

解 説

安心・正常・快適な睡眠を支える睡眠環境

松浦倫子¹⁾、宮崎総一郎²⁾¹⁾北海道大学大学院教育学研究院、²⁾中部大学生命健康科学研究所

1. はじめに

夏の暑い日は寝苦しい、冬の朝は薄暗くてすっきり目覚められないといった経験、旅行先で廊下や隣室からの音が気になって眠れない、これらは環境が眠りに影響を及ぼしている事例です。睡眠環境の整備は、生体リズムの規則性の確保、日中の良好な覚醒状態の確保、就床前の睡眠への準備とともに睡眠衛生の一部を成すものです。就床から寝つくまでの心的評価(入眠感)への影響要因について検討した研究¹⁾では、睡眠習慣や日中の状態による影響を背景に、直接入眠感に影響を及ぼしていたのは就床時の精神的・身体的状態と就床時の環境でした。寝室や寝る前に過ごす環境を適切に整えることは睡眠改善の有効な方策なのです。睡眠中は外界の環境変化に対して行動的対処をとることが難しく、環境が整備されていないと睡眠の浅化や覚醒が引き起こされ、日中の眠気や健康状態の悪化の原因となることもあります。逆に、睡眠中の生理的な変化に即して睡眠環境を調整することができれば、良好な睡眠を促すことも可能となるでしょう。

良好な睡眠を考えるとときに、安全に眠ること、正常に眠ること、快適に眠ることの3つの切り口が挙げられます。安全に眠るといっても、ふだんの生活のなかで睡眠をとるにあたり生命の危機を感じるような事態は生じにくいように思われるかもしれませんが、例えば夏季の夜間熱中症は、睡眠中の不適切な温度環境が原因となって生じます。地震や豪雨などの災害時、特に避難所などの慣れない環境では睡眠の質が大きく低下します。不安といった精神的な要因に加え、避難所での騒音や照明、温度等様々な要因が眠りを妨げるのです。現代社会においても安全に眠るといことは重要な課題の一つといえるでしょう。そして、なかなか寝つけない、睡眠が途中で分断されるといった問題のない正常な眠りが心身の健康にとっても重要であることはいうまでもありません。最近で

は休養感があることが良好な睡眠の指標であることも指摘されています。睡眠に問題がないだけでなく、よりよく快適に眠ることを追求する人も少なくありません。眠りを妨げる要因を排除するという視点ではなく、より積極的に眠りを促すように活用する視点で睡眠環境を捉えた製品も数多くみられます。ここでは、安全、正常、快適な睡眠の確保のための環境づくりについて、睡眠環境の三大要素といわれる音環境、温熱環境、光環境についてとりあげたいと思います。

2. 温熱環境と睡眠

温熱環境は体温調節にかかわるため、睡眠への影響が大きい要素です。恒温動物のヒトの深部体温は0.5～1℃程度の範囲で日内変動しながら、約37℃で一定に保たれています。体温を一定範囲内に保つための体温調節反応には、自律性の反応(皮膚血流量の増減や、ふるえ、発汗など)と行動性の反応(暑ければ日陰に入る、寒ければ洋服の枚数を増やすなど)の大きく2つがあります。覚醒中は体温調節に大きく貢献する行動性体温調節ですが、睡眠中には覚醒を伴うような行動性体温調節は有効な手段とはいえません。また、睡眠中は代謝量の低下に伴い、産熱量が減少し体温調節機能が低下しており温熱環境の影響を受けやすい状態にあります。環境温が変化すると、睡眠はどのような影響を受けるのでしょうか。ショーツのみのほぼ裸体で寝具を使用しないで、室温を変化させた研究²⁾では、暑くも寒くもない中性温度(29℃)で最も良質な睡眠が確保されました。中性温度よりも高い温度環境ではREM睡眠が減少し、中性温度よりも低い温度環境では、高温環境よりも睡眠への影響が大きく、REM睡眠が減少し、睡眠段階1と中途覚醒が増加しました。

