

絵と文：コリーン・ヴァインツェップレン

おしゃべりなネコに学ぶ からだの中の大切な時計



監修：マヌエル・シュピッツァン

翻訳：駒田陽子、田原優

VELUX STIFTUNG



目次

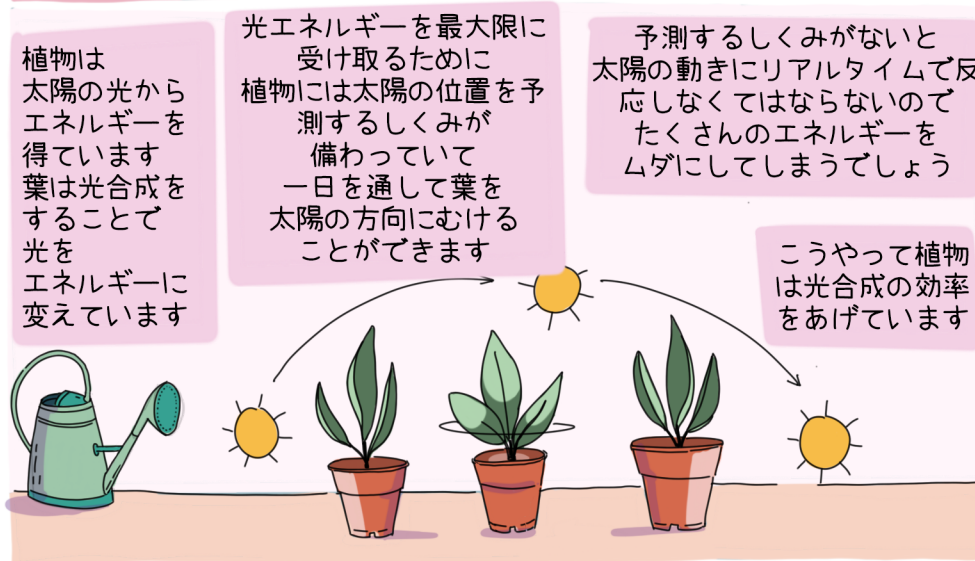
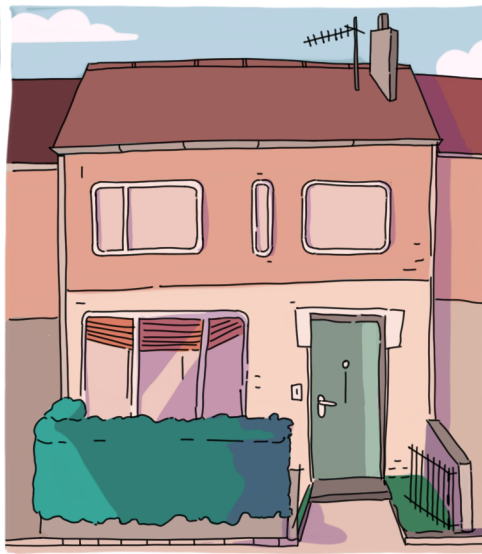
テーマ

おはよう.....	1
体内時計.....	2
光の受容と情報伝達.....	3
夜の光.....	4
メラトニン分泌と光による抑制.....	5
朝型？夜型？クロノタイプって？.....	6
体内時計の乱れと健康への影響.....	7
社会的時差ボケ.....	8
睡眠と気分の関係.....	9
睡眠と夢.....	10
ナルコレプシーと不眠症.....	11
体内時計と睡眠のための良い習慣.....	12
食事・栄養と運動.....	13
まとめ.....	14

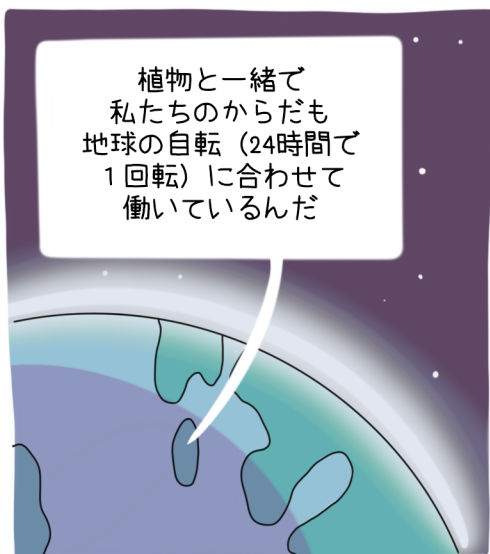
付録

セルフチェック：あなたは朝型？夜型？.....	15
さらに詳しく知りたい方へ.....	16
参考文献.....	17
謝辞.....	18

おはよう



体内時計



この24時間のサイクルは
脳内で作られたリズムがからだに伝
わることで制御されているんだよ
このリズムを
サーカディアンリズムと呼ぶ

サーカ (circa : 約)
ディアン (diem : 1日)

体内の各細胞や
臓器は
それぞれ時計を
持っているんだ

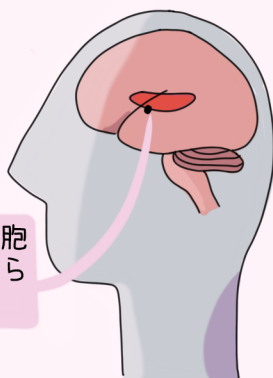


もし各細胞の時計が
バラバラに働いてしまったら
たいへんなことになります
そこで中枢時計（サーカディアン・
ペースメーカーとも呼ぶ）が
全体をコントロールしています

中枢時計は
まるでオーケス
トラの指揮者の
ように
体のあらゆる時
計を同じ時刻に
揃うように調節
しています



この指揮者は
脳内の視交叉上核（しこうさじょう
かく、SCNとも呼ぶ）という部位
にあります



小さな神経細胞
の集まりで作ら
れています

SCNにより作られる
サーカディアンリ
ズムは
様々な生理機能を
調節しています
たとえば
パフォーマンスや
免疫機能
そのほか食欲も...



だけどもっとも大事な機能は
睡眠-覚醒リズムの調節なんだ



植物と同じように
ぼくらのからだは今の
時刻や寝る時刻を分か
っているんだ



自分にそんな能力がある
なんて知らなかった
だけどその情報って
どこからくるの？

うむ、それを可能にしているのは...



