人に優しい照明、その価値を査定する研究結果

キャロライン・ヘイズ

LightingEuropeは最近、「Quantified benefits of human centric lighting」(ヒューマン・セントリック・ライティング(HCL:人に優しい照明)の定量的メリット」)という研究結果を発表した。本稿では、その内容を紹介し、特に欧州市場で事業を営むメーカーにとってのHCLの状況を解説する。

HCL(ヒューマン・セントリック・ライティング)とは何か。それを常識ととらえる人もいるだろう。母親がよく言っていたように、目に悪影響を及ぼさない良い照明のことだ。あるいは新しい哲学とみなす人もいるだろう。新しい規則を伴い、まったく新しいビジネスモデルを必要とし、これまでにはなかった機会を切り拓くものだ。最近公表された欧州の研究結果「Quantified benefits of human centric lighting」では、市場機会の規模とHCLが社会に与える影響の測定を試みている。

光と幸福感の間の関係は2001年、桿体と錐体の2つに次ぐ第3の視細胞が人間の目の中に確認されたときに解き明かされた。その発見により、概日リズムに対する影響、つまり、精神的、身体的、生物学的変化を、特定の光条件に相互に関連付けることができるようになった(2014年のLEDs Magazineの記事で取り上げたように、医学界ではまだ、非視覚光受容体の完全な解明に向けた取り組みが進められている。http://bit.ly/1q7GM4Gを参照)。この発見によって、HCLに対する2つの明確な目的が形成された。つまり、生物学的に有効な照明による認識能力の向上と、精神的に有効な照明による活力を与える環境の生成である。本稿では両方の種類のメリットを取り上げるが、前提として、相関色温度(CCT:Correlated Color Temperature)の高い照明が、教育機関における学生たちの注意力向上に結び付けられていることを念頭に、議論を進めたいと思う(**図1**)。

ミクロとマクロの視点からのメリット

LightingEurope、米A.T.カーニー社(AT Kearney)、そして独電気電子工業連盟(ZVEI:German Electrical and Electronic Manufacturers' Association)が発表した新しい研究結果は、その序文によると、HCLのメリットを初めて定量化するものだという。この研究では、ミクロレベル、すなわち、施設所有者などの個々の利用者の視点からのメリットと、マクロレベル、すなわち、一般大衆の観点からのメリットを調査している。HCLは、機会と社会的利益をもたらす可能性があるという考え方は、まったく新しいものではない。レンセラー工科大(Rensselaer Polytechnic Institute)の照明研究センター(LRC:Lighting Research Center)所長を務めるマーク・レア氏(Mark Rea)など、HCLの収益化を支持する人は多い。

LightingEuropeの事務局長を務めるディーデリック・デ・ストッペラール氏(Diederik de Stoppelaar)は、この研究では、照明の非視覚的側面、つまり、生産性、医学、教育の面でのメリットに着目していると説明した。「HCLは付加価値を与える。なぜなら、光による疾患や肌状態の治療といった、照明の付加的な用途を生み出し、生産性や集中力を向上させるからである。睡眠障害についても、光の色温度によって、より心地よい睡眠を得ることができる。これらすべてが、有効な応用分野である」と同氏は述べた。

この研究結果によると、最も大きな定量的メリットが得られるのは産業分野で、生産性が向上するためだという。一方、医療や高齢者介護の分野では、ミクロレベルのメリットはそれよりも低いとしている。この分野における潜在的メリットは、経費の削減として定量化されるが、そのメリットを得るのは、医療機関や介護施設ではなく、保険会社などの関連業者となる。この研究結果では、欧州における総合的なメリットとして、国内総生産(GDP:Gross Domestic Product)の増加を8億7,000万ユーロ(約1,130億円)、または、2020年までに市場普及率が100%に達した場合は最大128億ユーロ(約1兆6,600億円)と見積もっている。

HCL製品の開発

デ・ストッペラール氏は、欧州連合(EU:European Union)がLightingEuropeの勧告に従い、ハロゲンランプ内

図1　自然昼光のレベルをシミュレーションする照明を教室内に設置すると学生の集中力が高まることが、研究によって明らかにされている。

の白熱電球からLEDへの置き換えの禁止を延期したことによって、照明業界は、適切な品質の照明を許容できる価格帯で開発し、HCLに向けた準備を整えることができると考えている。LEDはその推進力だと同氏はみなしている。