図1は20歳の男性の深部体温(直腸温)の変化を示したものです。0時から7時の黒いバーの部分で睡眠を

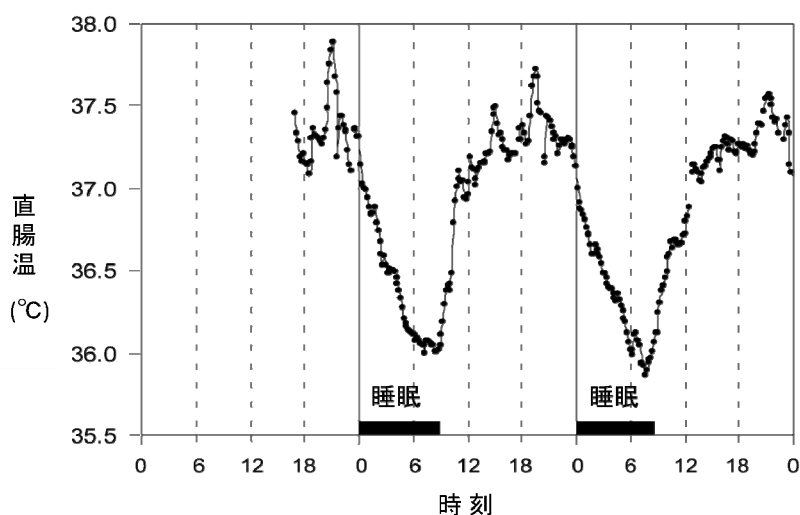


図1 深部体温の変化（20歳男性の例）

とっています。深部体温は日中覚醒しているときには高く、夕刻にピークを迎えます。そして、就床の前から低下が始まり、睡眠が開始すると大きく低下して朝方に最低体温に達します。その後、起床に向けて上昇しています。このような体温の概日リズムは睡眠と密接に関わっています。体温が高いときには覚醒度が高く、体温の低下とともに覚醒度が低下して睡眠が起りやすくなります。深部体温の低下は、末梢皮膚血管拡張（皮膚血流量が増加）によって手足の皮膚温が上昇して熱放散することにより生じます。この末梢部の血管拡張が入眠を促すことになるわけですが、暑い環境では手足の皮膚温が上昇しても、環境温と皮膚温との温度勾配が少ないために熱放散が妨げられます。寒い環境でも手足が冷えていると末梢部の血管拡張が妨げられうまく熱放散ができません。高温環境でも低温環境でも、手足からの熱放散による深部体温の低下が促されないと睡眠の進行が妨げられることになるのです。良好な睡眠を確保するための寝室条件は室温 16°C ～ 26°C 、相対湿度 50%～60%といわれています³⁾。四季のある日本では、季節に合わせて寝室の温熱環境を整える必要があります。

暑くてじめじめとした夏季の夜はなかなか眠れないものです。高温環境では皮膚血管の拡張とともに、汗の気化熱によっても放熱が促進されます。じめじめした夏の夜には寝苦しさを覚えるのは、発汗しても湿度が高いことで汗の気化が妨げられ、放熱がうまくなされないためで

す。高温でかつ多湿な環境ではより熱負荷が高く、深部体温の低下が抑制され、睡眠の質の低下を招きます。肌を流れ落ちるような汗は無効発汗と呼ばれ、蒸発せず体温調節に貢献していないのです。このように体温調節が機能しないような環境では、室温調節をしなければ良質な睡眠を確保することはできません。また、そのような環境での睡眠は夜間の熱中症などの健康被害にもつながる可能性があるので注意が必要です。通常の着衣状態での快適な睡眠が得られる許容範囲の上限は 28°C 、相対湿度 50～60%と考えられています⁴⁾。エアコンを一晩中使用するのに抵抗があるという人も少なくないでしょう。室温だけでなく併せて湿度の調節を行うことも熱負荷を軽減するのに有効です。タイマーなどでエアコンの使用時間を設定する場合には、睡眠の後半ではなく前半での使用の方が勧められています⁵⁾。睡眠の前半にエアコンを使用せず高温環境下にあると、深部体温の低下が妨げられ、睡眠前半に多く出現する深睡眠が減って覚醒が増えてしまいます。さらに、後半にエアコンで室温が低下すると睡眠前半にかいた汗が冷えて深部体温が急激に低下し後半にも覚醒が増加してしまうのです。冷房以外にも、扇風機など気流の利用により熱放散を促し暑熱による不快感、中途覚醒を軽減することができます⁶⁾。ただし、肌を露出した状態で一晩中身体に冷房や扇風機の風が直接当たるような使用方は必要以上の体温低下を招く場合がありますので注意が必要となります。