光の受容と情報伝達

実はぼくらの体内時計は24時間ピッタリではないんだ
だからいつも時刻が同じになるように調節する仕組みが必要なんだ



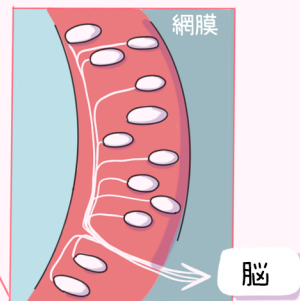
そして光は外の環境に中枢時計を同期するのを助けてくれるんだ

これは眼球を半分にした断面図だよ

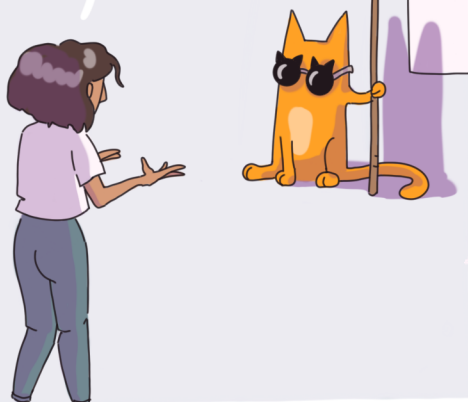


光は網膜で受容されるんだ
網膜とは眼球の奥にある薄い細胞層のことをいうよ

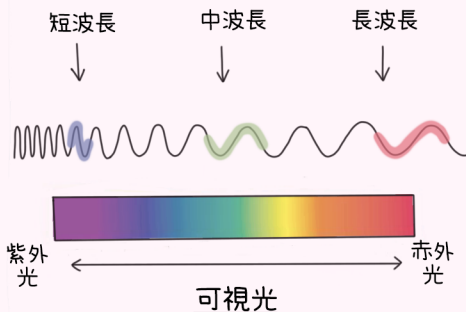
網膜はたくさんの種類の細胞でできていて
光の波長を感知してその情報を脳に送ります
たとえば何が見えているか（視覚）といった情報です



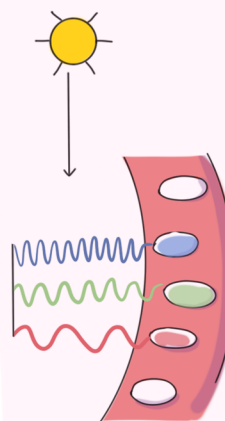
まって
光の波長？
それは何？



わたしたちが見ることが
できる光（可視光）は
紫外光から赤外光の間の
波長域です



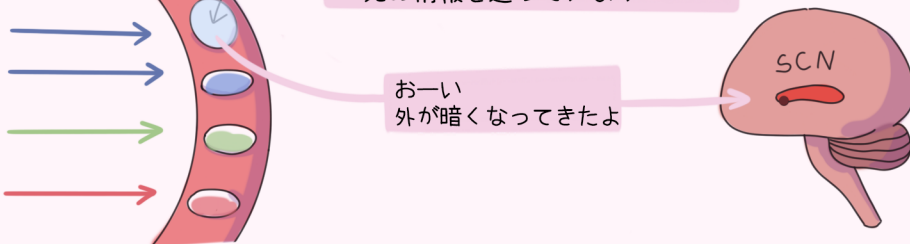
RETINA



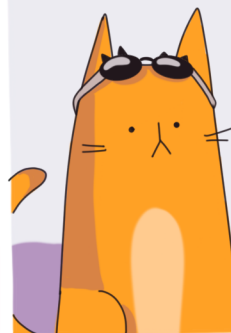
…そして
色を認識する
視覚（色覚）は
錐体細胞（光受
容細胞の一種）
が担っています
錐体細胞には
3種類あって
各波長域（短波
長：S、中波長：
M、長波長：L）を
認識できるよう
になっています

これが色が見える仕組みですが
体内時計が日の出や日の入りを認識するのは別の方法なのです

光を受容する細胞の中には
もうひとつ別の種類（ipRGC
細胞*）があり
この細胞がSCNの体内時計に
光の情報を送っています



この細胞は
波長が短い光（バイオレット、青、
シアン色など）に反応するよ



光がきている
のがわかる？

なに？

* 神経科学者はこの細胞を内因性光感受性網膜神経節細胞（intrinsically photosensitive retinal ganglion cell : ipRGC）と呼んでいます

夜の光

体内時計を担当している網膜の細胞はブルーライトにより応答するんだ

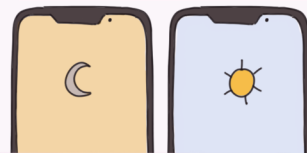
もし夜にこの細胞を人工的な照明で刺激したら君の体内時計はお昼だと思って反応しちゃうんだ

だから夜はスマホやパソコンの明るい画面を避けた方がいいのですこの光が光受容細胞を活性化してずっと元気になってしまうのです

おお
なんだ今寝ていたのに何をしているだ君は？

いま何時だ？

夜の時間帯の光刺激は体内時計を狂わせ不眠症など眠りの問題を引き起こします



画面をナイトモードにしてブルーライトを減らしたりただ単に明るさを抑えることで体内時計が不適切な時間に活性化するのを避けることができます

OK よく分かったよ
夜の時間帯に明るい光を見て昼間だと勘違いしないようにすることが体内時計を狂わせないために大切なんだね

そういうことさもちろん他にもいろんな原因で睡眠が妨げられることもあるけどね

たとえばインスタグラムで頭が興奮してしまったら寝つきが悪くなるよね

それはスマホの光だけで起こるの？

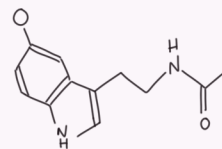
なに？

体内時計のシフトと眠りの妨げはスマホの光だけで起こるかってこと？

いや違うよ夜の部屋の照明でも同じさ

どうやって？

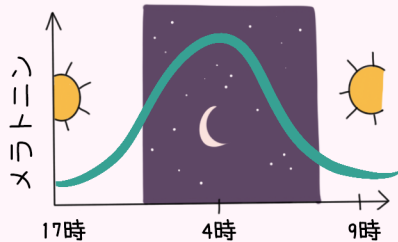
夜が来るとSCNによってコントロールされた脳の時計はメラトニンという物質を分泌しますメラトニンは暗闇のホルモンと呼ばれています



この夜を知らせるホルモンの情報がからだの変化たとえば体温の低下などを導きます

メラトニン分泌と光による抑制

通常メラトニンは
夜に合成され…



…昼は生産されません

ヒトなどの昼行性動物
(昼に活動する動物) では
メラトニンは睡眠の合図になります

一方でネズミのような
夜行性動物だと
メラトニンは同じよう
に夜に分泌されますが
それは目覚めの合図に
なります

うろうろ

→ メラトニンは種によって効果が
異なるのです

19世紀に人工
的な光が発明
されて以降
光環境はヒト
に多くの変化
をもたらして
きたんだ



人工光と室内生活によって
私たちは日が暮れたあとも
明るい環境の中にいます

明るい光は
光環境や照明の種
類(LED*, 白熱灯、
蛍光灯) にもよ
りますが
夜のメラトニン分
泌を抑制します



2014年
青色発光ダイオ
ード(LED) の発
明にノーベル物
理学賞が贈られ
ました
この発明に
よって
省エネ型のLEDで
も白色光を作る
ことができるよ
うになりました

照明にはブルーライ
トが含まれている

ブルーライトは網膜
の光受容細胞を活性
化する

その細胞がSCNを
活性化し
メラトニンの分泌を
抑制する(昼間の光
と同じように)

