

在宅勤務時代の生活リズムを調整する照明環境

東京都市大学建築都市デザイン学部建築学科 教授

小林 茂雄

1. はじめに

外出自粛を余儀なくされたコロナ禍でライフスタイルや働き方が変わり、特に、リモートワークを取り入れているオフィスワーカーにおいて生活環境が大きく転換している。外出頻度の減少だけでなくリモートワークの普及によって、自宅（室内）で過ごす時間が増え、自然光を浴びる時間が減少している。さらに、スマートフォンやパソコンの画面を見る時間も増えている。また同じ室内であってもオフィスと住宅では働く空間の規模や環境は異なり、机や椅子などの家具だけでなく照明器具の種類や明るさのバランスなども同一ではない。光環境が変化したことは、日々の生活リズムに影響しているのではないかと推測される。

光環境は生活リズムと深い関係があることが知られている（図1）。人はもともと昼行性の動物であり、明るい昼間に活動し、暗い夜間には休息（睡眠）する習性がある。人の自然な生活リズムは深部体温やホルモンの分泌リズムであるサーカディアンリズムによって作りだされるが、このリズムは明暗のサイクルに

大きく同調する。すなわち明るい環境であれば交感神経の働きを活発にし、体温や血圧を上昇させて活動体制に入りやすくなる。一方、暗い環境では副交感神経を優位にし、睡眠ホルモンであるメラトニンを分泌し、眠りにつきやすくなる。光の状態は身体に直接作用するのである。昼と夜の明暗の適切なバランスが崩れると、サーカディアンリズムが乱れることにもなる。

本稿では、コロナ禍の中でオフィスワーカーを対象とした健康と照明との関係について調査した結果をもとにして、生活リズムや睡眠の質を高める照明条件について検討する。そして一般家庭における寝室の適切な照明コントロール方法について提案する。照明とサーカディアンリズム、睡眠の関係性については過去にも数多くの研究があるが、コロナ以降の生活環境を対象に検討したものは少ない。生活リズムが乱れがちなコロナ禍の中で、これまでの知見と最新の照明技術を統合することによって、健康維持のための照明計画を進捗させることができるだろう。

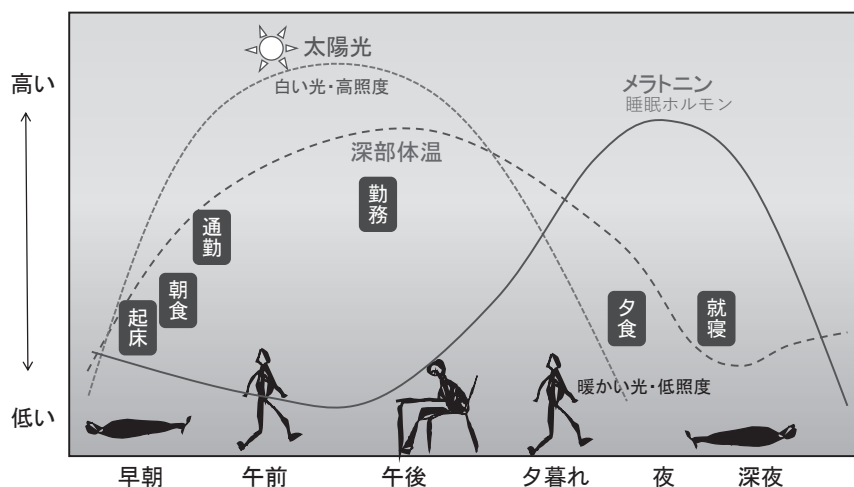


図1 サークアディアンリズムと光環境

2. コロナ禍での生活リズムの変化

新型コロナウイルスの感染拡大から丁度 1 年経過した 2021 年 3 月に、全国のオフィスワーカーを対象にして生活リズムや睡眠のとり方がどう変わったかを把握するアンケート調査を行った。回答者はフルタイムの正社員として働くオフィスワーカーで、25 歳～59 歳の男性 300 名、女性 300 名の計 600 名である。結果の一部を以下に示す。

・生活リズムの乱れ（図2）

コロナ禍前と比べて生活のリズムに変化があったかどうかを尋ねたところ、62%の人は生活リズムに変化がないと回答した。しかし、全体で 20%の人が、感染拡大後に生活リズムの乱れを感じていると回答している。リモートワーク(在宅勤務)になっている人(295 名)では 27%であり、その傾向が顕著である。生活のリズムが乱れていると感じる理由については、65%の人が、「コロナ禍前と比べて外出する機会が減った」と回答した。また、「日の光を浴びる時間が減った」という回答も 47%あった。コロナ禍によって、自然光を浴びる時間・頻度が減少していることがうかがえ

る。在宅勤務であることは、感染リスクを減らせたり通勤時間が有効に使えたりするなどのメリットがある一方、オフィスに出勤しないことが生活リズムを乱す要因になっている。

