

健康な生活のために照明ができること

東京都市大学 小林 茂雄

自然光の変化と サーカディアンリズム

光環境の強弱は生活リズムと深く関係している。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する（図-1）。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、眠りにつきやすくする。光の状態が身体に直接的に作用するのである。昼と夜の明暗の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。

サーカディアンリズムの周期は約25時間であり、一日の周期とは若干のずれがある。このずれは、食事や運動などの規則的な行動によっても調整されるが、光の変化によって容易に調整されやすい。自然光は一日で明るさや色が移り変わるので、このリズムに身体のリズムを同調していくことが最も効率的である。しかし私たちは一日の大半を屋内空間で過ごしており、常に自然光を浴び

るわけではない。そのため屋内でも窓の近くで過ごすことによって、自然と生活リズムを維持しやすくなる。住宅のような空間では窓から1m以内にいると昼光率が高く十分な明るさが得られ、サーカディアンリズムが調整しやすくなる。

周期のずれを修正できない状態が続くと、適切な時間に入眠したり覚醒したりしにくくなる。また無理に時刻に合わせて覚醒したとしても、眠気や頭痛や倦怠感、食欲不振などの身体的な不調が現れてくる。頻繁な長距離移動や交代勤務のローテーションがある場合は、太陽の明暗サイクルとサーカディアンリズムとの間にずれが生じやすい。また夜遅い時間帯に強い光を受けることも、サーカディアンリズムや睡眠に影響

を及ぼすことになる。サーカディアンリズムを外部の24時間周期に適切に同調させることができないために睡眠の障害が起こることを、概日リズム睡眠障害という。概日リズム睡眠障害やこれに類似する原因による情動障害などを治療するために、起床時刻の後に強い光（日光または2500～10000(lx)の人工光）を1時間程度浴びるという光療法が活用されている。

日照不足による冬季鬱

脳内の神経伝達物質の一つであるセロトニンは、精神を安定させる働きを持ち、喜び、恐怖、驚きなどの状態をコントロールする。日光を十分に浴びなければセロトニンの分泌は減少することになり、攻撃性が高

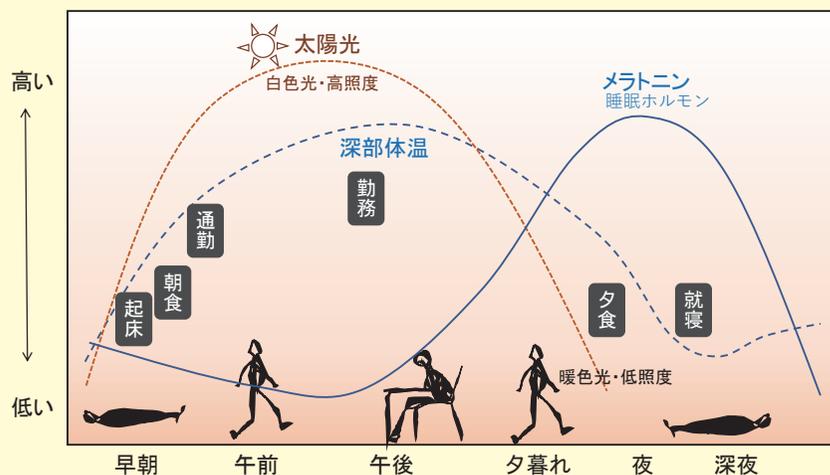


図-1 | サーカディアンリズムと光環境

まったり、不安を引き起こしたりすることがある。部屋にこもったり、日照時間が短かったりすると、気分や意欲が落ち込む原因ともなる。適度な日光を浴びることで、私たちの身体だけでなく精神も安定していく。

日照時間が短い高緯度地域では、冬季に鬱症状が現れやすい。冬季鬱、あるいは季節性感情障害（Seasonal Affective Disorder：SAD）といわれる。冬季鬱は北欧では一般的な病として知られているが、国内でも日照時間が短い日本海側の地域に症状を訴える人が多い。日照時間の差は、眠気や気分の落ち込みだけではなく自殺にまで結びつくという調査がある。都道府県における自殺死亡率の推移と地域要因の分析では、男性は課税対象所得と日照時間、女性では第1次産業就業者比率と日照時間が関係していることが示されている⁽¹⁾。

冬季鬱あるいは季節性情動障害の治療として、サーカディアンリズムの同調不良の治療と同様に光療法が用いられる。午前中に強い直射日光を浴びることが、躁うつ病の回復を早めてくれる。東向きの窓があり朝の直射日光を浴びた躁うつ病の入院患者は、東に窓がない部屋の患者よりも入院期間が平均3.67日短かったと報告されている⁽²⁾。心身に不調がない人でも、起床時には窓のカー