体内時計の乱れと睡
眠障害を引き起こす



私の家は全部
LEDだわ…

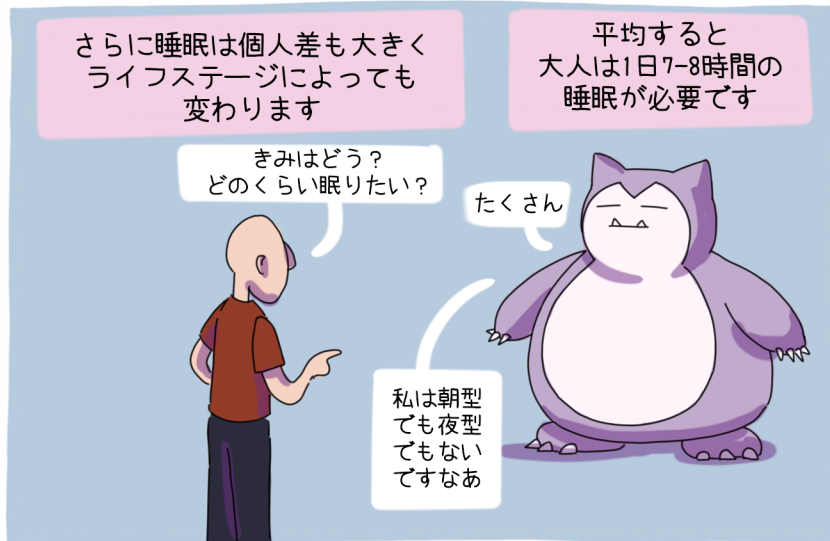
落ち着いて
夜は少し暗くする
だけでもいいんだ

あと
照明によるメラ
トニンの抑制は
全てのヒトでみ
んな同じ感度で
はないんだ

だけど睡眠に
不満をかかえて
いるヒトは
夜の光を抑えるこ
とで睡眠を良くす
る効果があるよ

*LED: Light-emitting diodes, 発光ダイオード

朝型？夜型？クロノタイプって？



体内時計は生まれる前から働き始めます

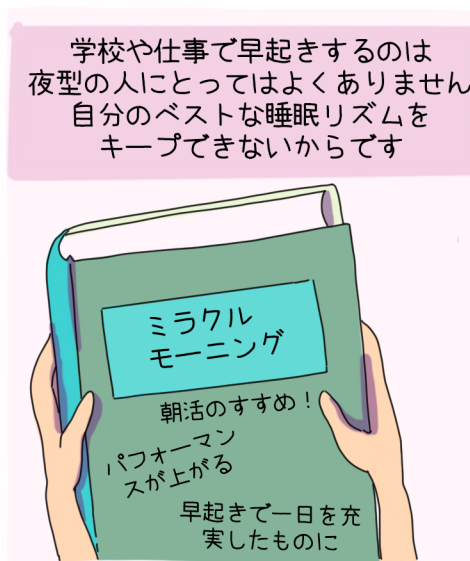
リズムは幼児期に安定します

思春期になると、性ホルモンや行動の変化（夜ふかしや夜の光）にともない、夜型化します

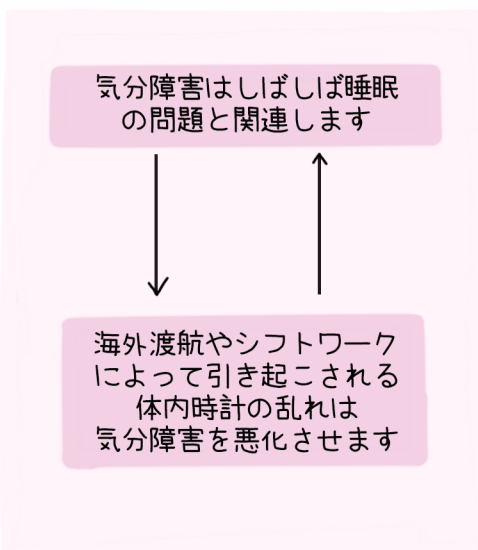
これは、学校に合わせて早起きしなければならないティーンエイジャーにとって悩みの種となります

