

健康福祉の可能性を照らすHCL

マーク・ハルパー

エジソンの発明に端を発する光の時代は今、新しい時代へと移り変わろうとしている。本稿では、人体の概日リズムを調整してより良い健康と睡眠へと導くことのできる、LED技術について報告する。

人工照明が発明されたその直後から、人々はこれを利用し、安らぎをもたらしたりやる気を鼓舞したりするために、設定を変えたり雰囲気を変えたりといった工夫をこらしてきた。照明業界が最も重視するのは照明としての効果だったが、人間に与える影響は常に、製品を開発する上で何らかの形で考慮されてきた。

米レンセラー工科大(Rensselaer Polytechnic Institute)のLESA (Lighting Enabled Systems and Applications)センター所長を務めるボブ・カーリセック氏(Bob Karlicek)は、「『ムード照明』という表現が、何の意味もなく存在するわけではない」と述べている。

しかしこの数十年間で、スペクトル構成と光強度が生体内作用に変化を与え得ることが、科学によってさらに詳しく解明されるようになった。例えば、多くの研究によって、青色を強調した白色光と、眠りを促すホルモンであるメラトニンとの関連性が示されたことで、LEDで照らされた機器やコンピュータ画面、さらにはLED採用の一般照明を夜に使用することに対し、多くの警告が発せられるようになった。

その一方で、最近の研究では、青色波長がメラノプシンという色素を促進できることが明らかになっている。メラノプシンは、目の非視覚系の光受容体(内因性光感受性網膜神経節細胞[ipRGC: intrinsically photosensitive retinal ganglion cell])として知られる

に存在し、脳に存在する人体のマスタークロック(主時計)に励起信号を送る。

このような目覚ましい科学の進歩に支えられ、照明は今、新しいヒューマンセントリック(人間中心)の時代に入ろうとしているようだ。そこでは一般照明と同じ光を使用して、睡眠や刺激といった生理学的な効果を促進することができる。例えば、赤色スペクトルが強化された白色光には睡眠を誘う効果があり、青色光には注意と学習意欲を喚起する効果があるなどとされている。

このような可能性がさらに現実味を帯びるのは、LEDが異なる波長を放射可能だからである。カーリセック氏が所属するLESAの姉妹研究施設であるレンセラー工科大照明研究センター(LRC: Lighting Research Center)所長代理を務めるマリアナ・フィゲイロ氏(Mariana Figueiro)は、「LEDによって白熱電球よりも少し精度を高めることができる。スペクトルを調整できるからだ。1日の時間によってスペクトルを変化させることができる」と述べた。

しかし、研究施設の研究で実証されたこの概念が、家庭、職場、オフィス、工場、病院、介護施設、学校などでどのように活用できるかについては、まだ初期の段階にあり、広範な稼働レベルではほとんど実証されていない状態にある。

この問題について、LEDs Magazineでは2部構成の特集記事によって、ヒューマン・セントリック・ライティング

(HCL: Human Centric Lighting、人に優しい照明)の可能性と障害を掘り下げたいと思う。まず、第1部となる本稿では、導入が進みつつある医療の分野を取り上げる。照明には概日リズムのバランスを整える効果があり、患者が眠りについたり健康な生活パターンを送ったりできるようにして治療を促すという概念を、身をもって理解する病院や介護施設の看護師や職員の働きかけによって、草の根運動が生まれつつある。また、概日照明が実際にどこまでの高さ(高度)に達したかを示すものとして、国際宇宙ステーション(ISS: International Space Station)における1500億ドル規模の実験を紹介する。この事例にきっと、読者は興味を掻き立てられるにちがいない。

次号では、職場でのHCLの効果を実証するためのいくつかの試みを紹介する。中には、生産性にまで結びつけてこれを支持する動きもある。例えば、フィゲイロ氏のLRCグループは、米連邦政府調達局(GSA: General Services Administration)のオフィスと協力して、興味深い取り組みを実施している。同氏は、生産性との直接的なつながりを実証するのは非常に難しいことを最初に指摘していたが、人間に対するメリットの莫大な可能性を認識している。カーリセック氏のLESAは、個人に合わせて設計された健康的な照明システムを開発するための野心的なアイデアをいくつか抱いている。本稿では、