テンを開けて、朝日を浴びることが推奨される。窓からの光が期待できないときは、スタンド型の照明器具を代用することもできる。朝食時などのテーブルの目の位置の近くに器具を置いて一定時間光を浴びる。ただしこのとき自然光とはかけ離れた不連続なスペクトルの光を使うべきではない。そうした光を大量に浴びてしまうと、逆にストレスを感じてホルモンが適切に分泌されにくくなる。

コロナ禍での生活リズムの変化

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た。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た。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った。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、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。光環境が変化したが、日々の生活リズムに影響したのではないかと考えられる。そこで新型コロナウイルスの感染拡大から1

年が経過した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⁽³⁾。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。305名はオフィス勤務であり、295名はリモートワークを導入している。

図-2に、コロナ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結果を示す。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。コロナ禍において、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、感染リスクを減らし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日中の運動量を減少させることとなる。通

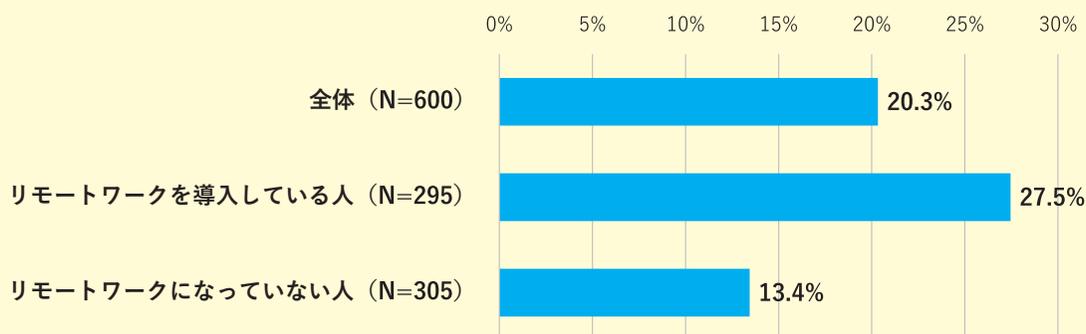


図-2 | コロナ禍前と比べて生活のリズムが乱れていると感じる人
全国の25歳～59歳、正社員・フルタイムで働くオフィスワーカー男女600人（2021年3月）

動習慣がなくなることと自然光を浴びないことと運動不足が、生活リズムを乱す要因になっていると考えられる。

2020年5月に行われた別の調査⁽⁴⁾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。

就寝に至るまでの照明環境

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、疲労回復がはかなくなる。

睡眠は一日の生活リズムの中の一つであり、それだけを切り出して環境との関係を論じることはできない。良好な睡眠をとるためには、日中特に午前中に十分な光を浴びていることが有益であるし、また数時間前から徐々に身体の状態や周囲の環境を休憩モードに変えておくことも重要である。私たちはその準備をしているのだろうか。そこで、睡眠までの1時間にどのような行動をしていることが多いかと、夕方から就寝までリビングルームと寝室の照明をどうしているかについて、先と同じく

600名のオフィスワーカーに対して尋ねた⁽³⁾。その結果を図-3と図-4に示す。図-3より、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望ましい。

図-4からは、リビングルームも寝室も、就寝前に照明の明るさや光色を調節している人は多くなく、30%前後にとどまっていることが分かる。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のみだと推測される。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。また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やすくなると意識に上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働きにくいと思われる。

図5に安眠を促す照明のタイムテーブルの例を示す。就寝の1時間前からは、3000 K程度の暖色の照明を1(lx)程度の低照度で点灯することが望ましく、就寝時には0.1(lx)程度の暗い状態にすることが望ましい⁽⁵⁾。また朝の起床前に寝室を少しずつ明るくするとそれに応じて睡眠が浅くなり、起床時の目覚め感が良くなる⁽⁶⁾。調光・調色できる

