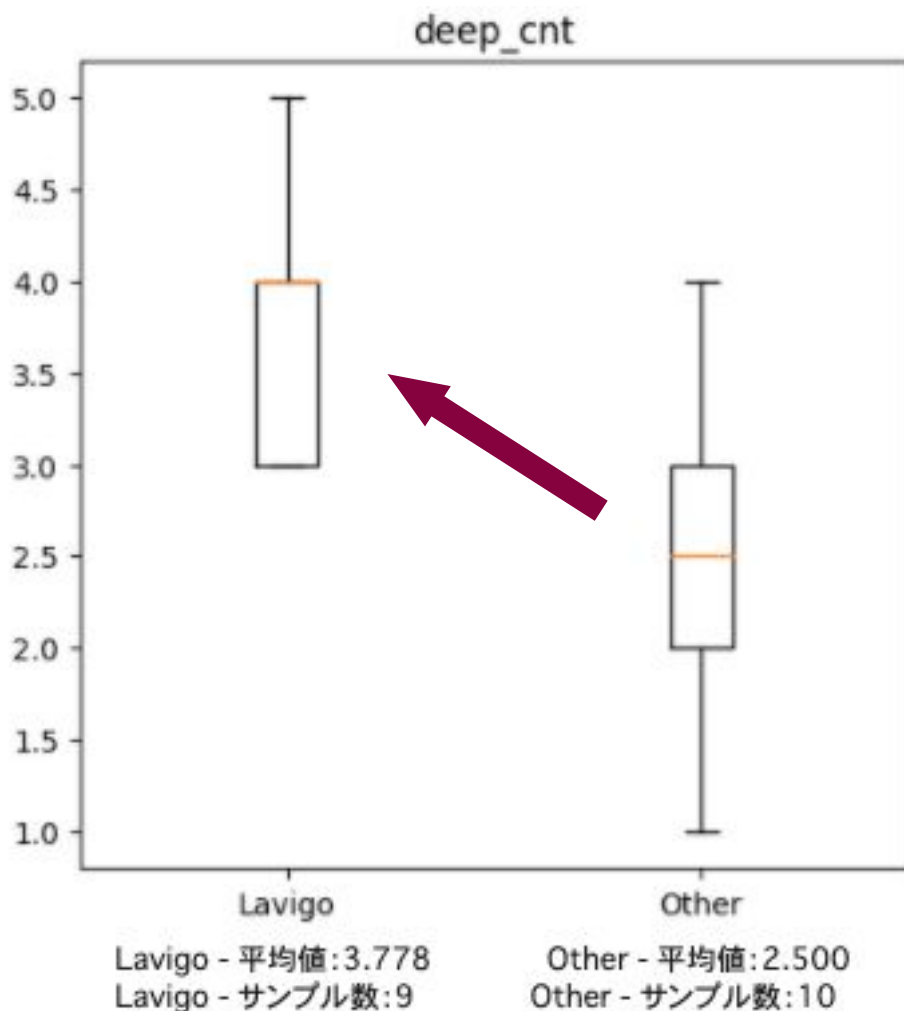


被験者Aに対し
Lavigo作業週は

**覚醒割合が
平均で8.5%減少**

※ 被験者Aの年代の覚醒時間
範囲は5~20%

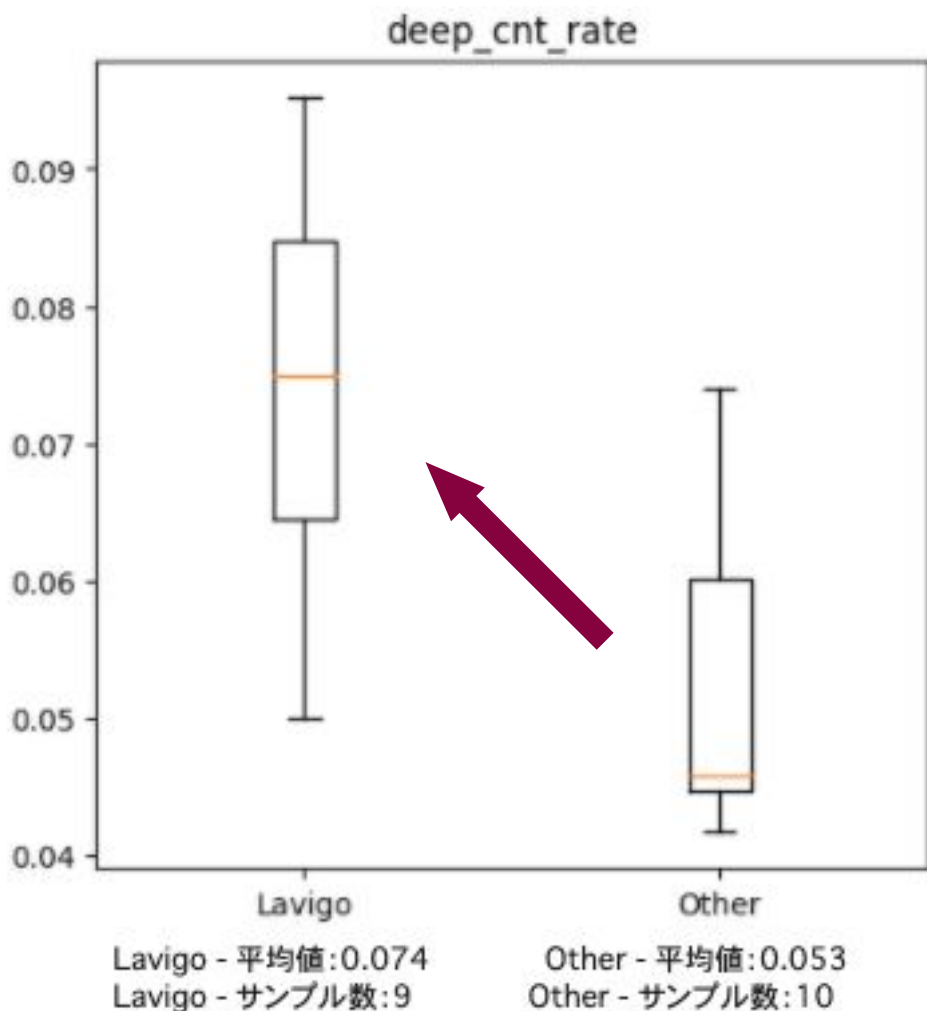
睡眠の質への影響 被験者個人に見える特徴



被験者Bに対し
Lavigo作業週は

**深い睡眠の回数が
平均で1.5倍に**