許容範囲内の温湿度環境に調節することを前提として、寝具やパジャマの素材の工夫や水枕などを利用することでも寝苦しさを軽減することができます。

冬季の睡眠については、夏季にくらべると温熱環境の影響がないことが知られています。先に紹介した裸体で寝具を使用しない研究では低温環境の方が睡眠への影響が大きかったことと矛盾するようですが、実際の生活場面ではパジャマや寝具を使用するからです。3、10、17℃の室温における睡眠段階の比較では、寝衣と寝具を使用するといずれの条件にも差がなく睡眠効率は95%以上と十分な睡眠が得られていたことが報告されています⁷⁾。寝具と身体との間にできる環境(寝床内季候)が低温環境でも暖かさを維持する役目を果たすのです。保温性が高く、寝返りに対応できるようなドレープ性があるなど適切な寝具を使用することで寝床内気候を快適に保つことができます。快適な寝床内季候条件の目安は、温度 32～34℃、相対湿度 45～55%とされています⁴⁾。ただし、13-25℃の室温の比較⁸⁾では、低温(13℃)では温かい室温に比べて睡眠中の深部体温が急激に低下し低下したままの状態が長く続き、睡眠中の室温として快適に感じるのは19℃付近でした。WHOのガイドライン⁹⁾では、室温と呼吸器系、心血管系の疾患や死亡リスクとの関連から、冬季の室温は18℃以上とすることが勧められています。快適な睡眠のためにも健康上のリスクの観点からも、冬季の寝室の温度調節を考える必要があります。月別の死亡数の統計調査では冬季(12～3月)が多く、心疾患と脳血管疾患は夏季に少なくなっており、特に心疾患の冬季と夏季の差が大きくなっています。心疾患での死亡の約2割を占める急性心筋梗塞ですが、冬季に増加する理由の一つとして、寒冷期の血圧の上昇、寒暖差による血圧の急激な変動が挙げられます。暖かい環境から寒い環境に急に移動すると血圧は上昇します。何も外出するときにだけ注意が必要なのではありません。冬季は外気温より室温の方が血圧との関連が強いことも報告されています¹⁰⁾。高齢者では夜間にトイレのために覚醒する回数が増加します。冬季に寝室温が10℃を下回ることも珍しくありません。国土交通省のスマートウェルネス住宅等推進モデル事業で生活空間の温熱環境が居住者の健康状況に与える効果について検証

が行われ、日本全国改修前の2000軒を超える冬季の住宅の測定が行われました¹¹⁾。この報告では、健康データが合わせて得られた1480軒(平均年齢56歳)を対象に解析が行われています。その結果、過ごしている空間(居間と寝室)の冬季の平均温度がWHOの基準である18℃以上の住宅は少なく、83%の住宅が基準値未満となっており、平均室温が12度未満の寒い住宅が全体の21%を占めていました。住宅の断熱性が低いことと日本の特徴的な各部屋個別暖房がその背景にあると考えられます。住宅の断熱性と全室暖房の割合の高い北海道地方では寒い住宅の割合は5%と低い一方で、暖かい地域のその割合は、中国地方で27%、九州地方で22%となっています。寒い住宅の寝室の平均室温は9.3℃でした。前述のように寝床内気候は約30℃ですから、夜間トイレに行く際や起床時には大きな温度差に晒されることになります。特に、高齢者は冬季に寝室を温めるよりも、布団の枚数を増やす、電気毛布を使用するなどして寝床内を温める方法を好む傾向にあります。安全で快適な睡眠を確保するために、住宅内の温度が下がり過ぎないように室温調節をすることを訴求する必要があるでしょう。

3. 音環境と睡眠

睡眠で問題となる音環境は騒音です。環境騒音として、屋外では、主に道路交通騒音、鉄道騒音、航空機騒音、工場騒音、建築騒音、公共事業の騒音、近隣騒音、屋内では主に、空調機器の音、事務機器の音、家電製品の音、近隣騒音などがあります。環境騒音によって引き起こされる健康被害には聴覚性と非聴覚性のものがあります。聴覚性の被害は聴力障害や会話妨害など、非聴覚性の被害は睡眠妨害や心疾患、不快感などです。睡眠妨害は非聴覚性の健康被害の中で最もリスクが高いといわれています。騒音への暴露を受けた時あるいは直後の睡眠中には、入眠困難、中途覚醒の増加、睡眠段階の移行が増えることによる徐波睡眠とREM睡眠の減少、そして心拍数、血圧、血管収縮、呼吸といった自律神経機能への影響がみられます。これら一次的な影響だけでなく、騒音曝露を受けた次の日以降にも二次的な影響がみられます。不眠感、疲労感、日中の眠気、ストレスホ