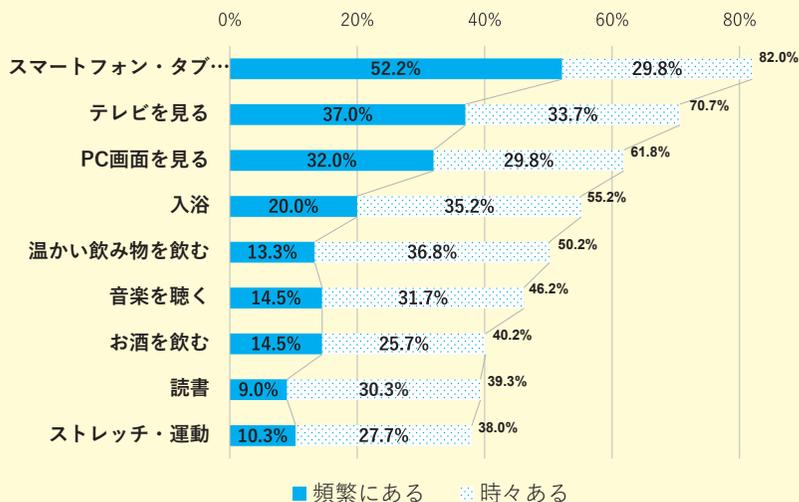


図-3 | 寝る直前（1時間以内）の日常的な行動（600人）

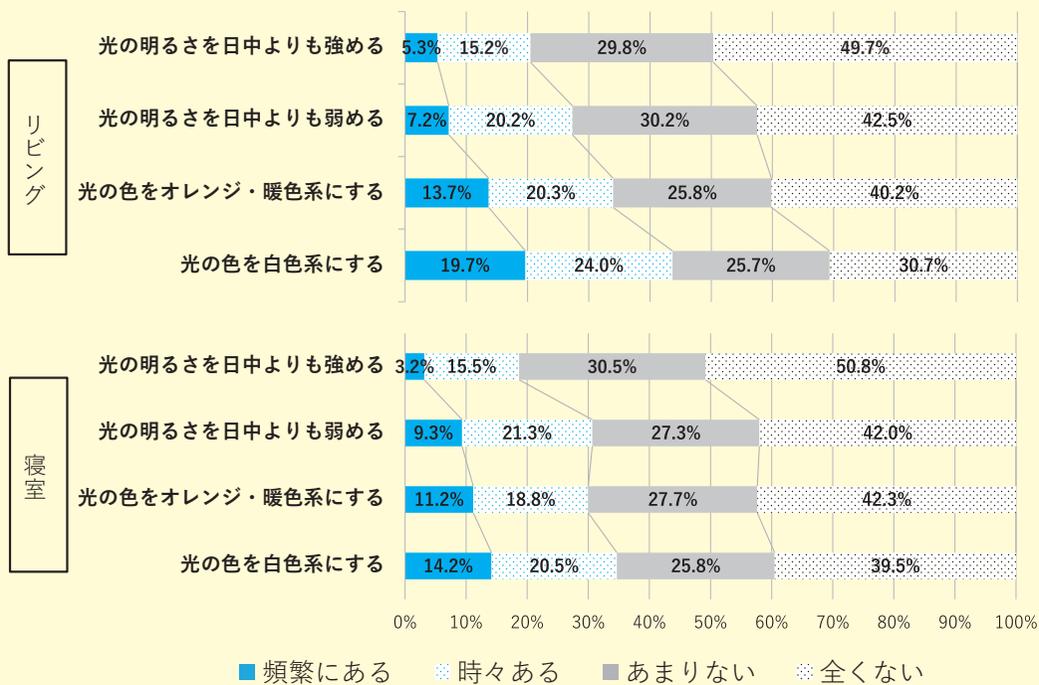


図-4 | 夕方から就寝までの自宅照明の調節行動 (600人)