睡眠の質への影響 被験者個人に見える特徴

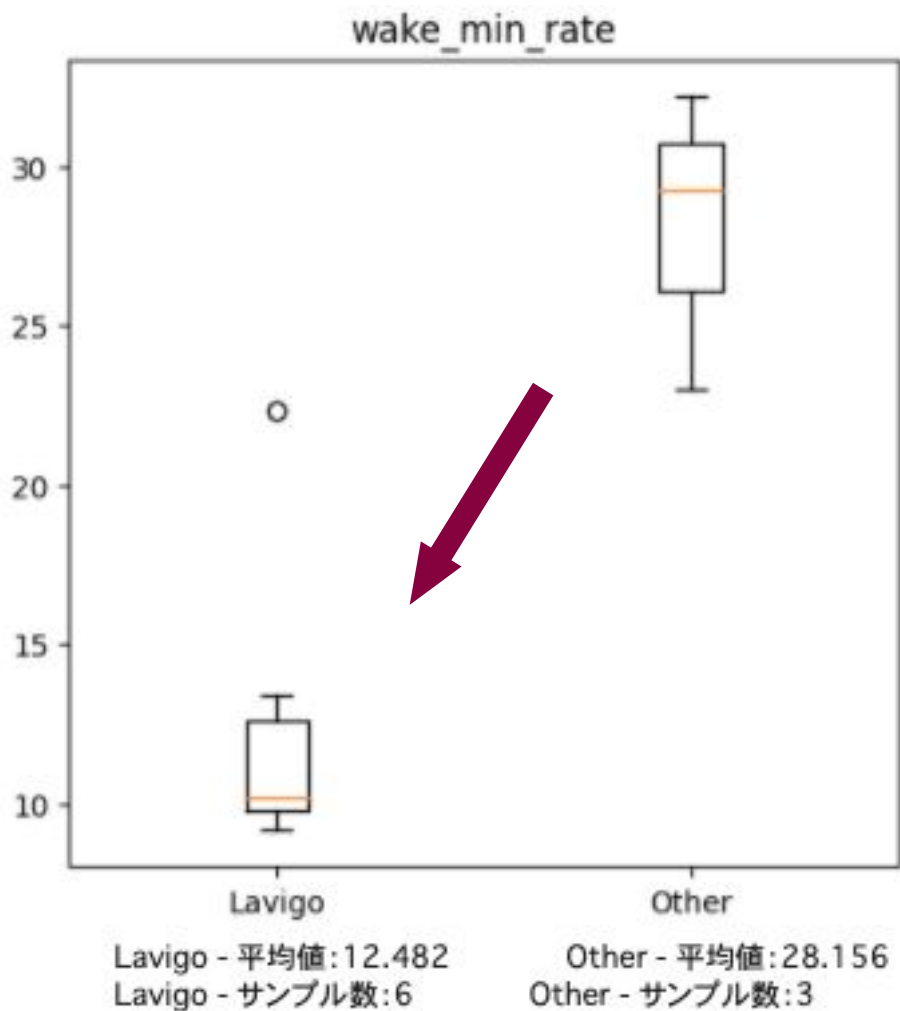


被験者Bに対し
Lavigo作業週は

**深い睡眠の割合が
平均で2.1%増加**

※ 被験者Bの年代の平均の
深い睡眠の割合は17.3%

睡眠の質への影響 被験者個人に見える特徴

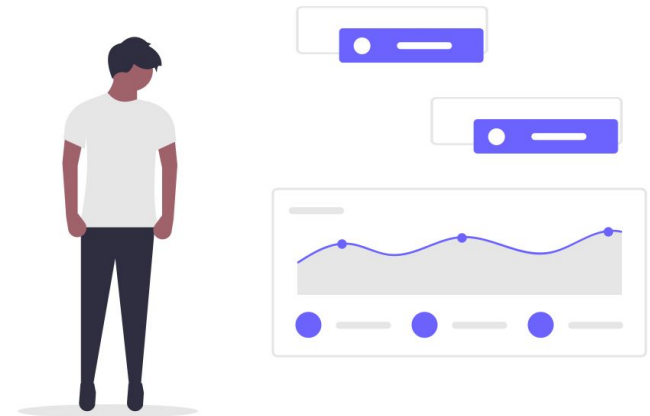


被験者Aに対し
19時以降にLavigo下