図1 護師のリアン・ラングホーンさん(左)とローン・モスlundさん(右)はデンマークのオーフス大学病院の脳外傷病棟に、患者が早く回復するように概日照明システムを導入することを強く訴えた。この技術は効果を発揮しているようで、患者には睡眠しやすく、ストレスを感じにくくなっているなどの効果が表れている。

障害についても説明する。業界団体 LightingEurope の Light for Life グループに所属するピーター・ソーンズ氏 (Peter Thorns) は、障害を克服するためには業界規格が必要だと考えている。

本稿で紹介する内容が読者を啓発することを願っており、ご意見を頂ければ嬉しいと思う。ここで紹介するすべての内容に読者の同意が得られるとは限らないと思っている。結局のところ、業界自体も合意には達していないのだ (例として、LEDs Magazine の過去の記事で取り上げた興味深いいくつかの見解を参照。 <http://bit.ly/119Xc2d> と <http://bit.ly/2aAtoeE>)。例えばフィゲイロ氏は、赤色光に刺激としての役割があると考えているが、それに反論する意見もある。また規制の必要性についても、業界の意見は割れている。HCL の動きの背景で、議論が巻き起こっている。結局われわれは、ただの人間 (ヒューマン) にしかすぎないのだ。

HCL の最初の導入分野: 病院

HCL が直ちに合致する環境といえば、おそらく病院以外にない。明るい光によって夜間に睡眠を妨げられることがなければ、患者はもっと安らかに体を休めることができるというのは当然の理論である。また、病棟や室内の照明が不適切で全般的に視界が悪いということがなければ、それだけで気分は良くなるにちがいない。調整可能な照明が日光の移り変わるパターンを模倣し、特に昼間の状態をそのまま再現してくれれば、なおさら都合が良い。そのすべてから、論理的に次の結論が導かれる。つまり、十分に休息できる快適な環境が与えられれば、患者は早く回復するにちがいないということである。

デンマークのオーフスにあるオーフス大学病院 (Aarhus University Hospital) の集中治療室に勤務する看護師であるローン・モスlundさん (Lone

Moeslund) とリアン・ラングホーンさん (Leanne Langhorn) に話を聞いた (図1)。モスlundさんとラングホーンさんは、概日照明システムの導入を強く訴え、これを実現させた。光の周波数とレベルを調整することにより、朝から昼に向けて徐々に明るさを増し、より青色を強調した光が患者に提供される。さらに日が進むと、日光の自然なパターンを模倣して、光強度が落とされ、スペクトルは琥珀色へと変化する。例えば、図2は、オーフス大学病院の病室の天井灯による、昼間の光の様子を示している。

同様に重要な点として、照明は夜間に消灯される。その暗闇は、眠りを維持して患者の概日リズムのバランスを整えるという、回復のための重要な役割を果たす。

モスlundさんとラングホーンさんは、自動車事故、転落、発作、動脈瘤などの原因で脳外傷を患う患者を担



図2 概日リズムに合わせてプログラムされたモードを備えるクロマヴィソ社の照明システムによって、昼光モードの光を浴びるオーフス大学病院外傷センターの患者。

当している。2人によると、デンマークのクロマヴィソ社 (Chromaviso) の概日リズムおよび人間工学に基づく照明の専門家らによって提供されたこのシステムには、望ましい効果があるように感じられるという。

クロマヴィソ社の照明および制御システムを導入する前は、患者は昼夜の区別がつきにくく、断続的にしか睡眠できなかつたり、昼夜の感覚を失ったりすることが多かったとモスルンドさんは述べた。

しかしその状況が変化しつつあるという。モスルンドさんは、クロマヴィソ社の照明システムのおかげで、ある患者があまりにも熟睡していて、午前6時の定期検査時に起こせなかったことがあったと述べた。「しかし6時半になって照明が徐々に明るくなり始めると、患者が目覚めた」と彼女は当時を振り返って語った(クロマヴィソ社のシステムには赤外線カメラが装備されており、職員が夜間に室内灯を消灯したり、室外から患者を視覚的に監視したりできるようになっている)。

また2人は、患者と職員の間での協調性が高まり、患者が動揺することが少なくなったとも述べた。

モスルンドさんとラングホーンさんは、そのような秘話が、概日照明が治療過程に貢献することの確実な証拠にはならないことを最初に認めてもいる。しかし、確かに正しいことのように感じられる。