LEDは、さまざまな強度と色による制御が可能で、必要に応じてレベルを高めることもできる。デジタル照明は、接続性にも対応する。センサネットワークと併用すれば、照明レベルをセンサや遠隔制御によって増減することができ、使いやすさと快適さが向上する。例えば、オランダのフィリップス・ライティング社（Philips Lighting）は、さまざまな固体照明（SSL：Solid State Lighting）の用途において、センサと制御が連携する様子を示すとともに、適応型制御のメリットを宣伝するインフォグラフィックを作成している（**図2**）。

「制御可能なデジタルの光によって、これまでよりも簡単に強度、スペクトル、色を変化させることができるようになった。HCLによって、人々がニーズに合わせて照明をパーソナライズして制御したり、幸福感を高めたりすることが可能になろうとしている」と、オランダのフィリップス・リサーチ社（Philips Research）のシニア・プリンシパル・サイエンティストを務めるルック・シュランゲン氏（Luc Schlangen）は述べた。LEDがもたらす制御の重要性が、鍵を握るとシュランゲン氏は考えている。

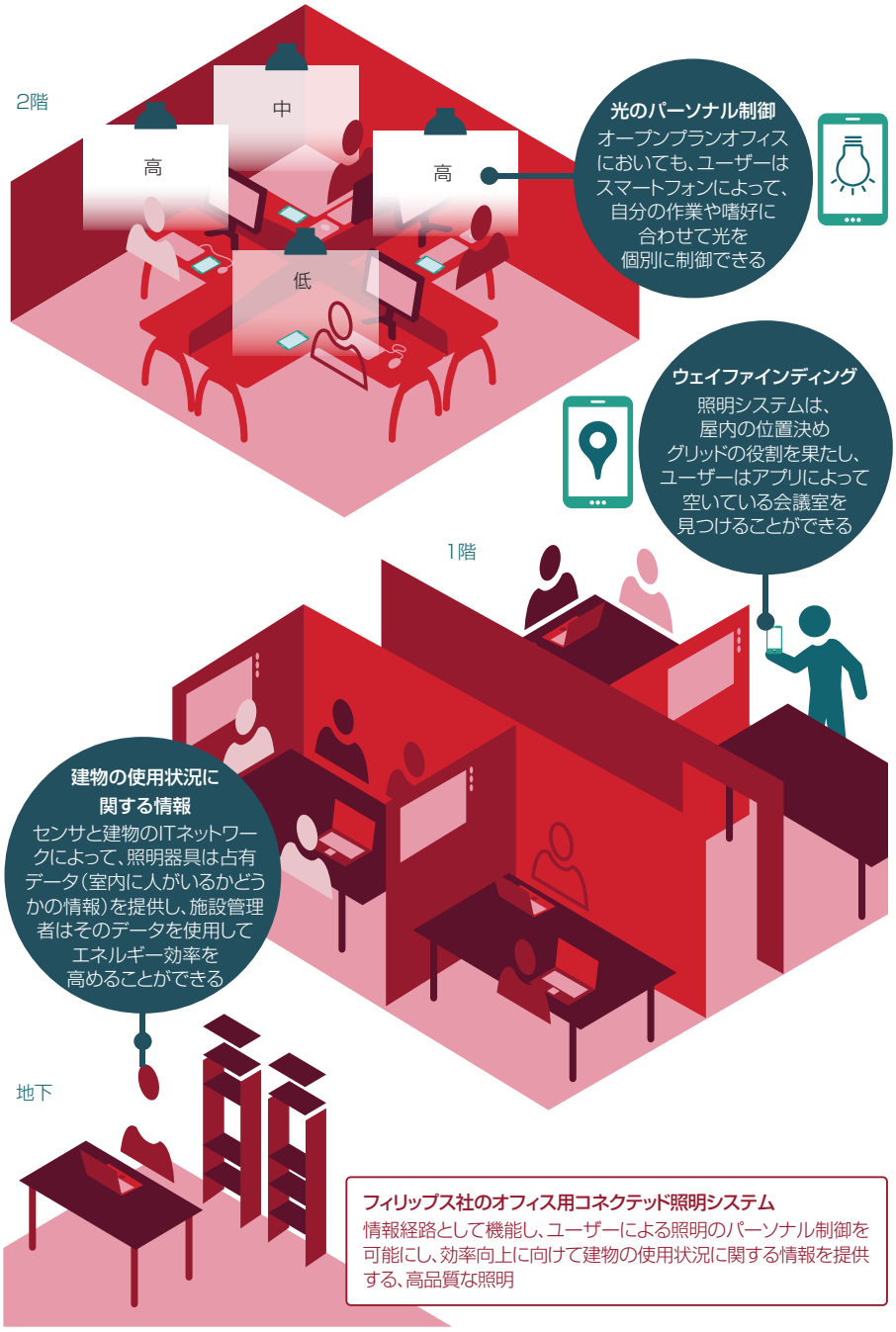

図2 「Philips Connected Office Lighting」において、センサを装備する照明器具は、室内の人の有無、温度、湿度といったデータを取得する。

スマートフォンによる制御が可能な照明の例は、多数存在する。例えば、フィリップス・ライティング社の「Connected Lighting」では、PoE(Power over Ethernet)によってオフィスの照明器具がビルのITネットワークに接続される。従業員はスマートフォンによって、各種ビルサービスに対する制御やアクセスが可能で、必要なときに必要な場所の照明を点灯することができる。

効率とHCLのメリット

費用対効果も高まる。シュランゲン氏によると、PoEを利用して埋め込み型のLED天井照明に給電するオフィス用のコネクテッド照明は、「消費電力を最大80%節減可能であると同時に、パーソナライズされた照明を従業員に提供する。従業員は、スマート機器上で指をスワイプするだけで、各照明を制御することができる」という。「コネクテッド照明は未来そのものだ」と同氏は述べた。