夜型傾向は20代はじめにピークに達しその後年をとるにつれてだんだん朝型化します

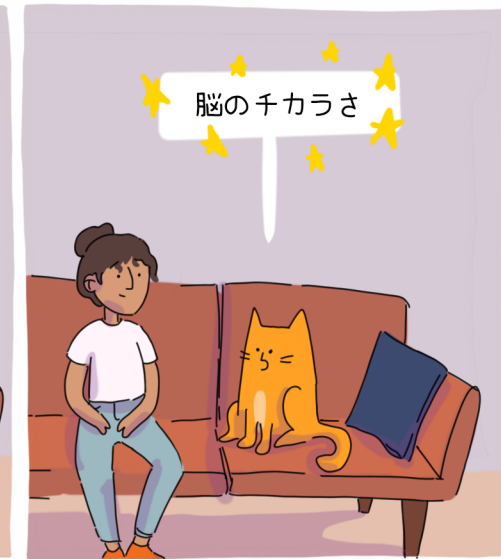
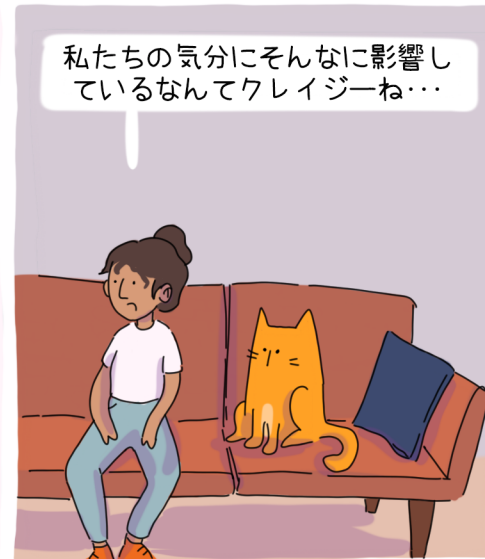
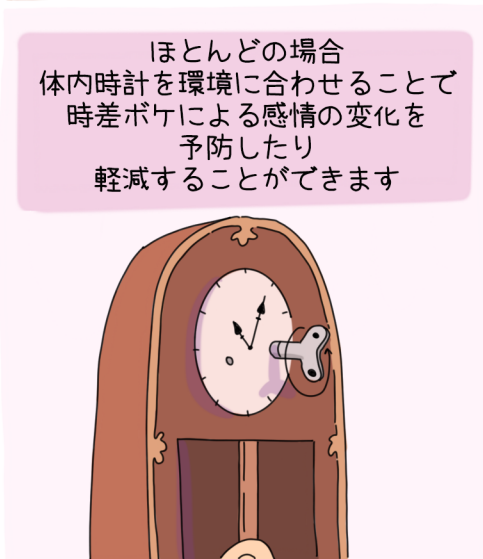
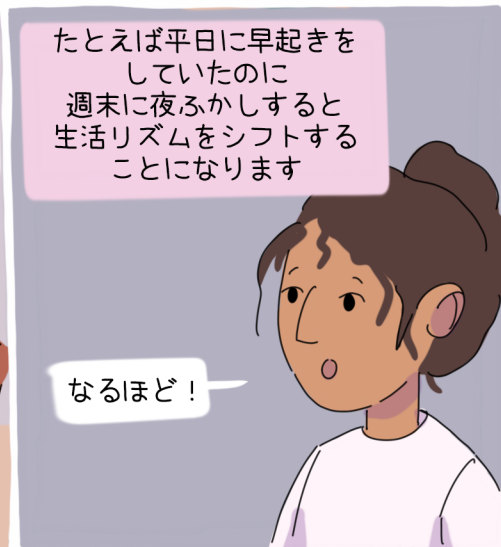
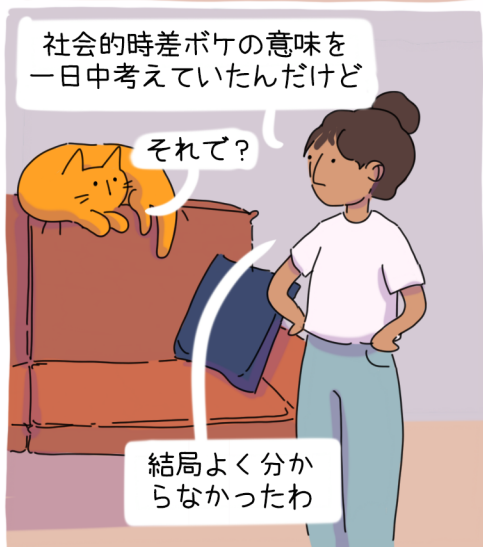
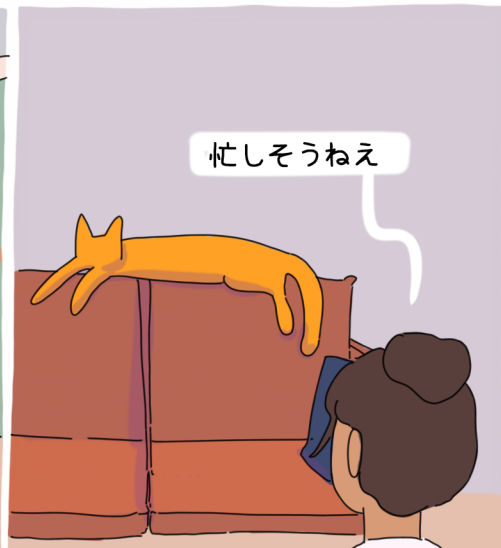
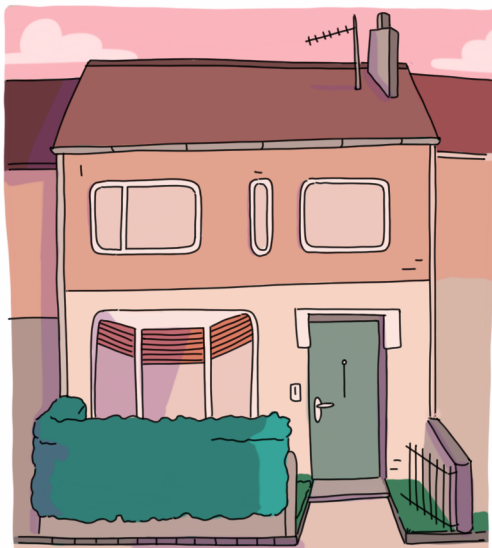
男性の方が変化が大きい