で作業を行った日は

**覚醒割合が
平均で15%減少**

睡眠の質への影響 被験者個人の特徴まとめ

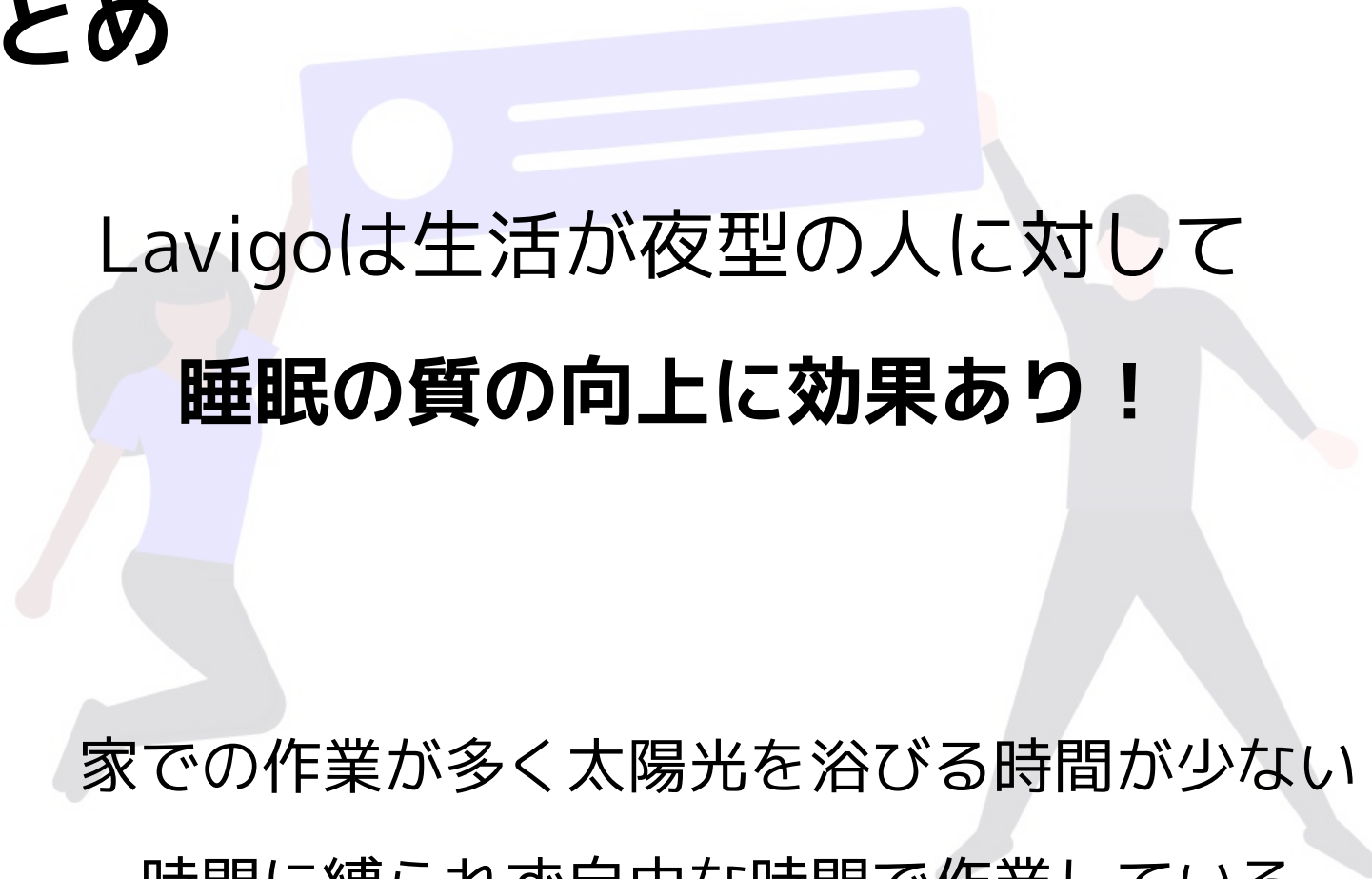
- 蛍光灯下とLavigo下での作業で睡眠の質に差が出る被験者が6名中**2名**いた
 - 普段から生活リズムが正しい人には十分に効果が出なかった
 - **夜型**や生活リズムが**不規則な人**に対して睡眠の質の向上が見込まれる