HCLのメリットを定量化することは難しい。エネルギー効率とは異なり、節減効果の直接的な比較対象が存在しない。「定量化」を目的とした今回の研究では各分野別に、行動の変化を仮定し、事業のGDPに影響を与える生産性、病欠日数、従業員維持率という観点で、そのメリットを評価した。

例えば、産業分野については、反復的な作業を行う750人の従業員を擁する工場を取り上げた。一般的なLEDベースの工場照明を、2000ルクスのLED照明に置き換えた。HCLを採用することで、年間電気料金は4万2,000ユーロ(約540万円)から5万4,000ユーロ(約700万円)に増加したが、生産性が4.5%向上するという効果が得られた。またこの研究では、注意力の向上によって事故件数が減少(1%)するほか、病欠日数は1%減少し、従業員の勤続年数は1年伸びると報告している。

200人の従業員がそれぞれデスクで勤務するオフィスでは、LEDからHCLに照明器具を置き換えたことで年間電気料金は7,000ユーロから9,000ユーロ(約90万円から117万円)に増加したが、85%だった生産性レベルが1.15%向上した。これは、1カ月あたりおよそ2時間分の労働力に相当する。また、病欠日数は1%減少し、従業員の勤続年数は12カ月伸びた。これによって、新規従業員の採用にかかる費用と、新規従業員が生産性を最大レベルまで引き上

図3　ドイツのミュンヘンにある集学的疼痛センターで使用されているオスラム社の製品は、指向性の光を発し、輝度レベルが制御可能である。

げるのにかかる時間が減少する。

教育と医療

教育分野については、1000人の生徒と80人の教師がいる学校を対象とした。HCLの設置に伴い、年間電気料金は8,000ユーロから1万1,000ユーロ（約104万円から143万円）に増加した。HCLの設置後には、一部の生徒の認識能力が15%向上し、注意欠陥多動性障害（ADHD：Attention Deficit Hyperactivity Disorder）を患う5.3%に相当する生徒の医療費および教育費が10%減少した。

この研究報告書では、ADHDの生徒1人あたりの追加教育費は6,000ユーロ（約78万円）で、年間1人あたり600ユーロ（7万8,000円）削減されると見積っている。職員にもメリットが見られた。精神疾患に対する効果も18%向上した。これは、（ストレスと極度の疲労に起因する）教師1人あたりの病欠日数にして11.7日分に相当する。また、学校職員の勤続年数は2年伸びた。