「患者にとって本当に良いことだ」とモスルンドさんは述べた。「患者のために適切な概日リズムが作られていると私は信じている。光とは、昼間に明るく、夜間に暗いものだ。それが患者に効果を与えないはずがない。絶対にそうだと結論付けることはまだできないが、以前よりも良い概日リズムを患者に与えていると私は思う。より良い睡眠が得られれば、まだわからないけれど、早く回復すると私たちは考えている」(モスルンドさん)。

職員も恩恵を受けている。夜勤の職員は、昼間の休息時間によく眠れるようになったと報告している。

モスルンドさんとラングホーンさん

は現在、臨床観察と証拠収集を行っており、それが確実な結論につながることを期待している。外傷センターでは、2011年にベッド3床の小さな病室でこのシステムの導入が開始され、2014年には合計12床にまで拡大されている。

リサーチナース(研究看護師)であるラングホーンさんは、リハビリ医療、脳外傷、神経外科を専門とする博士号を保有しており、オーフス大学病院における外傷研究を統括している。同氏は、特に実用的な理由で概日リズムの概念に興味を抱くようになった。「患者は私たちにとって難しい課題だった。患者は目を覚まし、正しい感覚を失っていて、動揺しており、投薬するよりも、彼らの環境に目をやっ、気持ち落ち着くような工夫ができないか検討した方がよいのではないかと考えた」と同氏は述べた。

同センターでは、セラピー効果のある音楽や、自分がいる場所を患者に知らせるデジタル掲示板など、他の環境的な手法も適用している。しかし、照明はそのような取り組みの中の基礎となる要素である。ラングホーンさんは、合計21人の外傷患者を対象に研究を行い、2017年には結論を導きたいと考えている。

世界最大の研究

オーフス大学病院集中治療室における調査研究は、2017年までに完了予定のそれよりも大きな13億ユーロ(17億ドル)規模のプロジェクトの一環である。このプロジェクトでは、コペンハーゲンにあるリスホスピタレ・グロストルブ(Rigshospitalet Glostrup)病院で脳出血を患う73名の患者も対象となっており、同病院でもオーフス大学病院と同様に、オーフスを拠点とするクロマヴィソ社の概日照明が導入さ



図3 デンマークにあるオーベンロー病院 (Aabenraa Hospital)の精神科病棟において、クロマヴィソ社が開発した概日照明は、さまざまな作業や雰囲気に適した動的で機能的な照明を24時間周期で提供する。

れている。

クロマヴィソ社でイノベーションと品質保証を統括するトルベン・スコブ・ハンセン氏 (Torben Skov Hansen) によると、オーフス・リスホスピタールの取り組みを合わせると、(精神疾患ではなく)身体疾患の患者を受け入れる病院で、これまでに人間の患者を対象に行われた概日照明研究プロジェクトの中で、規模も範囲も最大になるといふ。どちらの病院でも、研究者と臨床医が、血液、概日リズムの生体指標、睡眠の質、不安、認知能力など、照明に対するさまざまな一連の反応を測定している。研究の主要項目の1つは、概日リズムへの同調性で、これは、体内時計がどれだけ強く自然な昼夜パターンに同調されているかを示す測定基準である。

「光そのものに治療効果があるわけではないが、基本的な人間の機能として期待されるものを改善する」とスコブ・ハンセン氏は述べた。「歩行と同じだ。昼夜への同調は、人間が持つ基本的機能の1つである。われわれは毎晩眠る必要がある、それを定期的に繰り返す必要がある。そして光は、その同調を促す主要な要素である。同期の主要な源が光であり、光と闇を繰り返す毎日のパターンである」(スコブ・ハンセン氏)。

クロマヴィソ社は、他の集中治療センターや精神科病院 (図3)、メモリーセンター、高齢者介護施設など、スカンジナビア地区全域にわたって他の医療施設にも多数の概日照明を設置している。同社の技術は、認知症患者に刺激を与え、うつ、統合失調症、双極性障害、摂食障害、季節性情動障害(SAD: Seasonal Affective Disorder、冬季うつ病とも呼ばれ、スカンジナビア地区に多い)などの精神疾患の治療を助ける。