ルモン増加、作業能率の低下などが挙げられます。

騒音による睡眠妨害は、空港や大きな道路の近くに住んでいる人だけの問題ではありません。WHO による寝室における騒音のガイドライン値は、連続音は 30dB 以下、単発の騒音(間欠音)は最大値が 45dB 以下となっています¹²⁾。例えば、屋内で生じる生活音であるカーテンの開閉音、木製ドアを閉める音、電灯スイッチを消す音などは 60dB を超えます。生活の中で生じる音も睡眠を阻害するレベルに達しているものは少なくないのです。特に間隔をあけて発生する間欠音や突発的に生じる音は連続音よりも睡眠への影響が大きいことが知られています。

睡眠中の音刺激に対しての反応には慣れが見られます。しかし、にぎやかな環境でも慣れれば問題がないというわけではありません。運動反応がなくても意識されない認知活動は持続していて、睡眠中でも環境変化に対する高次の弁別や判断が行われていると考えられています¹³⁾。睡眠中に自身の名前を含む 8 種類の名前を聞かせると、覚醒時にみられる自分との関連が高さや、注意をどれくらい向けていたかを反映する脳電位成分(事象関連電位 P300)と同様の電位変化が自身の名前の時にだけ出現します¹⁴⁾。睡眠中であつても脳は音刺激を検出してその情報処理をしているのです。また、睡眠中の騒音による心拍数や体動、睡眠満足感、日中の気分への影響にも慣れは生じず、疲労感は増加することも報告されています¹⁵⁾。行動覚醒がないことが睡眠への影響がないことと同義ではないのです。

騒音の睡眠への影響は騒音レベルとともに音の連続性や発生頻度、対象者の年齢と睡眠の状態、音に対する感受性なども複雑に関わっています¹⁶⁾。睡眠妨害を受けやすいのは主に高齢者、交代勤務労働者、身体的疾患や精神的疾患を持つ者、睡眠に問題を持つ者です。睡眠中に中途覚醒が多いために音を認識しやすく愁訴につながる側面もあるでしょう。交代勤務労働者の睡眠の問題は、サーカディアンリズムの観点から質の良い睡眠がとりにくい時間帯に眠る必要があるなど様々ありますが、夜間に比べて日中には騒音が多く発生することも大きく影響しています。女性労働者を対象に行われた調査では、交代勤務や夜勤に従事する人は安定した睡眠

を維持することが難しく、その原因を尋ねると騒音(80%)、空腹やのどの渇き(48%)、子育てへの責任感(37%)、寝汗(32%)、消化不良(21%)の順で騒音が第一原因でした¹⁷⁾。生活時間帯の異なる家族がいる場合には、その家族の睡眠を妨害しないように音環境への配慮が必要です。寝室外部からの音は窓やドアの開口部から寝室に侵入します。騒音の程度によっては、防音壁や防音サッシなどの対策が必要な場合もありますが、窓やドアを閉め、防音性のあるカーテンを使用するのも手軽にできる工夫として有効でしょう。また、二世帯住宅やマンションなどの場合は天井からの音の侵入も考えられます。床面を畳やカーペットなどを敷くことで下の階への音を軽減することができます。

音環境の積極的な利用法としては音楽聴取が挙げられます。就床時の習慣として音楽を聴くことを挙げる人は少なくありません。好みの音楽を聴くことによって一時的・慢性的不眠が改善されることを報告した研究もある一方、実験的に就床時の音楽聴取について検討した研究では、音楽が入眠を妨害したことを報告している研究もあります。「この音楽を聴いて寝るぞ」という心構えや音楽経験者で音楽を分析的に聴く習慣があると、音楽が睡眠に対して阻害的に働くことも指摘されています。音楽によるストレス解消や気分改善が睡眠への準備状態を促すことは十分に考えられますが、音楽自体が睡眠を促すかどうかについては慎重に検討する必要があるといえそうです。音楽のほかにもノイズ(ホワイトノイズなど)を睡眠環境づくりに活用しようと多くのデバイスやアプリもみられます。ノイズ自体が睡眠を促進する、または騒音をマスキングして騒音による睡眠妨害を軽減する効果を期待するものです。ホワイトノイズやそれに類維持した周波数のノイズと睡眠への影響についての研究のシステムティックレビューでは、改善と妨害の一貫しない結果が混在しておりエビデンスレベルとしては低いと結論づけられています¹⁸⁾。騒音に対する感受性などの個人特性の影響を考慮する必要がありますし、今後、有効性を検証するために、音刺激とともに背景音のより詳細な説明と、長期間の使用の聴覚への影響の検討が必要であることも指摘されています。