体内時計の乱れと健康への影響

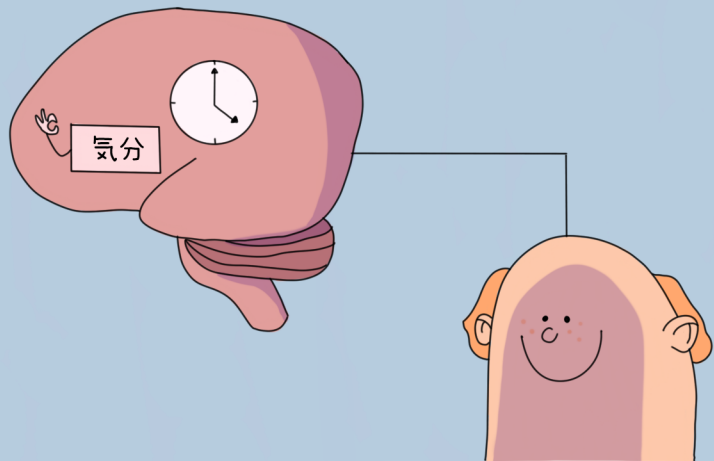


社会的時差ボケ

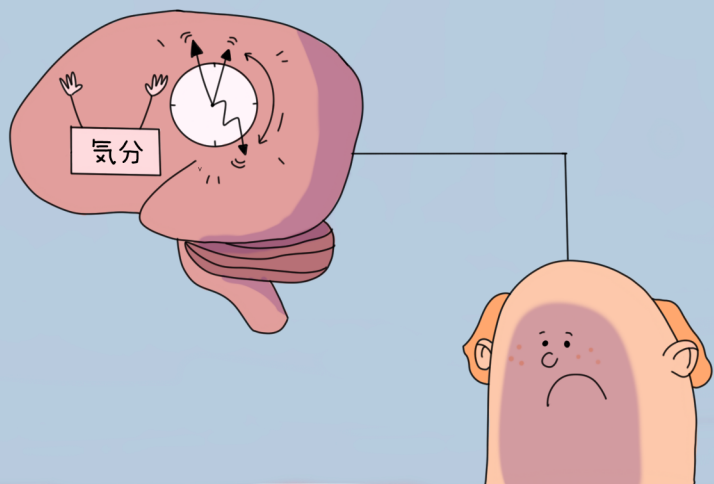


睡眠と気分の関係

気分をコントロールする脳の神経（セロトニンやドーパミンを分泌する神経）は体内時計のコントロール下にあります



つまり体内時計が乱れるとうつっぽくなったり不安になりやすくなります

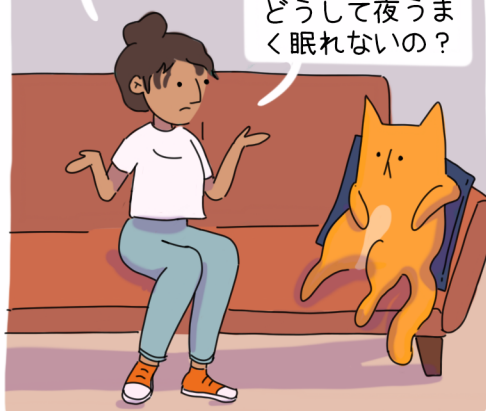


そうかーだからシフトワーカーや客室乗務員は気分の問題を抱えやすいわけね



…でも睡眠の問題そのものはどうなの？

けっきょく私はどうして夜うまく眠れないの？



睡眠がどうやってコントロールされているか知ってるかな？

教えてよネコ博士！



睡眠と夢

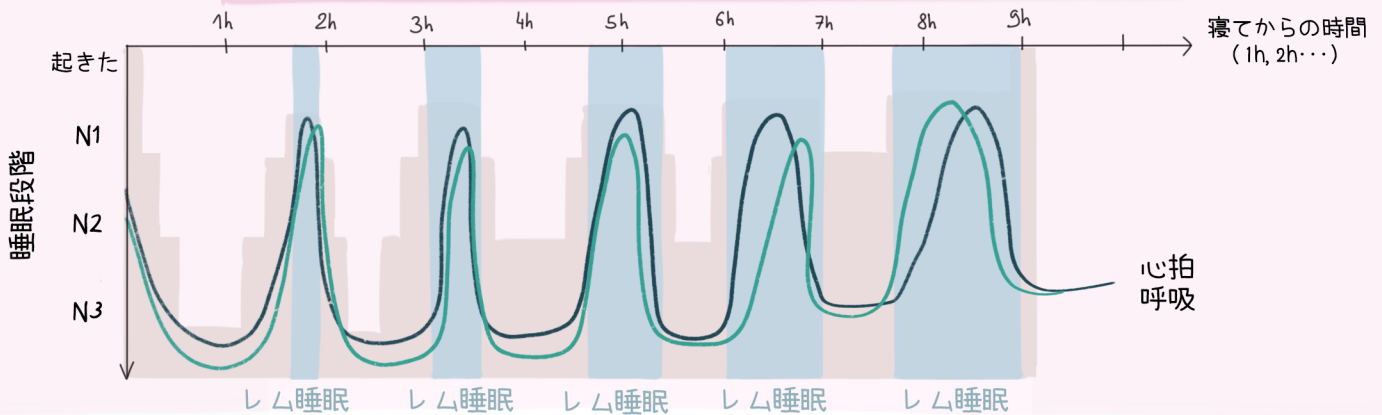
これまで長い間、眠っている時の脳は単に休んでいるだけだと考えられていました
ところが睡眠研究が進み、そうではないことがわかってきました
睡眠ポリグラフという方法で睡眠をより深く理解できるようになりました
この方法は睡眠障害の診断にも使われています



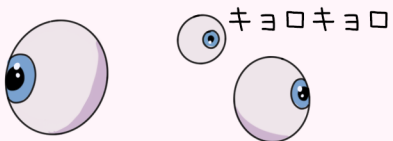
寝る準備
おっけー!



睡眠の研究によって、睡眠中にノンレム睡眠 (N1, N2, N3) とレム睡眠
という異なるステージを行ったり来たりしていることがわかりました
呼吸や心拍その他多くの指標は、睡眠段階によって変化します



レム睡眠は逆説睡眠とも呼ばれます
レム睡眠中は、まぶたの下で目が大きく動いています (Rapid Eye Movement: REM, 急速眼球運動)

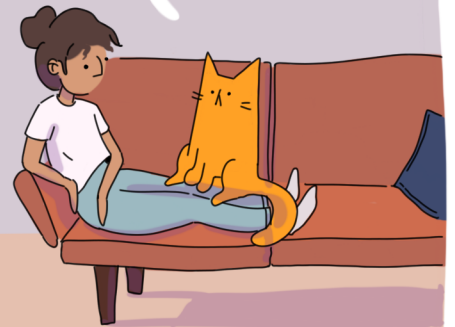


ヒトは一晚に5~6回
レム睡眠があります
このレム睡眠が記憶の
定着に大事だと考えら
れています

レム睡眠の時に夢、特に奇妙な夢を
見えています
起きたときに夢を思い出せるときは
おそらく直前がレム睡眠
だったのでしょう

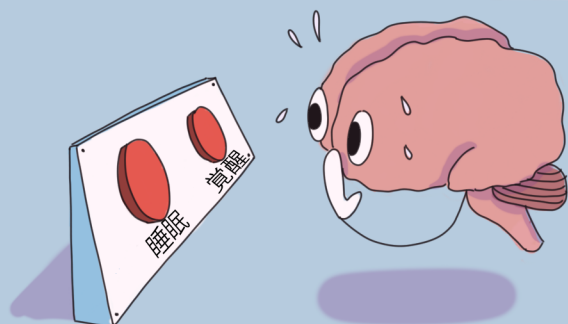


レム睡眠についてよく
分かったと思うから
ナルコレプシーの症状
も理解できると思うよ

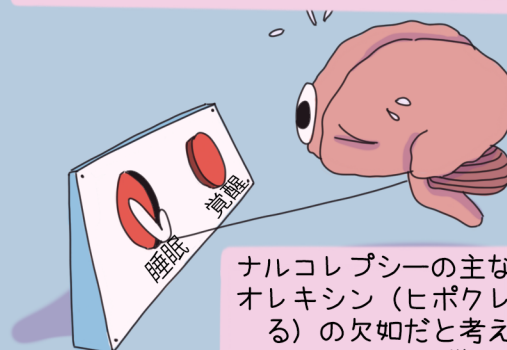


ナルコレプシーと不眠症

ナルコレプシーは睡眠と覚醒をコントロールする脳の機能に問題が起こります

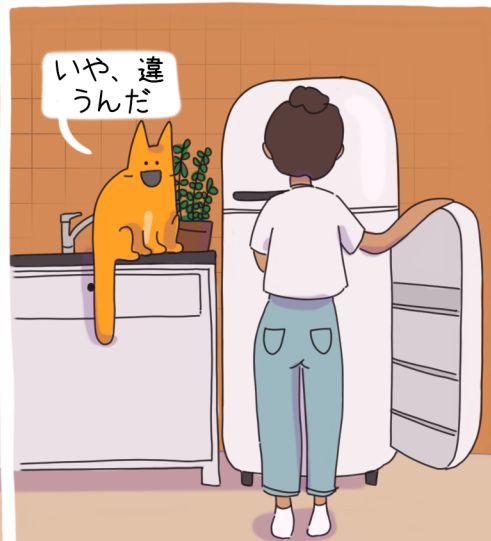
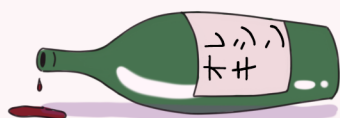
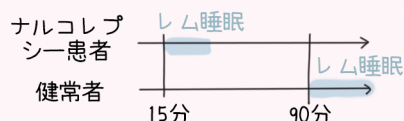


ナルコレプシーは日中に強い眠気が生じます
そのせいで交通事故を起こしたり、学校や仕事でパフォーマンスが低下したり、生活に支障が出てきます

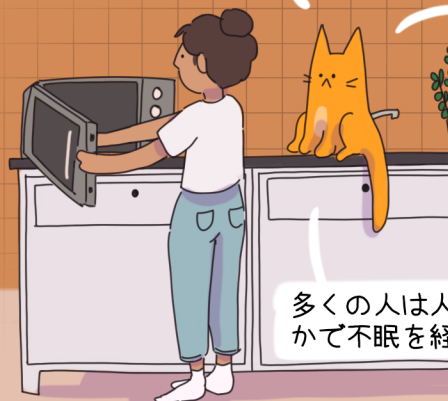


ナルコレプシーの主な原因は、脳内の
オレキシン（ヒポクレチンとも呼ばれる）
の欠如だと考えられています
オレキシンは覚醒を促したり、
レム睡眠を調節しています

昼間に起きていられないことに加えて
ナルコレプシー患者はレム睡眠の
タイミングが異なることも特徴です
通常は眠ってから90分後にレム睡眠に
なりますが、患者は15分以内に
レム睡眠が起こります