2020 年 5 月に行われた別の調査¹⁾では、10 代から 30 代の若年層において、平日の寝る時間と起きる時間が遅くなり、生活リズムが夜型化したことを報告している。また、外出自粛中の体重変化と生活リズムの関係を調査したところ、睡眠時刻が朝型化（早寝、早起き）した人は痩せる傾向にあり、夜型化（遅寝、遅起き）した人は太る傾向にあることも示している。コロナ禍の生活リズムの乱れが、睡眠不足だけでなく、肥満やメタボリックシンドロームを招きやすくなることが指摘されている。

・睡眠の変化（図3）

人は眠ることで心身の疲れを癒し、様々な機能を回復していく。特に脳の疲労は、睡眠でしか回復することができない。睡眠不足は、注意力や作業能率の低下を招き、生産性の悪化、事故やヒューマンエラーを引き起こす。また、睡眠不足が長く続くと、疲れが蓄積し、

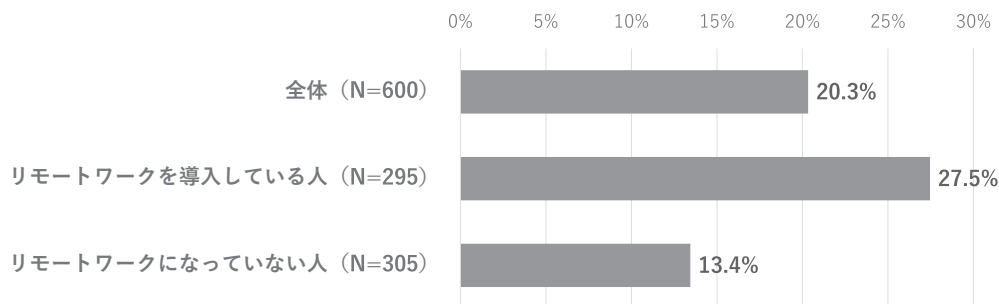


図2 コロナ禍前と比べて生活のリズムが乱れていると感じる人
全国の 25 歳～59 歳、正社員・フルタイムで働くオフィスワーカー男女 (N=600)

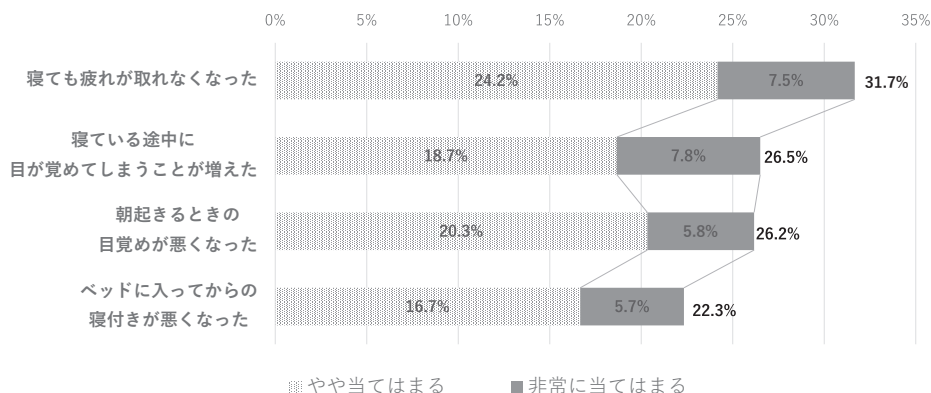


図3 コロナ禍の前後における睡眠の変化

疲労回復がはかれなくなる。ここではコロナ禍の前後で睡眠のとり方に変化があったかを尋ねた。その結果、コロナ禍後に 20 ～ 30% の人が睡眠に悩みを感じるようになったと回答した。「寝ても疲れが取れなくなった」が最も多く 31%，次いで「寝ている途中で目が覚めてしまうことが増えた」「朝起きるときの目覚めが悪くなった」「ベッドに入ってから寝付きが悪くなった」などが 20% 以上の回答である。寝つきが悪い「入眠障害」、何度も目覚める「中途覚醒」、早く目覚める「早朝覚醒」、ぐっすり眠れたという満足感が得られない「熟眠障害」など、睡眠に関わるほぼ全ての段階で問題が生じているといえる。

この結果は他の調査とも類似しており、2020 年 7 月に首都圏の男女 882 名を対象とした調査（ウーマンウェルネス研究会）では、感染拡大後に「睡眠の質がとても悪くなった」と「やや悪くなった」と回答した人は合計 22% に上った。また中途覚醒や熟眠障害についても同様に指摘されている。こうした睡眠の変化の原因について他の調査とも合わせて考えると、遅寝遅起き化を含む生活リズムの変化、ストレスや不安などの心理的要因、外出自粛やスポーツ・リクリエーション施設の休業などによる運動不足などが挙げられる。心理的要因としては、感染に対する不安、仕事や将来に対する不安やストレス、対面コミュニケーション不足など対人関係の課題がある。そして睡眠の乱れに関わる要因や改善する手段の一つとして、夜間の照明環境に着目できる。