「照明は、良い睡眠と起床を促進する働きがあり、それが認知能力、免疫機構、社会的動機付けを高め、最終的には、投薬や臨床治療の効果の向上につながる」とスコブ・ハンセン氏は述べた。同氏は、米ハーバード大(Harvard University)による睡眠と精神的健康に関する総括報告書 (<http://bit.ly/2aKmC2m>)を引用して、精神病患者の50～80%が概日リズム障害を患っ

ており、それによって投薬などの治療の効果が低下することを指摘した。

ており、それによって投薬などの治療の効果が低下することを指摘した。

昼には青色を、夜には闇を

照明による概日リズムとの同調は、多数の方法で機能する。その多くは、人工照明の強度とスペクトル構成(白色光の異なる色温度を形成する、青、赤、緑などの波長の多様な組み合わせ)を、小春日和の1日の時間の流れに応じて日々繰り返される太陽のパターンに合わせて、調整することに関連する。何百万年にもわたって太陽は、青色が強調された冷白色を1日の最も明るい時間に放射してきた。日没へと時間が進むにつれて、その光は暖かい赤や琥珀色へと変化していく。

青色が強調された光は、概日リズムを刺激する。概日リズムは体内時計としても知られている。その理由の1つは、青色波長が他のどの周波数よりも、前述のipRGCという非視覚系の光受容体を励起することである。具体的には、ipRGCの中のメラノプシンというタンパク質を刺激し、それが視交叉上核(SCN: Suprachiasmatic Nucleus)と



図4 スウェーデンのカールスタードの病院職員は、照明モードを変更して柔軟な患者ケアを提供することができる。例えば、適切な光のレベルとスペクトルをプログラムして、患者の睡眠と起床の自然なサイクルを乱すことなく、検査を行うことができる。

呼ばれる脳の一部に信号を送る。SCNは、人体の主時計として機能する(目の視覚系の錐体細胞と桿体細胞もSCNと通信する)。

概日照明システムは、爽快で青色が強調された白色から、夕方にはリラックス効果のある赤や橙色へと徐々に変化する光を管理する。赤や橙色は、眠りを促すホルモンであるメラトニンの分泌を促進する。夕方や夜間に青色が強調された明るすぎる光を浴びると、メラトニンの生成サイクルが乱れるため、睡眠が妨害される原因となる。

ケルビン(K)を単位とする温度において、青色が強調された冷白色は、およそ5000Kや6000K、またはそれ以上と、直感には反するが高い数値を示す。暖かい赤みがあった白色の場合はこの数値は低くなる。暖かい色であるときみなされる従来の白熱電球は、2700K以下である。

LED光源は、きめ細かい制御を適用することにより、他のどの光源よりも格段に正確に、特定波長を必要な分量で組み合わせて、これらの温度に調整することができる。スコブ・ハンセ

ン氏のようなLED概日照明の専門家の多くが、2700Kの標準的なLEDランプは、2700Kの白熱電球よりも青色波長を多く生成し、したがって夕方に浴びると体内時計がさらに乱れることになると考えている。そのため、一部のLEDシステムでは、この時間帯にさらに多くの青色を取り除き、2700Kよりも低い色温度を実現する。

クロマヴィソ社のシステムでは、例えば廊下など、夜間でも照明が必要な場所において、徐々に琥珀色がかった白色へと光の明るさが落とされる。睡眠室では完全に消灯される。概日リズムの専門家らは、24時間周期の体内時計をリセットするために、定期的に暗闇が生じることが昼間の光に適切に同調することと同様に不可欠だということで一致した見解を示す傾向にある。スコブ・ハンセン氏が述べるように、「周期的な動きは、毎日光が現れて消えることに主に同調している」のである。

クロマヴィソ社がスカンジナビア地区全域にわたって実施する各種プロジェクトは、医療従事者用の直感的な制

御システム(図4)を備えており、人間の概日リズムに刺激を与え、治療過程に貢献する照明の導入と研究を進めようという、世界中の医療施設でますます増加する動きを反映している。

認知症患者に対するメリット

例えば、ドイツのノイスにあるセント・アウグスティヌス・メモリー・センター(St. Augustinus Memory Center、以下AMZ)では、光のスペクトルと強度を変えることによって、概日リズムを正常化させ、センターの認知症患者の健康を改善することができるかどうかを調査している(<http://bit.ly/291WWyb>)。