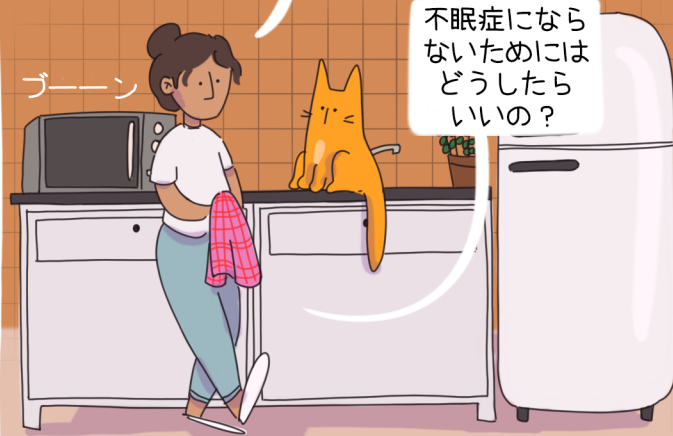
実際、慢性の不眠症はいろいろな疾患で見られるよ



メンタルヘルスの問題（ストレス、不安、うつ病、PTSD*、薬物中毒）でも不眠が起こってくるよ
それだけじゃなくて、認知症、てんかん、慢性疼痛の患者さんでも不眠が見られるんだ

多くの人は人生のどこかで不眠を経験するね

眠れないとすごくストレスよね…



* PTSD: post-traumatic stress disorder (心的外傷後ストレス障害)

体内時計と睡眠のための良い習慣

睡眠医学では
認知行動療法という
不眠症の治療法があるんだ

たとえ不眠症のような問
題がなかったとしても
日々の小さな習慣の積み
重ねで睡眠を改善する
ことができるよ

体内時計のためにも
良い習慣を続けるこ
とが大事なんだ
睡眠の質を改善する
こともできるよ！

毎日同じ時間に寝る
ようにしましょう

お腹いっぱい、また
は空腹の状態で寝る
のは避けましょう

CRAP

眠気を感じたら無視しな
いで：眠りへの扉が開いて
いるタイミングです

夕方以降は明るい光や
ブルーライトを避けましょう

昼間（特に午前中）はで
きるだけ外で過ごして、
日の光を浴びましょう

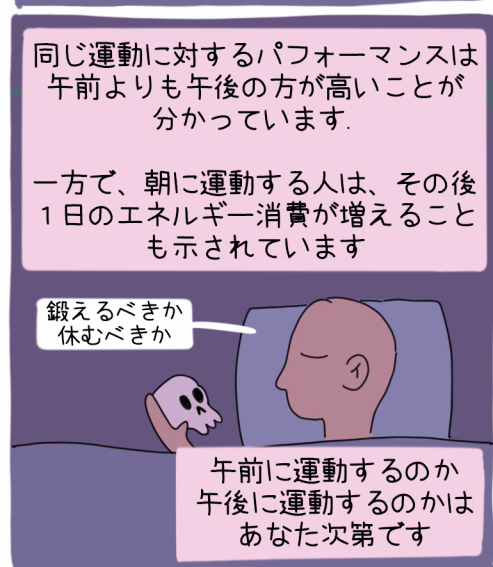
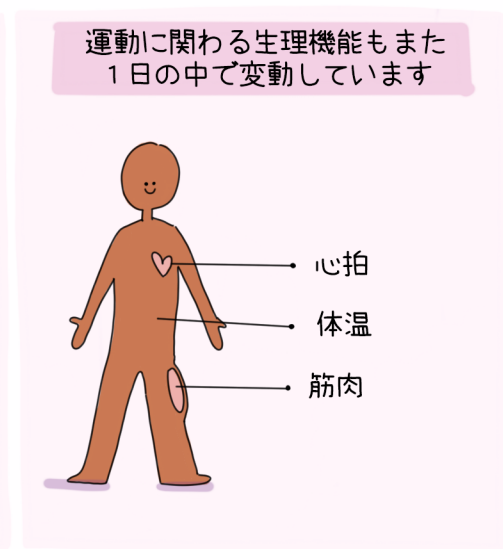
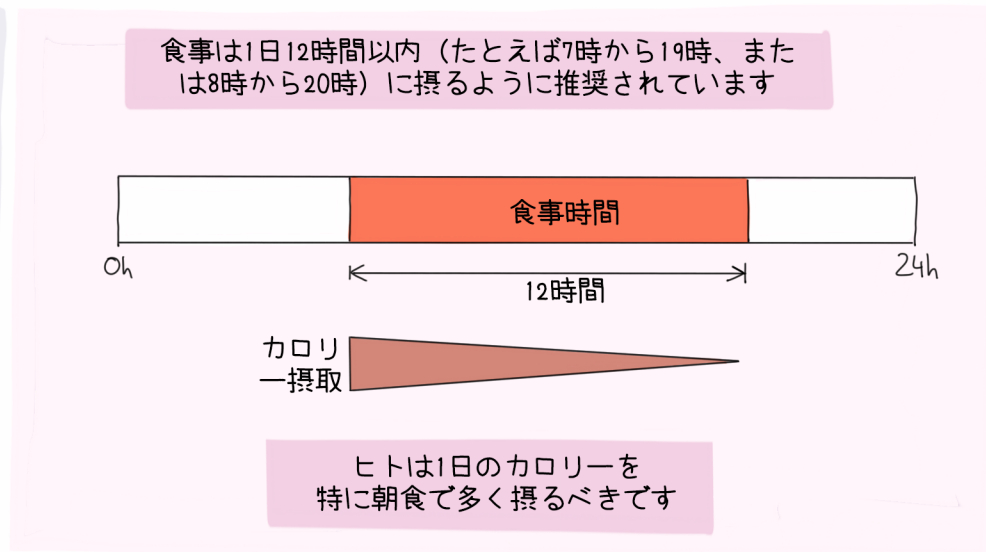
食事の時間帯にも気
をつけた方がいいよ