・寝るまでの行動（図4）

良好な睡眠をとるためには、睡眠時の姿勢や環境を整えるだけでなく、寝る前の過ごし方にも留意する必要がある。そこで寝る 1 時間前にどのような行動をしていることが多いかを尋ねた。その結果、82% の人が習慣的にスマートフォンやタブレットを見ており、60% 以上の人々が PC 画面やテレビを見ていることが分かった。ほとんどの人が何らかの画面を見ているといえる。寝る前に青色波長を含む白色の光を浴びることは、メラトニンの分泌を阻害して睡眠に直接的に悪影響があり、好ましいとはいえない。少なくとも画面の光を夜間モードに切り替え、暖色系の低色温度へ調整する方が良い。それ以外の睡眠前の行動としては、入浴、飲食、音楽、読書、ストレッチなどが挙げられた。寝る際には副交感神経が優位になっていることが良く、心身をリラックスさせる過ごし方が適切である。一方、緊張や興奮の神経である交感神経が活発になる行為は避けなければならない。具体的には、激しい運動、カフェインなどの覚醒物質、熱いお風呂、ストレスなどが交感神経を活性化させる要因となる。画面を見る場合でも運動や入浴をする場合でも、緊張や覚醒を起こさないように明るさや温度などの負荷を調整しながら過ごすことが重要である。

・就寝までの照明（図5）

自宅において夕方から就寝までの時間帯で、リビングルームと寝室の照明をどうしているかを尋ねた。そ

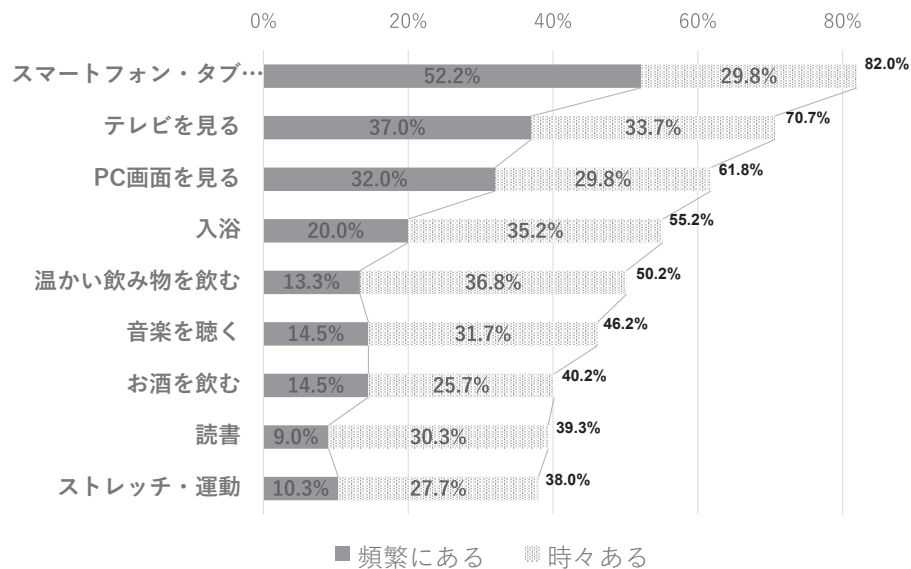


図4 寝る直前（1時間以内）の行動

の結果、どちらの空間も照明の明るさや光色を調節している人は多くなく、30%前後にとどまった。照明を強める人と弱める人はほぼ同じ割合で、白色系にする人と暖色系にする人もほぼ同じである。場所や時間帯に合わせて照明を調節しようとするよりも、夕方以降の自然光の不足に対して既存の照明器具を点灯するだけであると推測される。生活リズムを整えるために、光の強さや色をコントロールするという意識は薄いといえる。

寝室に調光可能な照明器具を備えているという人は60%おり、さらに調色可能な器具を備えている人は28%いた。しかしそれらの機能を日常的に使っているという人は11%にとどまっている。調光器具を持っていても活用されることが少ない理由として、手動で操作するのが面倒なこと、操作することを忘れること、照明の影響が意識されにくいことなどがあると考えられる。暗くて文字が見えにくいと照明を点灯しようとする意識が自然と働くのに比べて、明るい状態で何かの動作がやりにくくなることはあまりない。身体をリラックスさせようというとき、照度を落としたり暖色系にしたりする意識がそもそも上りにくいと思われる。

3. オフィスと在宅で浴びている光の状態

照明と生活リズムの関係を把握するためには、JIS照明基準によって示されるような場所に紐づく明るさのレベルに着目するだけではなく、それを時間帯別にどのように使い分けるのかが重要となる。そこで、オフィスワーカーが起床時から就寝時まで浴びている光

