概日照明の標準化に関する提言

マーティン・ムーア-イーデ

最近明らかになった概日照明に関する科学的総意について筆者の見解を示し、規制によってすべてが支配される前にリスク管理に対する根拠に裏付けられた戦略を策定するために、照明業界が講じることのできる対策について助言する。

LEDs Magazine誌に最近掲載されたように、照明器具とランプは、健全な概日リズムを支えるように設計する必要があるという点について、主要な科学者らの総意が現在得られている。概日時計と光に関する査読済みの科学論文を、合わせて2697件発表している、248人の科学者を対象とした調査で、Circadian Light Research Centerとその学術パートナーらは、以下を含む、24の結論が得られることを確認した。

- 昼夜を通して光強度と青色成分を調整する概日照明の広範な導入によって、健全な概日リズムの同調と健康を維持することができる。
- 日中の概日リズムの同調に最も有効な波長は、ipRGC（内在性光感受性網膜神経節細胞）のメラノピック受容体の感度ピーク近くの460～495nmの青色光である。
- 460～495nmの青色成分が高いLED照明には、「夜間に使用すると健康を害する可能性がある」という警告ラベルを貼付する必要がある。

科学コミュニティの見解が表明された今、照明業界はこれから何をすればよいのだろうか。

他業界に学ぶ

多くの業界がこれまでに、製品や商慣行の新たに発見された有害な影響に関する不都合な真実に直面してきた。その問題にどのように対応して対処したかが、その業界が広報活動や市場の後退、面倒な規制、コストのかかる司法判断を回避したかどうかという結末を、大きく左右する要素となった。議論の対象が、布地に含まれる難燃剤の発がん性か、こびりつきを防ぐテフロン加工のフライパンに含まれるPFAS化学物質か、エアコンの冷媒として使われるフルオロカーボンによるオゾン層破壊かにかかわらず、業界の対応は一般的に、次の3つのうちのいずれかで表すことができる。

1. 否認する－健康上の懸念を訴える人を軽視する場合もあれば、しない場合もある。
2. 認識するが無視する－データが決定的ではなく、さらなる調査が必要と主張する。
3. 受け入れる－解決策または代替策を先見的に開発して、それを効果的に伝達する

データが限定的で疑問の余地がある場合は、最初の2つの対応が妥当かもしれない。しかし、あまりにも強硬にその主張を貫くと、健康被害が存在するのに無視したことに、科学コミュニティが広く同意した場合に、アスベスト級の法的責任や、きわめて厳格な規制に至る可能性がある。

先見的な対応の一例が、石油業界にある。概日リズムと睡眠の科学者らは1990年代に、一定の長時間勤務体制を、疲労に伴う人的ミスの高いリスクに関連付けた。科学者らは、疲労リスク管理システム（Fatigue Risk Management Sstem：FRMS）の使用によって、そのリスクを適切に緩和できることを示した。2005年にオペレータの疲労が原因で精製所爆発事故が発生したことを受けて、石油会社は、アメリカ石油協会（American Petroleum Institute：API）の下に団結し、人間の疲労に伴うリスクの管理に迅速に対応した。企業らは、FRMSを対象とした独自のRP 755 ANSI規格を策定することで、政府規制を回避した。

航空業界など、そのような先見的な措置を取らなかった業界もある。2009年にパイロットの疲労を原因とする航空機墜落事故が起きた後、米議会は、

疲労リスク管理を義務付ける新しい法律を、業界の意見を募ることなく制定した。

最良の戦略とは

概日照明に関する広範な科学的総意から、青色光波長が概日リズムと健康に与える影響は否定できない。研究結果が不確かでなければ資金調達を正当化できない科学者らでさえも、調査回答者の93%が、日中の概日リズムの同調に最も有効な波長は460～495nmの青色であることに同意し、85%が、夜間の青色光が概日リズムを乱すことを認めた。科学者らは、夜間の光による概日リズムの乱れは、肥満、糖尿病、乳がんの発症率の大幅な上昇に関連があることにも同意している。また、光のエネルギー効率の増加は望ましいが、概日リズムの乱れと深刻な疾患のリスクが増大するのであれば、その限りではないという意見に、93%が同意した。

青色チップLEDの開発は、照明に大変革をもたらし、エネルギー効率と製品寿命の大幅な改善を実現した。LEDの売上高の市場シェアは、2013年の1%から現在では80%以上にまで増加している。しかし、1日の時間によって光強度と青色成分を変更するのは、それらのLED照明の0.5%未満である。日中の青色チップLEDの使用を制限する必要があるが、朗報は、LEDスペクトルの操作によって、青色成分をほとんどまたは全く含まない、夜間使用向けの白色光の開発が可能になっていることである。

概日照明に対応するための5つの推奨事項

1000億ドルの規模を誇る世界照明業界が、概日リズムに合わせて調整された照明にスムーズに移行して、エンドユーザーの健康と幸福感を守ることによって、法的責任を最小限に抑えるには、どうすればよいのだろうか。以下では、石油業界のFRMSへの移行を取り仕切ったAPIに助言した、筆者の経験に基づく教訓を共有する。

迅速に行動する。従業員の疲労と概日リズムの乱れが重大事故の主な誘因として特定された時点で、APIは直ちに、米エクソンモービル社（Exxon Mobil）、米シェブロン社（Chevron）、英シェル社（Shell）、英BP社を含む、大手石油会社で健康と安全性を担当する上級幹部と、他の業界団体や機関の代表者からなる作業部会を結成した。APIは、すべての大手石油会社に参加を義務付けることはしなかったが、適切かつ影響力ある参加企業数を確保した。また、業界のリスク管理計画を広く伝達することによって、規制当局の介入を回避した。