もうスープを飲むべ
き時刻じゃないなあ

私にちょうだい

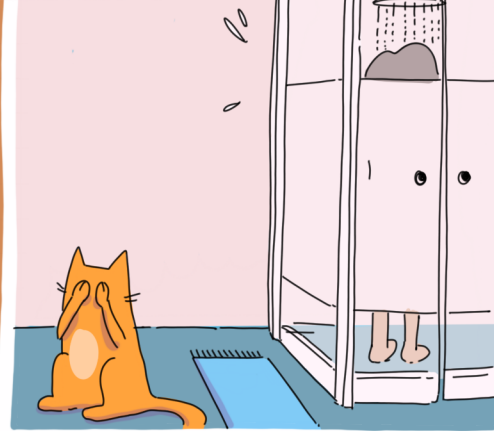
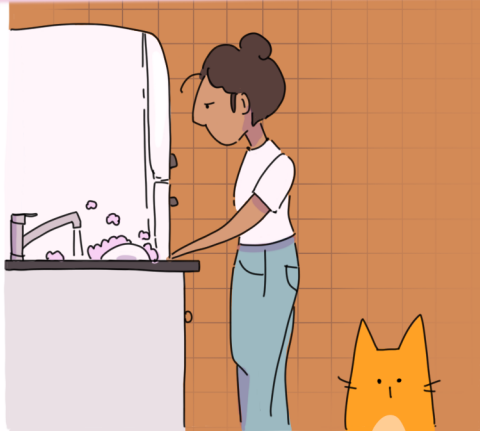
コーヒーやお茶に含まれ
るカフェイン、アルコー
ル、ニコチンなどの刺激
物に注意しましょう

食事・栄養と運動



まとめ

私が理解したことは… わたしたちの行動や健康は、多くの側面で体内時計の影響を受けています
体内時計は1日24時間の周期に同期しています
夜になると脳はメラトニンを分泌して眠りを誘いますが、明るい光はそれを妨げてしまいます



えっと、私のクロノタイプは、絶対に朝型ではないわ
もし私が自分の自然なリズムに従わなければ、私の体内時計は変化し、精神健康に問題が起きるわ
こうした時計の変化は、夜勤や時差ボケで起きるものと同じね



そして今回、体内時計に合わせて、良い睡眠をとるための方法がいくつか分かったわ

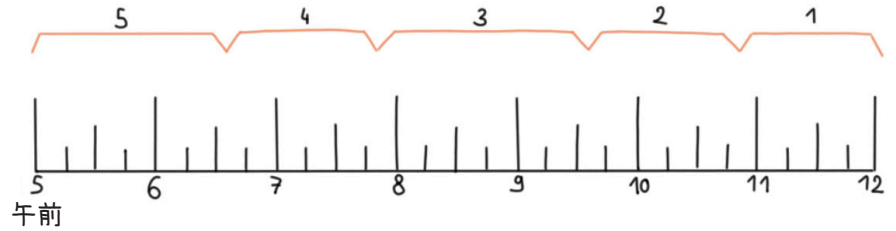


セルフチェック：あなたは朝型？夜型？

以下の質問に答えて、合計点を計算してみよう

1

あなたの体調が最高と思われる生活リズムだけを考えて下さい。そのうえで、1日のスケジュールを本当に思い通りに組むことができるとしたら、あなたは何時に起きますか。



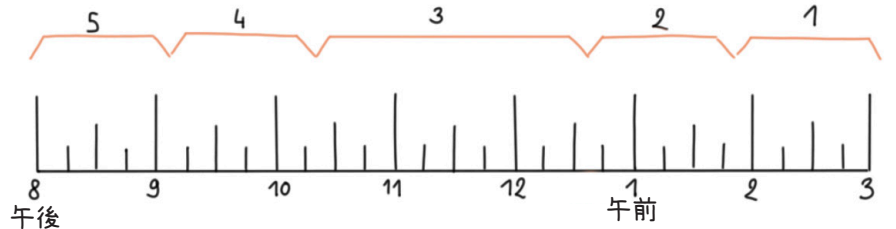
2

2 ふだん、起床後30分間のけだるさは、どの程度ですか。

たいへんけだるい 1
 どちらかといえばけだるい 2
 どちらかといえばそう快である 3
 たいへんそう快である 4

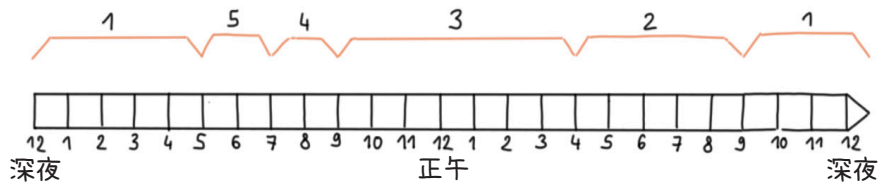
3

あなたは、夜、何時になると疲れを感じ、眠くなりますか。



4

1日のどの時間帯に体調が最高であると思いますか。



5

「朝型」か「夜型」かと尋ねられたら、あなたは次のどれにあてはまりますか。

明らかに「朝型」 6
 「夜型」というよりむしろ「朝型」 4
 「朝型」というよりむしろ「夜型」 2
 明らかに「夜型」 0

判定結果

合計得点から、5つのタイプに分類されます

より正確で詳細な調査でクロノタイプを判定したい場合は、以下のウェブサイトをご覧ください：

https://www.sleepmed.jp/q/meq/meq_form.php

合計得点

22-25点：超朝型

18-21点：朝型

12-17点：中間型

8-11点：夜型

4-7点：超夜型

さらに詳しく知りたい方へ

この本に興味をもってくださり、もっと知りたいと思われた方は、以下を参考にしてください

より良い睡眠のために：

☐ 睡眠障害や睡眠の全般的な情報サイト（厚生労働省eヘルスネット）

<https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/heart>

☐ 睡眠の問題について詳しく知りたいときや、睡眠障害のセルフチェックをしたい場合（NCNP睡眠医療プラットフォーム）

<http://sleepmed.jp/platform/>

☐ 体を整えるすごい時間割，大和書房，田原優（著） ISBN-10：4479784713

☐ Q&Aですらすらわかる体内時計健康法—時間栄養学・時間運動学・時間睡眠学から解く健康，杏林書院，田原優・柴田重信（著） ISBN-10：4764411830

不眠症：

☐ 眠れないのはなぜ？

Dan Kwartler TED-Ed

不眠症についてのわかりやすい動画（日本語字幕あり）

<https://youtu.be/j5S18LyI7k8>

☐ よい眠りのための7つのヒント（日本語字幕あり）

https://blog.ed.ted.com/2016/08/23/7-healthy-tips-for-a-better-nights-sleep/?utm_source=youtube&utm_medium=social&utm_campaign=insomnia