の状態(明るさ、光色)を計測することとした。オフィス勤務と在宅勤務の両方に従事しているフルタイムのオフィスワーカー5名に協力してもらい、2021年3月から4月に、オフィス勤務時と在宅勤務時それぞれ平日の5日間ずつ計測した。起床時・就寝時と、仕事に浴びている光の照度(lx)、色温度(K)を2時間ごとに測定するものである。その時刻付近にいた屋内の光環境を計測するようにしており、屋外の値は含まれていない。デスク上に計測機器を置いた状態と、被験者の目の位置での2条件で数値を記録した。

図6と7に、目の位置での測定結果を示す。顔面照度は、日中はオフィス勤務では300(lx)前後、在宅勤務では150(lx)前後であり、オフィス勤務で2倍ほど高くなっている。またオフィス勤務は朝と夜に比べて日中の照度が高くなっているのに対して、在宅勤務では一日を通して照度変化が小さい。オフィス勤務では通勤のために外出もしており、日中に浴びる光の差はより顕著となる。昼間の屋外の水平面照度は曇り空でも1万(lx)で晴れの日には10万(lx)と高いためである。また夜間は照度が下がるといっても目の位置での約100(lx)であり、就寝前としては十分すぎるほど明るい。

色温度は、オフィス勤務の方が在宅勤務よりやや高い。しかし、どちらも4500K前後の昼白色であり、顕著な違いがあるとはいえない。夜間は色温度が下がるものの、22時でも4400K程度である。一方、太陽光の色温度は日中が5000～6000K程度なのに対して朝日や夕日は2000K程度まで推移する。またレストランやホテルの客室で用いられる照明の色温度は一