次に医療分野だが、報告書には、複数の効果が期待されるが、まだ十分には研究が行われていないという注意書きが添えられている。この分野では、年間電気料金の増加率が最も大きかった。病床数1000床、職員1500人の病院にHCLを設置することで、年間電気料金は4万ユーロ（520万円）から17万4,000ユーロ（約2,260万円）に増加した。HCLに関連するスペースは、床面積の半分近く（4万8000m^2）に及んだ。患者の健康状態が改善されたことで、設備稼働率は1%増加して76%になった。また病院は、新規患者に対してより魅力的な価値を示す施設になった。

診察時間は短縮し、診察費用は0.25%減少し、薬の有効性が高まったことから薬品代も0.25%減少した。職員の病欠日数も1%減少した。病欠日数は学校と同様に、職員1人あたり平均11.7日だった。ここでも、職員の勤続年数は、HCLを設置する前と比べて2年間伸びた。

HCL照明設計

独オスラム社（Osram）のプリンシパル・キー・エキスパートであるディーター・ラング氏（Dieter Lang）は、HCLを支えるのは革新的なデザインだという。「HCLは、さまざまな既存製品をどのように組み合わせて適用するかを理解する、照明デザイナーの創造性に基づいて構築することができる」と同氏は述べた。その一例が、ドイツのミュンヘンにある集学的疼痛センター（Centre for Interdisciplinary Pain Therapy）である（**図3**）。オスラム社のモジュール式天井照明「Novaluna」が発する直接光と、室内の白い壁から反射する間接光にはグレア（まぶしさ）がない。蛍光灯は8000Kか、または上品な温白色の2700Kである。調光可能なデジタル調光照明インタフェース（DALI：

図4 フィリップス・ライティング社の「HealWell」は、コネクテッドLED技術を利用して屋内に自然昼光を供給することで、患者の回復を促進したり、睡眠障害や時差ぼけを解消したりする。

Digital Addressable Lighting Interface)版は、輝度レベルを部屋のニーズに合わせて調整することができる。一方、埋め込み型ミニダウンライト「Lunis 2」はLEDを搭載し、中央ゾーンにアクセント照明を当てる。

高齢者施設では、LED照明をHCLに置き換えた結果として向上したのは設備稼働率だった。年間電気料金は6,000ユーロから7,000ユーロ(約78万円から91万円)に増加し、設備稼働率は、薬の使用率の減少によって1%、事故件数の減少と新規患者に対する魅力の向上によってさらに 0.5%増加した。ただし研究報告書には、これらの結果は仮定に大きく左右されると注記されている。

HCLベースの製品は既に、高齢者施設や病後療養施設に設置されている。例えばフィリップス・ライティング社は、「HealWell」製品を提供している。この製品は、コネクテッドLED技術を利用して屋内に自然昼光を供給することで、患者の回復を促進したり、睡眠障害や時差ぼけを解消したりする(**図4**)。

HCLの未来

ラング氏はHCLを、「照明における新しい哲学、新しい一連のパラダイム」と表現した。同氏は、HCLにおける欧州の役割を楽観視しており、次のように述べている。「具体的なHCL製品が登場しても、HCLは主に基本的な照明設計原則に基づいている(中略)世界中でエネルギー効率が重要であると考えられているが、照明品質は欧州において進歩している。したがって、欧州は最初に『HCLに対する準備を整える』可能性がある」

この研究結果では、2020年のHCLの現実的な市場普及率として、反復的な作業が行われる産業分野で5%、オフィスで13%、教育分野で10%と予測している。医療機関と養護施設はともに、2020年までに市場普及率が20%に達すると期待されており、一般家庭の現実的な普及率はわずか2%と予測されている。

デ・ストッペラール氏は、HCLの市場普及を阻む可能性のある唯一の障害は、過度に多くの規制が設けられることだとしている。それは状況を難しくし、必要な創造性を阻害する恐れがあると同氏は警告した。「われわれは、照明の新しい時代の入り口にいる。新しい企業や新規参入者のすべてが、照明の範囲を拡大することができる」と同氏は述べた。

創造性と制御可能な照明が融合すれば、照明業界の可能性は無限に広がるのではないかと思われる。それは、LEDとSSLのメーカーに機会をもたらし、世界中の人々に有形のメリットをもたらす。

著者紹介
キャロライン・ヘイズ(CAROLINE HAYES)は、LEDs Magazineの寄稿記者。

LEDJ