4. 光環境と睡眠

日常生活で、われわれは視覚情報処理のために自然光とともに人工照明による光を利用しています。人工照明の発明によって、自然光による昼夜サイクルから逸脱して生活することが可能となり、現代社会における生活の夜型化や 24 時間化が始まりました。光には視覚的な知覚とは関係なく、生体時計の調節の他、中枢・交感神経系の賦活作用、体温低下抑制作用、覚醒作用、メラトニン分泌抑制作用などの非視覚的作用があります。光環境は生体に多大な影響を及ぼしています。光環境の物理的特性は光の明るさや色合いなどとして表現されます。光の明るさを表す照度(単位 lx(ルクス))は、一般的な住宅の居間で 300lx 程度です。光の色合いを表す色温度(単位 K(ケルビン))は、太陽光で 5,000~6,000K、ろうそくのような暖かい色は約 2,000K、昼光色の蛍光灯は約 6,500K と青白い光ほど高い値で表されます。

就床前の光環境は睡眠に大きな影響を及ぼします。日常生活下で経験する室内照明環境でも、照度や波長特性によっては夜間に分泌され睡眠促進作用のあるメラトニンの分泌が抑制されるのです。照度 300~500lux 以上でメラトニンが抑制され、暴露時間が長いほど抑制率が上昇します¹⁹⁾。また、同じ照度でも電球色のような色温度が低い照明よりも昼光色の色温度が高い照明でメラトニン分泌がより抑制されます²⁰⁾。メラトニン分泌抑制は 480nm 付近の短波長の光(青白い光)で最大になることが知られています²¹⁾。いわゆるブルーライトです。色温度の高い照明、特に発光ダイオード(LED)にはブルーライトの波長帯域が多く含まれています。LED は寿命が長いことや省エネルギーの観点から効率の良い照明として一般的になり、照明器具だけでなく液晶画面のバックライトにも使用されています。情報メディアの自宅での利用時間はリビングよりも寝室で長い傾向にあり、横になった姿勢での情報機器の使用では、画面と目の距離が近くなることが指摘されています。タブレットなどのバックライトは低照度ですが、ブルーライトの波長帯域が多く含まれていること、目の位置が光源に近いこと、熱中することによる覚醒度上昇も含め睡眠への影響が懸念されています。ブルーライト帯域をカットする黄色やオレンジ色のゴーグルを就床前に 2~3 時間使用することで、

不眠症患者や若者の睡眠が改善したことが報告されています²²⁾。就床前の情報機器の使用を控えるのが理想ですが、光が目に入らないような対策の方が取り入れやすいかもしれません。

就床前に過ごす空間については、白色・昼光色(短波長)の照明よりも電球色(長波長)の照明を利用し、低照度にするのが望ましいといえます。天井照明で部屋全体を明るくするのではなくスタンドなどを利用して手元で必要な明かりを確保し、目に入る光源を減らすことも光の影響を受けない工夫として有効です。例えば、照明の位置あるいは照明に対する自分自身の位置を変える、間接照明を利用するといった工夫です。また、日本では多くの子どもが家族と同室で就床しており、家族の影響を受けやすい状況にあります。光によるメラトニン分泌抑制は大人に比べて子どもで影響が大きいことが報告されています²³⁾。子どもは瞳孔面積が大きく、水晶体の光透過率が高いことがその理由として指摘されています。光の感受性の高い子どもがいる場合には、光環境への配慮がより必要となるでしょう。睡眠中は光による覚醒作用を避けるため、より低照度の環境づくりが必要です。高齢者でトイレに起きる場合や子どもの暗闇への不安感がある場合には、豆球一つ程度の明るさ(0.3~1lx)が勧められます。足元灯などを利用すると光源が目に入らないように照明を配置することができます。起床時にはより積極的に光の覚醒作用を活かす環境づくりが求められます。起床前からの光を漸増させると覚醒への準備が促され、熟眠感が向上し起床時の眠気が低下することも知られています。カーテンを閉め切って朝になっても部屋が暗い状態のままではすっきりと目覚めるのは難しいのです。