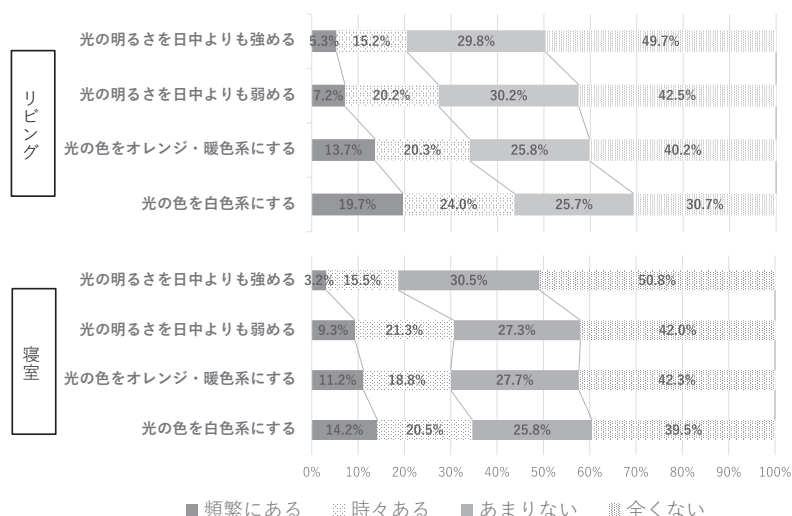


図5 夕方から就寝まで自宅の照明をどうしているか

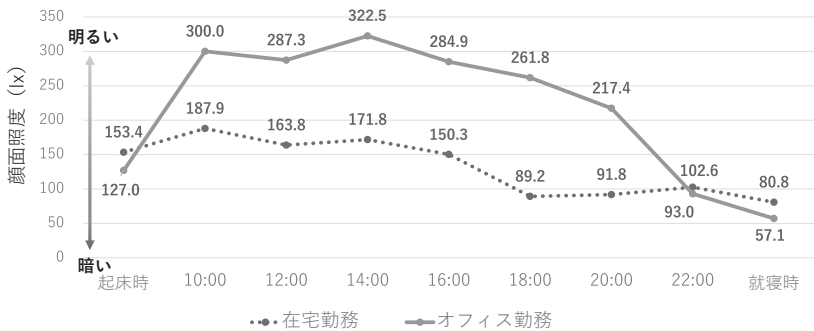


図 6 オフィスワーカーが平日に浴びている光の照度
在宅勤務・オフィス勤務それぞれ 5 日間、調査者 5 名の平均値

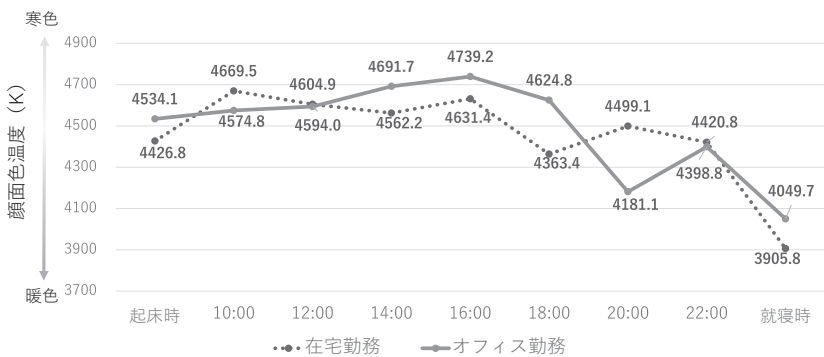


図 7 オフィスワーカーが平日に浴びている光の色温度
在宅勤務・オフィス勤務それぞれ 5 日間、調査者 5 名の平均値

一般的に 3000K 程度である。こうした光色の移り変わりと比較して、オフィスや住宅では一日を通して画一的な光色になっている。

これらの結果から、在宅勤務では昼間に浴びている光が弱く（照度が低く）、夜間は白く（色温度が高く）明るい光を浴びすぎているといえる。日中の光環境の観点からは在宅勤務の方がサーカディアンリズムを乱す要因となりやすい。またオフィス勤務も在宅勤務も、夜間に必要以上の光を浴びることで、睡眠を阻害しているのではないかと予想される。

4. 睡眠の質を高める照明

図 8 に、睡眠に影響を与えるといわれている主な要因について示す²⁾。快眠のためには個々人の生活習慣や心身の状態を改善するとともに、寝具を含めた寝室の環境を整えることが重要である。寝室としての空間の意匠、採光や照明、防音、温度・湿度の条件は何れも睡眠に影響を与える³⁾。具体的には室内の温度は 15℃以上 26℃未満、湿度は 50～60% が理想的である。夏は高めで冬は低めであるが、衣服や寝具で温度は調節できるので低い温度への幅は広い。身体内部の温度が効率的に下がることによって眠気が促されるた

め、特に入眠時は涼しく感じるような環境が適している。音環境は、睡眠中は 40dBA 以下の静寂な音環境が望ましい。50dBA 以上になると半数の人は睡眠が阻害されるといわれている⁴⁾。

照明環境としては、一日のサーカディアンリズムに応じて適切に変動することが求められる（図 1）。朝は目覚めを助け、昼間は覚醒維持を助けるように受光量を確保し、夜間は余分な覚醒作用を生じないように不必要な光を減らし、就寝時はできるだけ暗い環境を確保することが原則である⁵⁾。照明の睡眠への影響につ

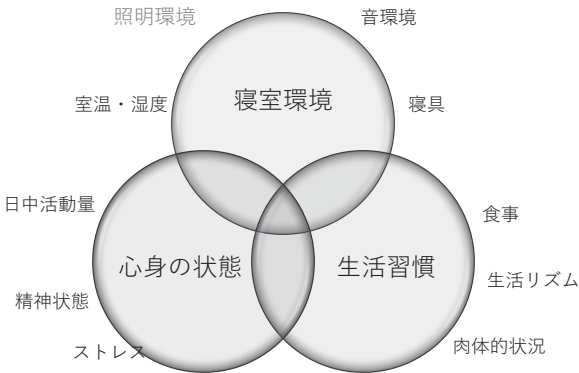


図 8 睡眠に影響を与える要因
文献²⁾を元に作成

いては個人差があるものの、近年の研究において表1のような知見が報告されている。照明と覚醒度の関係、睡眠中の照明、起床時の照明について、より詳細なデータが蓄積されつつある。そして良質な睡眠を確保するには、睡眠中の光量を抑えるだけでなく、就寝前の一定時間の照度と色温度を下げること、起床直前に照度を上げていくことが有効であることが分かる。また良質な睡眠とは、十分な睡眠時間を維持することに加えて、脳も身体も熟睡するような深い睡眠を適度に確保するということである。そこでこれまでの知見をもとにして、寝室の照明環境が睡眠のとり方へ及ぼす影響を改めて検証する実験を行った。条件は下記の2種類であり、実験は2021年3月に実施した。

・条件A：通常照明を手動操作

夜間の寝室の照明を、白色光（5000K）で十分な明るさ（枕元 200（lx））とする。一般的な寝室の照明環境を再現したものである。高さ 1.25m のスタンド照明（Dyson Lightcycle Morph）を下向き直接照明として用いている。この条件では調光・調色は行っていない。就寝直前には消灯し、枕元 0.1（lx）程度とする。寝室は遮光カーテンを用いており、起床時には自分で点灯する。被験者は 20 代の男性 1 名女性 3 名の計 4 名であり、この照明環境で 3 日間連続過ごした後の 5 日間、睡眠時のデータを取得してもらった。実験中は夜間に飲酒や運動は行わず、就寝前はスマホを見るなど普段と同じ行動をしている。計測器は睡眠の深さを時系列で計測できるスマートウォッチ（Fitbit Sense）を用いている。