こどもの睡眠：

☐ 子どもの睡眠ガイドブック：眠りの発達と睡眠障害の理解，朝倉書店，駒田陽子・井上雄一（編集） ISBN-10：4254301197

☐ 睡眠障害の子どもたち：子どもの脳と体を育てる睡眠学，合同出版，大川匡子（編著） ISBN-10：4772611487

睡眠や体内時計の研究：

☐ 日本睡眠学会

<https://jssr.jp/>

☐ 日本時間生物学会

<http://chronobiology.jp/>

☐ 日本時間栄養学会

<https://www.chrono-nutrition.jp/>

☐ 睡眠健康推進機構

<http://www.jfnm.or.jp/nemurin/>

免責事項：本書は医学的なアドバイスや診断に代わるものではありません。ご心配な場合は、医療機関にご相談ください。



参考文献

- (1) Manoogian, E. N. C.; Chaix, A.; Panda, S. When to Eat: The Importance of Eating Patterns in Health and Disease. *J Biol Rhythms* 2019, 34 (6), 579–581. <https://doi.org/10.1177/0748730419892105>.
- (2) Kuula, L.; Gradisar, M.; Martinmäki, K.; Richardson, C.; Bonnar, D.; Bartel, K.; Lang, C.; Leinonen, L.; Pesonen, A. K. Using Big Data to Explore Worldwide Trends in Objective Sleep in the Transition to Adulthood. *Sleep Med* 2019, 62, 69–76. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2019.07.024>.
- (3) Chaix, A.; Panda, S. Timing Tweaks Exercise. *Nat Rev Endocrinol* 2019, 15 (8), 440–441. <https://doi.org/10.1038/s41574-019-0229-z>.
- (4) Borbély, A. A.; Daan, S.; Wirz-Justice, A.; Deboer, T. The Two-Process Model of Sleep Regulation: A Reappraisal. *J Sleep Res* 2016, 25 (2), 131–143. <https://doi.org/10.1111/jsr.12371>.
- (5) James, S. M.; Honn, K. A.; Gaddameedhi, S.; Van Dongen, H. P. A. Shift Work: Disrupted Circadian Rhythms and Sleep—Implications for Health and Well-Being. *Curr Sleep Medicine Rep* 2017, 3 (2), 104–112. <https://doi.org/10.1007/s40675-017-0071-6>.
- (6) Eiser, A. S. Physiology and Psychology of Dreams. *Semin Neurol* 2005, 25 (01), 97–105. <https://doi.org/10.1055/s-2005-867078>.
- (7) National Institute of Neurological Disorders and Stroke. Narcolepsy, 2020. <https://www.ninds.nih.gov/Disorders/Patient-Caregiver-Education/fact-Sheets/Narcolepsy-Fact-Sheet>
- (8) Spitschan, M. Melanopsin Contributions to Non-Visual and Visual Function. *Curr Opin Behav Sci* 2019, 30, 67–72. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2019.06.004>.
- (9) Brown, T. M. Melanopic Illuminance Defines the Magnitude of Human Circadian Light Responses under a Wide Range of Conditions. *J Pineal Res* 2020, 69 (1). <https://doi.org/10.1111/jpi.12655>.
- (10) Lucas, R. J.; Peirson, S. N.; Berson, D. M.; Brown, T. M.; Cooper, H. M.; Czeisler, C. A.; Figueiro, M. G.; Gamlin, P. D.; Lockley, S. W.; O'Hagan, J. B.; Price, L. L. A.; Provencio, I.; Skene, D. J.; Brainard, G. C. Measuring and Using Light in the Melanopsin Age. *Trends Neurosci* 2014, 37 (1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2013.10.004>.
- (11) Lewy, A.; Wehr, T.; Goodwin, F.; Newsome, D.; Markey, S. Light Suppresses Melatonin Secretion in Humans. *Science* 1980, 210 (4475), 1267–1269. <https://doi.org/10.1126/science.7434030>.
- (12) Vetter, C.; Phillips, A. J. K.; Silva, A.; Lockley, S. W.; Glickman, G. Light Me up? Why, When, and How Much Light We Need. *J Biol Rhythms* 2019, 34 (6), 573–575. <https://doi.org/10.1177/0748730419892111>.
- (13) Hastings, M. H.; Maywood, E. S.; Brancaccio, M. Generation of Circadian Rhythms in the Suprachiasmatic Nucleus. *Nat Rev Neurosci* 2018, 19 (8), 453–469. <https://doi.org/10.1038/s41583-018-0026-z>.
- (14) Cain, S. W.; McGlashan, E. M.; Vidasfar, P.; Mustafovska, J.; Curran, S. P. N.; Wang, X.; Mohamed, A.; Kalavally, V.; Phillips, A. J. K. Evening Home Lighting Adversely Impacts the Circadian System and Sleep. *Sci Rep* 2020, 10 (1), 19110. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75622-4>.
- (15) Blume, C.; Garbazza, C.; Spitschan, M. Effects of Light on Human Circadian Rhythms, Sleep and Mood. *Somnologie* 2019, 23 (3), 147–156. <https://doi.org/10.1007/s11818-019-00215-x>.
- (16) Stockman, A. Cone Fundamentals and CIE Standards. *Curr Opin Behav Sci* 2019, 30, 87–93. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2019.06.005>.
- (17) Allen, A. E. Circadian Rhythms in the Blind. *Curr Opin Behav Sci* 2019, 30, 73–79. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2019.06.003>.
- (18) Walker, W. H.; Walton, J. C.; DeVries, A. C.; Nelson, R. J. Circadian Rhythm Disruption and Mental Health. *Transl Psychiatry* 2020, 10 (1), 28. <https://doi.org/10.1038/s41398-020-0694-0>.

謝辞

First edition (v1.2)

DOI: 10.17605/OSF.IO/FSE42

Licence:

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).



How to cite this resource:

Weinzaepflen, C., Spitschan, M., & Komada, Y. (2021). おしゃべりなネコに学ぶ [Enlighten your clock: How your body tells time]. (C. Weinzaepflen, Illus.; Y. Komada, Transl.). DOI: 10.17605/OSF.IO/FSE42

Contact:

coline.weinzaepflen@etu.unistra.fr
manuel.spitschan@psy.ox.ac.uk

ORCID

Coline Weinzaepflen
<https://orcid.org/0000-0002-3596-3777>
Manuel Spitschan PhD
<https://orcid.org/0000-0002-8572-9268>

Development of this comic book was funded by an MRC/AHRC/ESRC Engagement Award ([MR/T046317/1](https://www.ukri.org/funding/awards/2046317/1): Sleep, circadian rhythms and mental health in schools (SCRAMS) to Prof. Daniel Smith).

Dr Manuel Spitschan was supported by a Sir Henry Wellcome Postdoctoral Fellowship (Wellcome Trust, [204686/Z/16/Z](https://www.wellcome.ac.uk/funding/awards/204686/Z/16/Z)).

We wish to thank Sleep, circadian rhythms and mental health in schools (SCRAMS) consortium, Sleep Scotland, Prof. Alice Gregory, Prof. Stella Chan, Prof. Jamie Zeitzer, Dr Christine Blume, Dr Heather Whalley, Prof. Michael Grandner, Rafael Lazar, Nina Waldthaler, Jean Romain Luttringer, Dr. Cathy Goldstein, Prof. Kevin Houser, Dr. Nick Brown Charlotte Richer and Cherwell School, Oxford.

About the illustrator:

Coline Weinzaepflen is a neuroscientist and illustrator based in Strasbourg, France. For more information about her work, please visit <https://linktr.ee/Colin.w>