医長を務めるウルリッヒ・スプリック博士(Ulrich Sprick)は2015年12月、照明大手の独オスラム社(Osram)の光および制御技術の試用を開始した。その数カ月後、スプリック博士とそのスタッフがこのシステムに慣れたところで、同博士は可変照明が概日リズムに与える影響に関する正式な研究結果を9月までにまとめるための準備にとりかかった。

AMZは、患者共通の生活および食事エリアにDALI制御システムに有線接続された28個の埋め込み形の天井灯と約20個の壁灯を設置し、就寝エリアに無線で制御される26個の天井灯を設置して、実験を行っている。オスラム社のシニアプロジェクトマネージャーを務めるアンドレアス・ピケライン氏(Andreas Pickelein)は述べた(図5)。2種類の異なる制御方法を使用することで、オスラム社は、再配線を行うよりも無線制御が実用的な既存の医療施設と、再配線は不要なので固定配線による制御の方が合理的な新しい施設の両方で、概日照明が機能可能であることを実証したいと考えている。

概日照明は、あらかじめ設定された

中央制御パターンに基づいて制御されるが、看護師はタブレットコンピュータを使用して設定を変更することができる。場合によっては、職員が患者に好みの照明設定を選択してもらうことも可能である。

ピケライン氏は、AMZにおける両方のシステムで望ましい効果が得られることを期待している。

「概日照明について語る際の非常に重要な疑問は、『網膜内のメラノピクシクな受容体(ipRGC)を活性化させる照明をいかにして設計するか』ということである」とピケライン氏は述べた。2017年9月頃までには、スプリック博士率いるAMZの研究チームによって、成功したかどうか明らかになるはずである。

クロマヴィソ社のオーフス・リスホスピタールとオスラム社のAMZのプロジェクトに共通するテーマは、ipRGCを強く刺激してメラノプシンを活性化させることと、日中のメラトニンの分泌を抑えることの2つである。

メラノプシン活性化の動き、ロンドンでも

ロンドンのセント・メアリーズ病院(St. Mary's Hospital)の認知症病棟でも同じことが行われている。ここでは、英国を拠点とするフォトンスター社(Photon Star)による56個のLEDダウンライトと無線制御システムが、患者の概日リズムを整えることを目的に、メラノピクシクな光レベルを供給するように校正されている(<http://bit.ly/24qS2Ua>)。

照明の視覚的な要素よりも、メラノピクシクな非視覚系の部分の方が、概日照明システムの定義の核心を突いていると、フォトンスター社のグループマーケティングおよびビジネス開発ダイレクターを務めるフェネラ・フロスト氏



図5 ドイツのノイスにあるセント・アウグスティヌス・メモリー・センターでは、オスラム社が睡眠室用に開発した無線概日照明製品と制御によって、活動のある昼間の時間には冷白色の光(上)を、1日の遅い時間にはくつろいだ雰囲気の色温度の琥珀色の明かり(下)を提供する。

(Fenella Frost)は指摘した。

「概日照明は、視覚的なニーズも満たしつつ、昼間には高いレベルのメラノピクシクな光を発し、夜間にはメラノピクシクな明るさを持たない状態まで、変化できる照明である」とフロスト氏は述べた。

同氏は、14人の学術専門家による2014年の研究論文「Measuring and using light in the melanopsin age」(メラノプシン時代における光の測定と使用)(<http://bit.ly/2abNgW8>)に言及した。この論文には、さまざまな光波長と、非視覚系の光受容体におけるメ

メラノプシンの活性化の間の相関関係が説明されている。

この論文では、メラノピクシク効果を測定するための新しい方法が求められている。測定方法はまだ、確かなガイドラインの形に標準化されていないが、フォトンスター社や、競合するクロマヴィソ社、オスラム社、フィリップス社など多数の企業が、独自の技術や測定方法を適用している。

「基本として、目が光に反応することをわれわれは知っている。その部分の実証されている」とフロスト氏は述

べた。「サイクルがあり、光は昼に多く、夜に少なくならなければならないことがわかっている。その範囲の中で、何かを行うことが何もしないよりも良い。固定の白色光は最悪だ。自然に近づけるための工夫ならどんなことでも、良い結果をもたらすはずである」(フロスト氏)。