表1 睡眠と照明に関する近年の知見

照明と覚醒度	メラトニンは波長が 460 ～ 480nm の光によって分泌が抑制され、覚醒度を上昇させる ⁶⁾ 。光量や色温度、光源の配光特性が睡眠へ影響し、暗めの暖色が覚醒度をスムーズに低下させる ^{5) 8)} 。 副交感神経活動は消灯 60 分前から亢進を始める。就寝の 1 時間前にはストレスや興奮を避けるような過ごし方（ストレッチ等）が望ましい ⁷⁾ 。 照度、色温度が高いほど覚醒度が高く、照度よりも色温度の方が覚醒度に与える影響が大きい ⁸⁾ 。
睡眠中の照明	睡眠中でもまぶたを通して入る光に対して反応する ⁹⁾ 。終夜平均睡眠深度は、30(lx) 以上では顕著に浅化する傾向がある ¹⁰⁾ 。
起床時の照明	起床直前の 30 分間で照度を 100(lx) に上昇させることで、自然な覚醒の促進や目覚め感の向上が得られる ¹¹⁾ 。 冬季うつ病患者に対し 1700(lx) に上昇させる漸増光照射実験では、覚醒感向上が得られた一方、頭痛等の副作用も報告されている ¹²⁾ 。

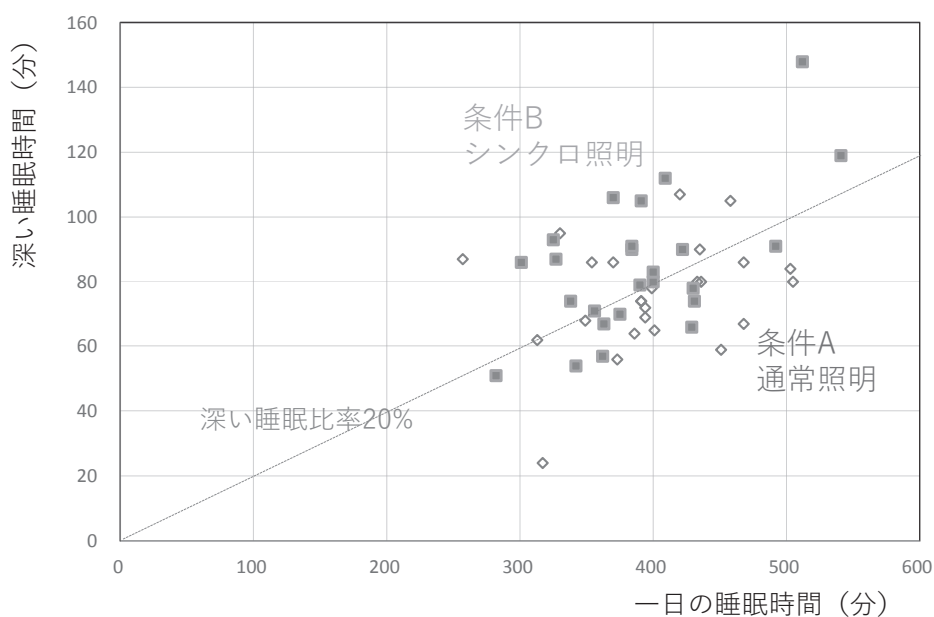


図9 照明条件別の一日の睡眠時間と深い睡眠時間の関係

・条件B：低照度間接照明を自動制御

同一の被験者が同じ照明器具を用いながら、睡眠を考慮した照明環境に変更した。まず就寝予定時間と起床予定時間を各自で設定し、就寝予定の1時間前から暖色光（2700K）へ自動調光するようにしている。このとき光源は上向きで、壁と天井を照らす間接照明とし、枕元の照度は1（lx）となっている。ベッドに横になったときに光源が直接目に入らず、スマホの画面と壁面などの背景との輝度対比が大きくなりすぎないようにしている。また就寝設定時刻には自動消灯で0.1（lx）とし、起床設定時刻の30分前から徐々に照明が点灯していく。起床時には5000Kの色温度で枕元の照度が約100（lx）となるようにした。条件Aの実験終了後、条件Bの照明環境で3日間連続過ごしてもらった後の5日間、睡眠時のデータを取得した。

図9は、それぞれの照明条件における4名×5日間の睡眠データを、一晩での睡眠時間とその中の深い睡眠時間について布置したものである。横軸の睡眠時間は人や日によってばらつきはあるものの、二つの照明条件において長短の差はみられない。それに対して、縦軸の睡眠の深さには違いがみられ、条件A（通常照明）よりも条件B（低照度間接照明）の方が深い睡眠時間が長くなっている。一晩の睡眠時間に対する深い睡眠時間の比率の平均は、条件Aが19.7%なのに対して、条件Bでは22.9%となった。この差は5%水準で有意（ノンパラメトリック検定）である。就寝