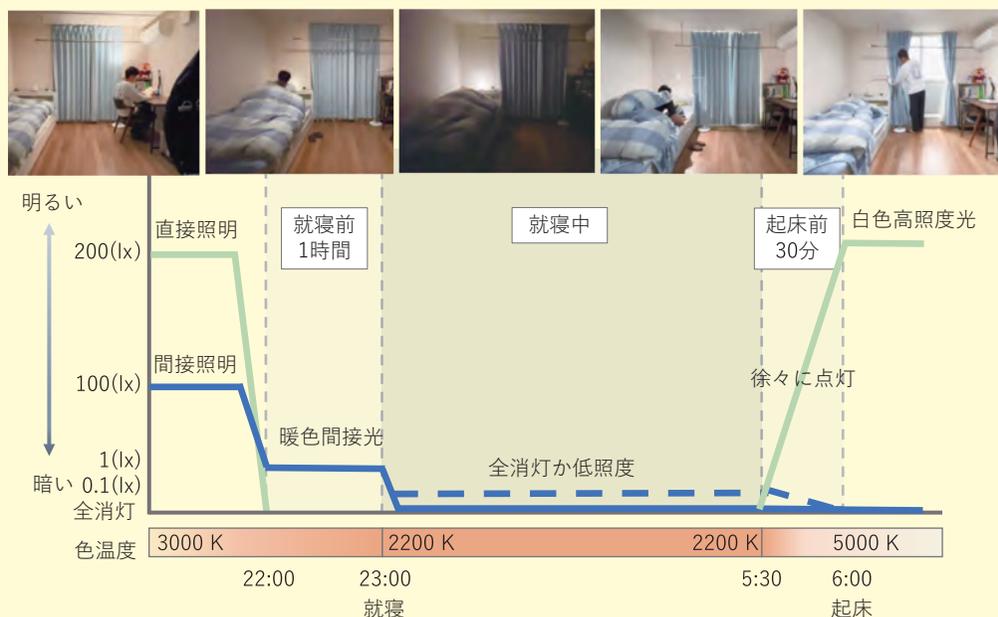


図-5 | 安眠を促す照明のタイムテーブルの例

照明設備が備わっていても活用されていないのが課題といえる。

生活スタイルに合わせた照明の自動制御

屋内空間で長時間過ごす人にとって、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こまめに切り替えることはわずらわしく現実的ではない。操作しなくても照明環境が自動的に切り替わるようにすることが有益であり、移り変わっていく光に身を委ね、照明

器具を意識しなくなることが望ましい。このとき全ての人に一律な照明環境をつくるのではなく、個人の起床時間などの生活習慣を反映させたものにする必要がある。生活リズムを設定し、そのリズムに同調した照明環境をつくる。自然光に倣った

サーカディアンリズムを整える照明に、ある人の行動のタイミングを組み合わせた調光システムを自動化する。そのことによって、それぞれの活動がしやすくなるだけでなく体調を整えることにもつながるだろう。刻々と変わる外部の環境やその人の身体や活動状況に対応してどのような自動調光が可能なのか、その方法について図-6に幾つかのアイデアを示したい。

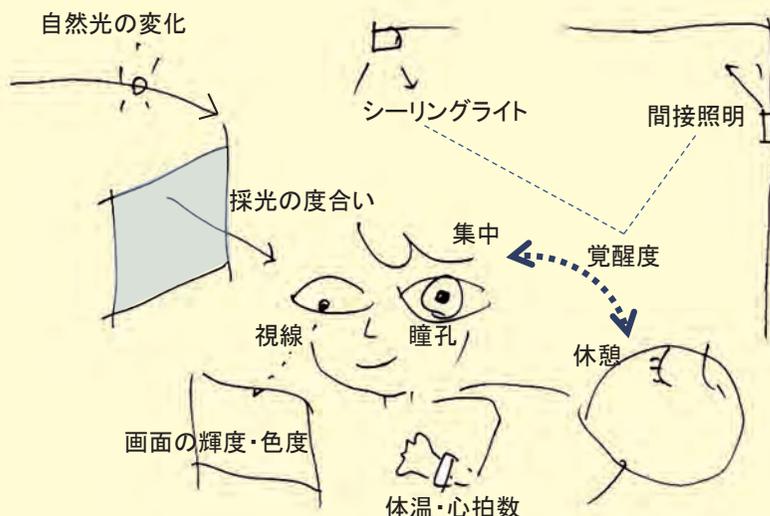


図-6 | 身体の状態と照明環境の連携

①スマートフォンとの連携

はじめにスマートフォンとの連動である。既に照明器具のリモコンとしての使い方は普及している。これに加えて、アラームの設定に合わせて自動的に室内照明を点灯したり、就寝予定時刻に従って消灯したりするなど、スマートフォンのスケジュール機能と連動した照明制御システムが考えられる。Web会議や外出時間、食事時間、就寝時間を入力しておく、それに合わせて必要な位置の照明が点灯したり消灯したりすることができる。

スマートフォンでは既に、周囲の照明に応じて画面が見やすくなるように輝度を自動調整する仕組みが使われている。これとは逆の考え方で、スマホやPCの画面の輝度や色合いに合わせて室内照明を変化させる調光システムもありうる。画面に表れる輝度・色度の分布とその変動の情報から、行動（仕事か娯楽か）やシーン（映像のジャンルなど）を読み取り、画面が見やすいように、あるいは臨場感を高めるように室内照明の明るさや色温度を調節するというものである。