朝の光には体内時計をリセットする作用もあります。わたしたちヒトの中枢時計は約 25 時間の内因性周期をもつため、24 時間周期の環境に同調するためには毎日約 1 時間リズム位相を前進させる必要があります。ヒトの生物時計の周期や位相を調節する最も強力な環境因子は数千 lx 以上の明るい光です。光を主観的暗期の前半(夜間)に照射するとリズムの位相が後退します。つまり、夜更かしになります。光を主観的暗期の後半から主観的明期の前半(朝方)に照射するとリズムの位相は前進します^{24), 25)}。つまり、ふだんの生活でヒトは起床後、朝方に

明るい光を浴びることで生物時計を位相前進させて 24 時間の昼夜変化への同調を達成しているのです。室内では明るく感じて 500~1,000lx 程度で、太陽光(晴天時約 100,000lx, 曇天時約 50,000lx)には遠く及びません。生物時計の光に対する反応性は、光の照度と照射時間により変化しますので、十分な照度がある太陽光であればより短い時間で同調が達成されることになります。主観的明期の後半(昼間)の光照射は位相変化がほとんど生じないので、起床後できるだけ早い時間に明るい光を浴びることが重要なのです。

自然光には季節変動がみられ、光照度は夏季に高く、冬季に低くなります。また、夏季は冬季に比べて日の出時刻が早く、日の入時刻は遅くなり、日長時間が長くなります。これらの自然光の季節変動は、ヒトの生物時計の光同調に影響を及ぼします。札幌市に在住する健康人を対象に恒常環境下で行われた研究²⁶⁾では、メラトニンリズム、深部体温リズム、起床時刻が夏季に前進し、冬季に後退していました。夏季には冬季に比較し早い時刻に強い光を浴びて概日リズムが位相前進することで、この季節による変化は説明されます。睡眠環境というと眠っている間の寝室環境が取り扱われがちですが、日中の光環境も夜の睡眠に影響を及ぼしているのです。

5. おわりに

睡眠環境の三大要素である温湿度、音、光についてとりあげましたが、睡眠に影響を及ぼす環境はそれにとどまらず、複数の要因が複雑に影響あつて睡眠環境をつくりあげています。また、家族構成、住宅事情、観念的理由などによっても影響を受けます。例えば、これらの要因によって決定される「誰と寝るか」も睡眠環境といえるでしょう。睡眠に影響を及ぼす眠る前の時間も含めると、入浴や嗜好品などさらに睡眠環境の範囲は広がります。また、心身の状態が睡眠に影響を及ぼすことを考えると、心身の状態に影響を及ぼす要因も睡眠環境として捉えることができます。出張や旅行、勤務形態などで自宅以外での睡眠を経験することもあります。眠りをとり囲む環境が多様化する現代において、万人に共通した適切な睡眠環境はないのかもしれませんが。睡眠環境の整備のためには、睡眠の生理の理解とともに、自身の睡眠に影

響を及ぼしている要因が何かを振り返って自分に合った環境づくりを目指す必要があるでしょう。

引用文献

- 1) 山本由華吏・田中秀樹・山崎勝雄ほか 2003 入眠感調査票の開発と入眠影響要因の解析 心理学研究 74(2), 140-7.
- 2) Haskell, E.H., Palca, J.W., Walker, J.M., et al. 1981 The effects of high and low ambient temperatures on human sleep stages. *Electroencephalogr. clin. Neurophysiol*, 51(5), 494-501.
- 3) 水野一枝 2008 睡眠環境 堀 忠雄・白川修一郎 (監修) 基礎講座睡眠改善学 ゆまに書房 Pp. 58-67.
- 4) 梁瀬度子 1985 睡眠と環境:季節による寝床気候と睡眠経過 *Ann Physiol Anthropol*, 4(4), 331-3.
- 5) Okamoto-Mizuno, K., Tsuzuki, K., Mizuno, K., et al. 2005 Effects of partial humid heat exposure during different segments of sleep on human sleep stages and body temperature. *Physiol. Behav.*, 83(5), 759-65.
- 6) Tsuzuki, K., Okamoto-Mizuno, K., Mizuno, K., et al. 2008 Effects of airflow on body temperatures and sleep stages in a warm humid climate. *Int J Biometeorology*, 52(4), 261-270.
- 7) Okamoto-Mizuno, K., Tsuzuki, K., Mizuno, K., et al. 2009 Effects of low ambient temperature on heart rate variability during sleep in humans. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 105(2), 191-7.
- 8) Muzet, A., Libert, J.P., Candas, V. 1984 Ambient temperature and human sleep. *Experientia*, 40, 425-9.
- 9) World Health Organization. Housing and Health Guidelines. 2018. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241550376> (参照 2023-02-28)
- 10) Saeki, K., Obayashi, K., Iwamoto, J., et al. 2014