前に低照度間接照明で自動調光にすることで、深い睡眠がとりやすくなったことが確認できた。

図10と11に、ある被験者の睡眠データの例を示す。一般的に、人の眠りにはリズムがあり、浅い眠りのレム睡眠と深い眠りのノンレム睡眠の2種類を90～120分のサイクルで交互に繰り返す。また入眠直後に訪れる深いノンレム睡眠が睡眠の質を左右するといわれている。条件A（通常照明）の例では、睡眠時間は長く、睡眠のサイクルも確認できるものの、深い睡眠が十分に表れていない。特に就寝直後に深い睡眠状態に入ることができていない。全てのデータでこの特徴が示されたわけではないが、被験者は全般的に入眠しにくかったと述べており、就寝前の照明の強さが深い睡眠を妨害していることが考えられる。一方、条件B（低照度間接照明）の例では、はっきりとした睡眠のサイクルが表れていると同時に、就寝直後に深い睡眠が90分ほど続いていることが分かる。また起床前に浅い睡眠へと移っており、自然な目覚めが得られている。すっきりとした目覚めと熟睡感が得られたと被験者は述べており、良好な睡眠がとられやすかったものと考えられる。

LED照明が発達し、課題だった演色性も改良され、青色波長を極限まで抑えた低色温度の光源も流通するようになった。また光色や光量の制御を自動化したり、インターネットやスマートフォンと接続したり、気象センサやモーションセンサなどと連動したりするシス