ストレスへの影響

- Aグループ全体、Bグループ全体、被験者各個人のストレス値の変動についてt-検定を実施
 - fitbitでの主観的なストレス値とアミラーゼでの客観的なストレス値ともに**有意差はなし**
- 人がストレスを感じる原因は照明以外に様々
 - 照明という**単一の指標**ではストレス状態の測定はできなかった

まとめ



Lavigoは生活が夜型の人に対して
睡眠の質の向上に効果あり！

家での作業が多く太陽光を浴びる時間が少ない
時間に縛られず自由な時間で作業している

などに該当する人はLavigoで睡眠の質を向上させ健康に！

付録

睡眠データ

ユーザー	平均入眠時刻	平均起床時刻	平均覚醒割合	平均レム睡眠割合	平均浅い睡眠割合	平均深い睡眠割合
	23.39	5.41	14.02	20.04	63.61	16.35
	25.65	9.63	22.96	24.98	58.87	16.15
	23.94	9.79	12.37	21.16	63.63	15.21
	26.96	9.48	15.08	22.25	57.64	20.10
	25.51	10.91	18.82	22.47	53.48	24.05
	28.73	11.35	16.50	21.96	59.72	18.31

睡眠データ

蛍光灯期間

ユーザー	平均入眠時刻	平均起床時刻	平均覚醒割合	平均レム睡眠割合	平均浅い睡眠割合	平均深い睡眠割合
	23.50	5.44	13.03	22.04	60.41	17.55
	25.96	9.85	23.18	24.08	58.45	17.46
	23.20	10.81	12.73	20.67	63.53	15.80
	26.74	9.19	14.79	22.24	60.00	17.76
	24.46	12.62	24.07	18.42	56.25	25.33
	28.78	11.67	16.34	24.96	54.16	20.88

Lavigo下期間

ユーザー	平均入眠時刻	平均起床時刻	平均覚醒割合	平均レム睡眠割合	平均浅い睡眠割合	平均深い睡眠割合
	23.29	5.38	15.01	18.04	66.81	15.16
	25.25	9.34	22.68	26.10	59.40	14.50
	25.18	8.08	11.77	21.98	63.79	14.23
	27.20	9.81	15.40	22.27	55.03	22.71
	26.14	9.89	15.66	24.90	51.82	23.28
	28.68	11.07	16.65	19.30	64.67	16.04