意見を聞く場を設ける。APIは、科学やその他の特定分野の専門家を招待して、関連研究や、根拠に基づく利用可能な解決策のプレゼンを依頼した。すべての重要な利害関係者グループの代表者が参加および発言できる場を確保することにより、私利私欲に駆られた単一グループからの過度の影響を避けることが重要だった。そうした団体は、特定の科学的パラダイムやモデルを推進する可能性がある。

科学界の意見を、直ちに実行可能な実用的な結論に変換する。多くの科学者が、深遠で難解な細部の議論を好む。それとは対照的に、APIの作業部会は、何が重要で実証済みであるか、科学に基づいて実行可能か、科学的に有効性が認められているどの情報が合理的に実用化可能かを明らかにすることを重視した。

業界向けのANSI規格の草案を作成する。APIの作業部会は、問題、適切な技術用語、科学に基づく解決策に従って導入する実用的な段階的措置を定義する、合意文書を作成した。この場合の解決策は、石油業界向けのFRMSである。この標準規格を、業界とその他の利害関係者に配布してコメントを求め、得られたコメントに組織的に対応した。

規格を発行し、必ず5年以内に再検討する。参加企業らは、運用と実装の経験と新たな科学的発見によって、規格の更新と変更が必要になることを十分に理解していた。APIは2010年に、FRMSを対象とした最初のRP 755規格を発行した。最新版が公開されたのは2019年である。特筆すべき点として、2019年のRP 755規格には、概日科学の進歩に基づいて、「夜間の光源は、概日リズムの乱れを最小限に抑える必要がある」という要件が追加されている。

教訓を照明に適用する

これらの教訓の多くが、健康に配慮して概日リズムに合わせて調整された照明に向けた、照明業界の移行を管理するために適用できる。健康に配慮した照明を実装しなかったことを理由に、規制圧力が高まったり、法的責任が生じたりする前に、先見的な対策を講じることは、業界にメリットをもたらす。何よりもまず、根拠に基づく概日照明を定義し、根拠なく「概日照明」と製品に表記される事態を避ける必要がある。照明製品が概日照明として偽って販売されると、正真正銘の健康被害が発生する可能性がある。米連邦取引委員会（Federal Trade Commission：FTC）は、根拠なく健康関連効果を表示する他の機器や製品を販売／宣伝した企業に、罰金を科している。

照明業界の作業部会は、健康を考慮することなく消費電力あたりの全光束（lm/W）の目標を定めている、米エネルギー省（Department Of Energy：DOE）の方針と規則の影響に対処する必要がある。北米照明学会（Illuminating Engineering Society：IES）、国際照明委員会（Commission： Internationale de l'EclairageCIE）、ULなど、主要な業界団体にそれぞれ忠告を行う、さまざまな科学グループからの意見を議論に取り入れて、指標とモデルの標準化に関する合意の促進に役立てる必要がある。

結論

概日リズムの科学者らを対象とした調査「Lights Should Support Circadian Rhythms: Evidence-backed Scientific Consensus」（照明は概日リズムを支えるべきである：根拠に裏付けられた科学的総意）では、青色波長が日中は必要だが夜間は除去されるべきだという基本概念に、回答者らが同意することが示されている。概日照明を実装する方法には、スペクトル操作、色調整、調光、またはそれらの技術の組み合わせなどがあるが、有効性を確保するには標準化が必要である。知的財産のライセンス供与は、科学的に有効性が認められた概日照明をメーカーが提供することを可能にする可能性があり、照明設計者に対する規格のトレーニングが重要となる。ただし、概日照明への移行を管理するための業界戦略を策定する必要がある。

概日リズムに合わせて調整された照明の必要性について、科学コミュニティの合意が得られた今、照明業界は、ビジネスチャンスをつかんで、将来の法的責任を大きく抑えるための正念場を迎えている。

著者の所属組織は、商業市場を対象とした概日照明技術の研究と開発を行っている。

著者紹介
マーティン・ムーア-イーデ博士（MARTIN MOORE-EDE, MD, PhD）は、米サーカディアン社（CIRCADIAN）の最高経営責任者（CEO）で、Circadian Light Research Center所長。Circadian ZircLight社を創設してCEOを務めていたが、同社は2022年に米コーラス社（Korrus）に買収されており、同氏は現在、コーラス社の最高医療顧問を務めている。

LEDJ

無料購読お申込み方法

LEDs Magazineは、LED産業のフラッグシップ誌として、日々のニュースや製品情報から、より深く踏み込んだ技術記事や事例研究まで世界で約55,000名の読者に情報発信しています。2011年3月、このLEDs Magazineの日本版が定期発行を開始しました。LEDs Magazineがカバーする世界の最新技術動向や市場ニュースを、日本語で日本の読者15,000名に向けて年4回の発行でお届けします。

＊オンラインからご登録が可能です。
●http://ex-press.jp/ledj/
登録内容のご変更もこちらから可能です。

お問い合わせ：株式会社イーエクス プレス
Tel: 03-6721-9890 email: ledj@led-japan.jp

個人情報に関する当社の方針はこちらをご確認ください。
≫ http://ex-press.jp/ledj/privacy-ledj/

ご登録の流れ

お申し込み URLから

登録審査 ご登録内容から、お申し込みの方が無料購読対象の方かどうか確認させていただきます。

登録完了/購読開始 登録完了後、約1～2ヶ月後の発行号から無料購読を開始いたします。

ご購読の更新 約1年毎に購読継続の確認をさせていただきます。
＊更新の段階で有料購読に切り替わることはありません。