図10 条件A（通常照明を手動操作）の写真と睡眠データの例

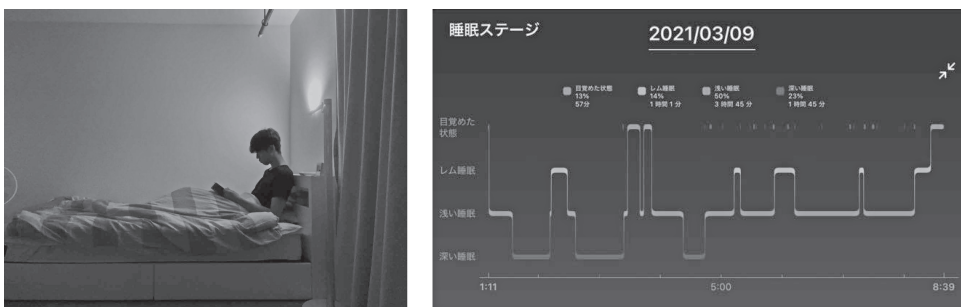


図11 条件B（低照度間接照明を自動制御）の写真と睡眠データの例

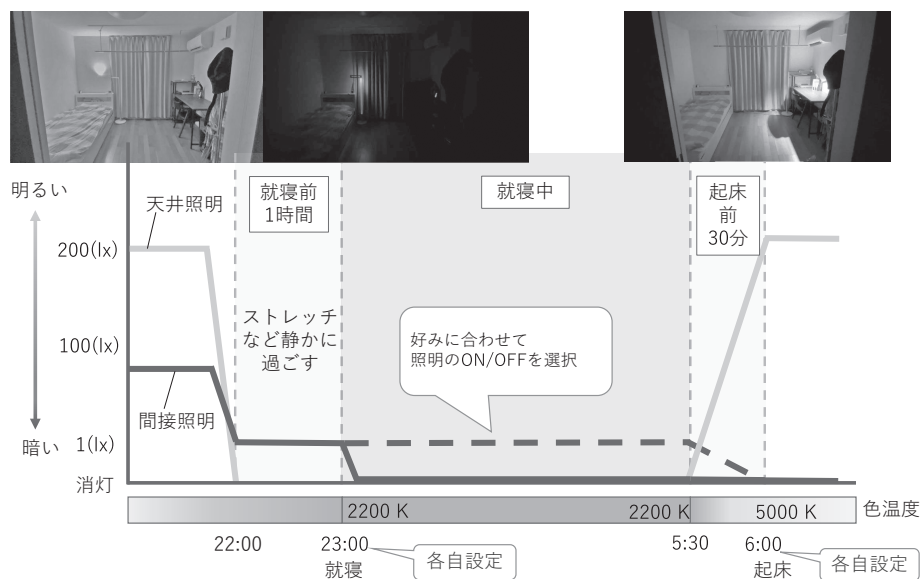


図 12 睡眠の質を向上する調光調色のタイムテーブルの例

テムも普及してきている。これらの技術と本報での検討を踏まえて、寝室の照明環境を時刻に合わせて自動で調整するタイムスケジュールを提案する(図 12)。はじめに各自の生活リズムに応じて就寝予定時刻や起床予定時刻を設定しておく。就寝 1 時間前までは、シーリングライトやダウンライトのような直接照明主体で過ごすが、1 時間前(ここでは 22 時)に 2000 ~ 3000K で 1 (lx) となるように色温度と照度を下げる。このとき、間接照明か低い位置の局部照明などの照明方法を切り替えるほうが良い。この照明環境によって徐々に体が睡眠モードになるよう促す。光の強さと光色と照射位置が変化することで、人の行動が無意識に影響されるだろう。就寝中は各自の好みに応じて全消灯もしくは低照度点灯を選択する。設定した起床時間の 30 分前から漸増光照射によって徐々に 4000 ~ 5000K で 200 (lx) になるように色温度と照度を上げる。それにより睡眠を浅くして自然でスムーズな目覚めを促す。朝日を浴びることによっても心地よい目覚めが得られるが、日の出時刻は季節によって大きく変わるため、常に活用できるわけではない。東京では夏至で 4 時 25 分頃と日が差すのが早すぎ、冬至は 6 時 50 分頃と遅くなりすぎる。そのため夏季には遮光カーテンを自動開閉としたり、冬季には人工照明を組み合わせたりすることが望ましい。カーテンは街灯など外部照明の遮断やプライバシーの確保としても、断熱や防音としても活かせることがある。

照明環境が自動的に切り替わることで、移り変わっていく光に身を委ね、器具の操作を意識させないよう

にすることが重要である。このとき個人の体調や生活習慣を反映させることが前提となる。その人に適した生活リズムを学習し、そのリズムに同調する照明は、あるときは活動を後押ししあるときは休息を促す。将来的には時刻と生活リズムと体調を読み取って照明を調節するような仕組みができるのが理想である。そうした環境形成は健康を維持するだけでなく、人が持つ機能を最適化し、能力をより効果的に発揮することにもつながるだろう。

5. まとめ

外出頻度の減少やリモートワークの普及によって、自宅(室内)で過ごす時間が増えたことに伴い、自然光や照明器具による「光環境」が大きく変化したことが、サーカディアンリズムや睡眠に影響していると考えられた。問題の一つは日中に浴びる光の量が十分でないことであり、もう一つは就寝前に強い光を目に当てていることである。この両者がメラトニンの正しい分泌を阻害し、深い睡眠を得ることを妨げている。特に日照時間が短くなる冬季は、日中の光量が不足しがちなことに注意したい。また青色波長を多く含む光源の夜間利用が増えていることも問題である。

長時間を自宅で過ごすオフィスワーカーにとって、サーカディアンリズムを整える光環境をつくることは重要であるものの、時間帯によって光の強さを手動で切り替えることはわずらわしく、現実的でない。その地域と時刻に合った光環境をトラッキングして室内に再現することと、人々の生活リズム(就寝時間や起床

時間)に合わせた自動的な調光システムが健康維持につながるだろう。今後は各自の生体情報をモニタし、それに対応して変化するような調光システムが効果を発揮するのではないかと考えている。

参考文献

- 1) 道江美貴子：食生活管理アプリ「あすけん」による個人ベースの栄養管理の取り組み，第7回日本時間栄養学会学術大会，2020
- 2) 山本雅一：快適な寝室環境づくりを目指す電気設備について，電気設備学会誌，第28巻，pp.922-9262，2008.12
- 3) 厚生労働省：健康づくりのための睡眠指針2014
- 4) 久野和宏ら：睡眠中の音環境の実態とその分析，日本音響学会誌，37(9)，430-436，1981
- 5) 小山恵美，澤井浩子：光環境と睡眠，空気調和・衛生工学会近畿支部環境工学研究会，2015
- 6) George C. Brainard, John P. Hanifin, Jeffrey M. Greeson, Brenda Byrne, Gena Glickman, Edward Gerner and Mark D. Rollag: Action spectrum for melatonin regulation in humans: evidence for a novel circadian photoreceptor, Journal of Neuroscience 15, 21(16)，pp.6405-6412, 2001
- 7) 水野一枝，山城由華吏，田中秀樹，駒田陽子，水野康，玉置應子，北堂真子，井上雄一，白川修一郎：入眠と心臓自律神経活動及び体温の時系列的関連についての検討，”日本睡眠学会第30回定期学術集会抄録集，p.273，2005
- 8) Noguchi, H. and Sakaguchi, T.: Effect of illuminance and color temperature on lowering of physiological activity, Applied human scienc,18(4)，pp.117-123, 1999
- 9) 大熊輝雄，中村圭佐，林昭男，藤森正大：睡眠のポリグラフィ的研究 - 特に睡眠深度の問題について -，神経進歩，vol.10(1)，pp.113-122, 1966
- 10) 岡田モリエ，高山喜三子，梁瀬度子：寝室の照明が睡眠経過におよぼす影響，家政学研究，vol.28(1)，pp.58-64, 1981
- 11) 野口公喜，白川修一郎，駒田陽子，小山恵美，阪口敏彦：天井照明を用いた起床前漸増光照射による目覚めの改善，照明学会誌，Vol.85(5)，pp.315-322, 2001
- 12) D. Avery, M. A. Bolte and M. Millet: Bright dawn simulation compared with bright morning light in the treatment of winter depression, Acta Psychiatrica Scandinavica, 85, pp.430-434,1992