草の根運動に似た動きと、その資金調達方法

メッセージを発信しているのは、まさに草の根運動である。オース大学病院と同様に、より良い照明の一般常識に気づき、それを強く訴えたのは、セント・メアリーズ病院の看護師たちだった(このような普通の職員らが中心となって主張を訴える動きは、他の病院でも増えている。LuxLiveやStrategies in Light Europeの内容をまとめた本誌の記事を参照してほしい。そこではこのような種類のHCLに関する取り組みが論じられている)(<http://bit.ly/1ZcVWsT>)。

しかし概日照明はまだ初期の段階にあり、さらに多くの事例研究と、議論の余地のない肯定的な結果が必要であるため、セント・メアリーズ病院では、省エネ効果というLEDの実証済みのメリットを基に、支出を承認した。

「病院職員は概日照明を求めているが、資金面での承認は、省エネ効果に基づいて行わなければならなかった」とフロスト氏は述べた。

概日機能を付けなければ照明システムのコストをもっと抑えることができる(概日システムは非常に高額になる場合がある)、それでもフロスト氏によると、3年未満で費用を回収できるという。それは、セント・メアリーズ病院が所属する英国の国民保健サービス(NHS: National Health Service)の

宇宙ステーションまで活用を広げる、LED 概日照明システム

国際宇宙ステーションにいる宇宙飛行士はこの上なく肉体的に健康な状態にある。それには健全な睡眠パターンも含まれる。地球上での睡眠時間は、1日7~8時間であることが多い。しかし、およそ250マイル(約400km)離れた軌道に送られている間は、90分ごとに太陽が昇って沈むので、その概日リズムはメチャクチャに乱される(<http://bit.ly/1Y8jcbe>)。これは体に良くない。

「認識されている最大の問題は、睡眠と睡眠の質が失われることだ」と、フィラデルフィア州の医科学研究機関であるトマス・ジェファーソン大(Thomas Jefferson University)の光研究プログラム(Light Research Program)担当ディレクターを務めるジョージ・"バッド"・ブレイナード氏(George "Bud" Brainard)は述べ、宇宙ステーションにおける平均睡眠時間はおよそ6時間に短縮することを指摘した。

「そんなに短くなってはいないように感じるかもしれない。あれこれの用事で1~2時間睡眠が削られることは、多くの人々にあることだからだ。しかし、1~2時間の睡眠時間短縮が毎日、毎週、毎月続くと、それは『慢性的な部分的睡眠遮断』である。そして、リスクの高いハイテク環境で勤務している場合は、ミ

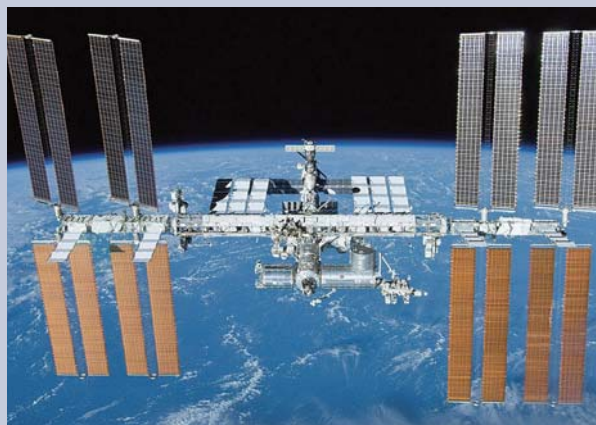
スが命にかかわる結果につながる可能性もある」とブレイナード氏は述べた。

となれば、宇宙ステーションほどLED採用の概日照明を検証するための実地実験室を設けるのに適した場所はないではないか。それこそまさに、ブレイナード氏が、ハーバード大とNASAのジョンソン宇宙センター(Johnson Space Center)と共同で行っていることである。

同氏らは調整可能なLED照明システムを開発した。このシステムは、1日の大半用の一般ビジョン、必要時の概日フェーズシフト/緊急アラート、安眠へと導くための睡眠前設定という3つの基本設定を備える。

このシステムは早ければ10月にも宇宙ステーションへの搬入が開始される予定で、まずは、4つの宇宙飛行士睡眠室に導入される。最終的には、個々の個室から共通エリアへとその範囲が拡大され、蛍光灯が切れたり薄暗くなったりすることがあまりに多い現行の蛍光灯システムに置き換わる予定である。