- Stronger association of indoor temperature than outdoor temperature with blood pressure in colder months. *J. Hypertens.*, 32(8), 1582–9.
- 11) Umishio, W., Ikaga, T., Kario, L., et al., 2021. Electrocardiogram abnormalities in residents in cold homes: a cross-sectional analysis of the nationwide Smart Wellness Housing survey in Japan. *Environ. Health Prev. Med.*, 26(1), 104.
 - 12) Berglund, B., Lindvall, T., Schwela, D.H. (Ed.) 1999 Guidelines for community noise. Geneva: World Health Organization.
 - 13) 堀 忠雄 2000 睡眠中の注意(見張り番機構)と事象関連電位 基礎心理学研究 19(1), 60-5.
 - 14) Perrin, F., García-Larrea, L., Mauguière, F., et al. 1999 A differential brain response to the subject's own name persists during sleep. *Clinical Neurophysiology*. 110(12), 2153-64.
 - 15) Öhström, E., & Björkman, M. 1988 Effects of noise-disturbed sleep—A laboratory study on habituation and subjective noise sensitivity. *J. Sound Vib.*, 122(2), 277–90.
 - 16) Griefahn, B. & Muzet, A. 1978 Noise-induced sleep disturbances effects on health. *J. Sound Vib.*, 59(1), 99-106.
 - 17) Lee, KA. 1992 Self-reported sleep disturbances in employed women. *Sleep*, 15(6):493-8.
 - 18) Riedy, SM., Smith, MG. Rocha, S., et al. 2021 Noise as a sleep aid: A systematic review. *Sleep Med. Rev.*, 55:101385.
 - 19) Hashimoto, S., Nakamura, K., Honma, S., et al. 1996 Melatonin rhythm is not shifted by lights that suppress nocturnal melatonin in humans under entrainment. *Am J Physiol.*, 270(5 Pt 2), R1073-7.
 - 20) Morita, T., Tokura, H. 1996 Effects of lights of different color temperature on the nocturnal changes in core temperature and melatonin in humans. *Appl Hum Sci*, 15(5), 243-6.
 - 21) Brainard, G.C., Hanifin, J.P., Greeson, J.M., et al. 2001 Action spectrum for melatonin regulation in humans: evidence for a novel circadian photoreceptor. *J. Neurosci.*, 21(16), 6405-12.
 - 22) Shechter, A., Kim, E.W., St-Onge, M.P., et al. 2018 Blocking nocturnal blue light for insomnia: A randomized controlled trial. *J Psychiatr Res*, 96, 196-202.
 - 23) Higuchi, S., Nagafuchi, Y., Lee, S.I., et al. 2014 Influence of light at night on melatonin suppression in children. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 99(9), 3298-303.
 - 24) Honma, K., Honma, S. 1988 A human phase-response curve for bright light pulses. *Jpn J Psychiatry Neurol*, 42, 167–8.
 - 25) Minors, DS., Waterhouse, JM., Wirz-Justice, A. 1991 A human phase-response curve to light. *Neurosci Lett*, 133, 36–40.
 - 26) Honma, K., Honma, S., Kohsaka, M., et al. 1992 Seasonal variation in the human circadian rhythm: dissociation between sleep and temperature rhythm. *Am J Physiol*, 262(5 Pt 2), R885-R891.
- Title:** Sleep Environment for safe, undisturbed, and comfortable sleep
- Author(s):** Noriko Matsuura¹⁾, Soichiro Miyazaki²⁾
- Address(es):** ¹⁾ Graduate School of Education, Hokkaido University, North 11, West 7, Kita-ku, Sapporo, 060-0811, Japan; ²⁾ Research Institute of Life and Health Sciences, Chubu University, 1200 Matsumoto-cho, Kasugai, Aichi 487-8501, Japan.
- Keywords:** sleep environment, temperature, humidity, Noise, Light