②ウェアラブルデバイスとの連携

ウェアラブルデバイスが発達し、

皮膚温、心拍数、血圧、血中酸素レベル、消費カロリー、睡眠状態などが計測できるようになった。こうした情報を用いて、活動状態や疲労度などを把握し、それに合わせた室内の温度や照明の調整ができると考えられる。また眼鏡に付随したセンサによって眼球の動きや瞳孔の大きさをモニタリングすることも可能である。どこを見ているかという情報を元に、視線の先の急な明るさや暗さを解消するような調節を行うこともできるのではないだろうか。

さらにカメラによる表情や声色周波数のデータから人の感情やストレスを推測し、照度や色温度を変化させることも考えられる。例えば、気分が落ち込んでいる時に温かみのある色に変えたり、怒りを感じたり冷静になろうとする時に色温度を上げたり、眠そうな時には照度を落としたりするなどである。

③環境センサ

室内に設けられたセンサやカメラによる画像認識によって、在室者の場所や動作を読み取ることができる。

そうした情報を元に、人の居る位置に照明を点灯したり、移動に合わせて光を拡散させたりする仕組みも考えられる。机で仕事しているのか映画を鑑賞しているのか、ベッドで本を読んでいるのか休もうとしているのかという、どこで何をしているかということ把握し、適切な場所に適切な照明環境をつくり出すものである。仕事をしている場合は机上面を中心に直接光で明るめに、休憩している場合は間接光で部屋全体に柔らかな光を回したりするなど、光の配光も調節できると好ましい。

最後に

建築空間における自動調光はまだ発達段階にある。時刻や天候と在室者の有無のみが扱われており、個人の行動特性を反映したものにはなっていない。在宅勤務の普及などで働き方が多様化し、屋内で過ごす時間がさらに長くなりつつある。そうした中で、一日のサーカディアンリズムに合わせた大きな照明環境の変動の他に、様々なデバイスから動作や覚醒度や感情の起伏を把握し、短い

単位で光の波長や強さを自動的に調節することが求められていくだろう。軽度の疲労感や姿勢の変わり方は本人でも自覚できていないものである。意識もしないような身体の変化を元に、集中力が途切れた時は緊張感を高めて活動を後押しし、休息が不足するときは休むように、自覚する前に先回りして促していく。光に身体を合わせていこうとするのではなく、身体の状態を光に反映し、それによってもう一度リズムを整えていくものである。光が身体の延長となり相互に調整しあう関係となる。

光は目で見えるものでありながら、通常は意識の外側にある。もちろんコントロールされることの拘束感や依存性など負の側面もあるが、ここでは触れない。自律神経のように自覚はできないが、体の隅々まで張り巡らされて生活リズムを整えるようなものが、私たちに寄り添う可能性

に目を向けたい。体調と健康と感情の安定をもたらし、また仕事の生産性を向上させるように、光が常に優しく働きかけ続ける将来がくるかもしれない。

参考文献

- (1) 鈴木隆司、須賀万智、柳澤裕之：都道府県における自殺死亡率の推移と地域要因の分析、厚生労働省 60(5)、pp.24-29、2013-05
- (2) Francesco Benedetti, Cristina Colombo, Barbara Barbini, Euridice Campori and Enrico Smeraldi: Morning sunlight reduces length of hospitalization in bipolar depression, Journal of Affective Disorders, Volume 62, Issue 3, pp.221-223, February 2001
- (3) 小林茂雄：在宅勤務時代の生活リズムを調整する照明環境、ビルと環境、175号、pp.40-48、2021.12
- (4) 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
- (5) 田中秀樹、岩城達也他：快眠研究と製品開発、社会実装 ～生体計測から睡眠教育、スリープテック、ウェルネス、地域創生まで～、エヌ・ティー・エス、2022.6
- (6) 厚生労働省：健康づくりのための睡眠指針2014

小林 茂雄

東京都市大学
建築都市デザイン学部 建築学科
教授
博士（工学）
<http://kobayashilab.net/>

主な業務歴

1993年、東京工業大学大学院総合理工学研究科社会開発工学専攻修士課程修了（乾正雄研究室）。東京工業大学大学院総合理工学研究科助手を経て、2000年、武蔵工業大学工学部建築学科講師。2003年、武蔵工業大学工学部建築学科 准教授。2004～2005年、ネヴァダ州立大学ラスヴェガス校客員研究員。2011年より現職。主な研究テーマは、「建築と都市の光環境計画と評価」「空間心理」「環境とコミュニケーション」「落書き、グラフィティと都市問題」。