ブレイナード氏によると、NASAは当初、標準的なオン/オフ設定が可能だが、それ以上の機能は持たないLEDシステムに、蛍光灯をアップグレードする計画だったという。しかし科学者らは、「宇宙飛行士の概日リズム調整と睡眠を改善



国際宇宙ステーションは、新しいヒューマン・セントリック・ライティング・プロジェクトの「実地実験室」となり、概日照明が宇宙飛行士の活動と睡眠のサイクルに与える影響を確認するための試験が行われる。



ISSに滞在する宇宙飛行士は、新しいLED採用の概日照明システムの下で、任務に取り組む予定だ。このシステムには、一般ビジョン、概日フェーズシフト／緊急アラート、安眠へと導くための睡眠前設定という3つの設定が、さまざまな活動用に用意されている。

する可能性のある、スペクトルを動的に変更可能な照明システムを導入する絶好の機会」だと指摘したという。

こうして、長さ240フィート(約73m)、幅360フィート(約110m)、高さ60フィート(約18m)の構造物が、およそ1200～1500億ドルという、かつてないほど高額な費用をかけて構築され、概日照明の理論が実際に役立つかどうかについて、実践に基づく洞察がまもなく得られようとしている。

「試験しているのは、宇宙滞在中の宇宙飛行士の概日リズムと睡眠の問題が、これらの光によっていくらか解消されるかどうかという仮説である」とブレynaード氏は述べた。同氏は、レンセラー工科大のLESA研究センターにも所属している。「作業スケジュールを切り替えなければならない場合も多い。供給ロケットをドッキングする際には、作業スケジュールを180度逆転させなければならない場合もあり、自分の概日リズムを再度適応させる必要が生じる」(ブレynaード氏)

このような場合、宇宙飛行士は概日フェーズシフト／緊急アラートの設定を利用する。理論的には、数日で体内時計がリセットされるはずである。この設定は、翌日の任務に向けて準備を整えたい場合に夜間に利用したり、起床後に活力を上げるために短時間だけ利用したりすることもできる。

逆に、就寝前には、睡眠前モードを適用して暖かい色温度の組み合わせへと照明を変化させることができる。

「効果があるかどうかはわれわれにもわからない。これは初期段階における単なる事例調査の1つになる見込みだ。宇宙ステーション全体で改修が行われるまでは、固体照明と蛍光灯が混在する状態になり、機窓からは日の出や日没、そして地球を目にすることになる」とブレynaード氏は述べた。

概日照明のように有望ではあるがまだ実証はされていないものについては、どこかの時点で現場実証を開始しなければならない。それが250マイル上空であったとしてもだ。

規定範囲内である。

「行動を起こすことによって、患者に多大なメリットを与えることができ、NHSも3年の期間の間コストを削減することができる。設置コストは非常に低い。新規の配線や製品の再配置などは何もないからだ」とフロスト氏は述べた。同氏は、このシステムの導入に際してフォトンスター社に支払った金額を明かすことを避けたが、フォトンスター社の「Halcyon」システムによって無線制御を導入したことで、NHSはコストとダウンタイムを低減することができたと述べた。

短期間の休業の後、セント・メアリーズ病院は2016年春に病棟を再開した。患者には「日当たりが良くなったような」屋内環境が提供されるようになり、体内時計が調整されてより心地よく睡眠できるようになるはずである。

フロスト氏は、概日照明の推進派がよく引き合いに出す言葉を使って、「フランス南部にいたとしたら何が得られるだろうか。われわれは、自然がもたらすものを提供するつもりである」と述べた。

あるいは、クロマヴィソ社のスコブ・ハンセン氏の言葉を借りるなら、次のとおりである。「進化の過程で人間が長い間目のあたりにしてきたものを、われわれは模倣しようとしている。その進化の中にあっただのは、太陽であり、月であった。そして25万年前ほど前に、人間は火も扱えるようになった」

太陽、月、暗闇、そして火の暖かい輝き。それが生活のリズムであり、光のリズムになりつつある。そして人工的な光が健康に寄与する時代が到来している。

著者紹介

マーク・ハルパー(MARK HALPER)はLEDs Magazineの寄稿記者(markhalper@aol.com)。