

ノルウェーの学校、調光可能なLED照明を設置して学習効果を促進

モーリー・ライト

生徒の学習効果と睡眠パターンの向上を目的としたヒューマン・セントリック・ライティング・プロジェクトを紹介する。その照明設計は、円筒面照度も最適化する。

ノルウェーのテレマルク近郊にある新しいホーラ総合中等学校 (Holla) は、教室やグループ室のチューナブルホワイト照明を含む、LEDベースの照明を屋内外に設置して、2016年の学年度に開校した。調光可能な照明は、健康と幸福をもたらす照明と呼ばれることもあるヒューマン・セントリック・ライティング (HCL: Human Centric Lighting、人に優しい照明) とみなされている。スペクトルを設定することによって、たとえば試験中などの時間に注意力を促進したり、それ以外の時間に

つろいだ環境を生成したりすることができる。同校は、このシステムによって学習効果が高まるとともに、生徒が夜間によく眠れるようになると期待している。この固体照明 (SSL: Solid State Lighting) プロジェクトではさらに、他の標準的な固定スペクトルのLED照明器具も屋内外に設置された。

英グラモックス・ルクソ・ライティング社 (Glamox Luxo Lighting) が同校に照明製品を供給した。同社は、学校、医療機関、小売、ホスピタリティ、商業および産業ビル用の照明製品を専門

としている。HCLの機能は、多数のグラモックス社製照明製品で提供されている。同社は、DALI (Digital Addressable Lighting Interface) プラットフォームによって制御を行い、オーストリアのトライドニック社 (Tridonic) やフィンランドのヘルパー社 (Helvar) など、多数のサードパーティ製の制御コンポーネントおよびシステムをサポートしている。

調光可能な照明器具

ホーラの教室に採用された「C90-R」



図1 教室には主に、チューナブルホワイト機能を備えるグラモックス社のトロファ照明「C90-R」が設置されている。



図2 娯楽エリアと廊下は、固定CCTのトローファ照明によって照らされている。

ファミリーの照明器具には、HCL機能が搭載されている(図1)。2フィート(約60cm)四方のトローファ型のこの埋め込み照明は、表面全体に均等な光を届ける平面光学部品を備える。この照明器具のHCL版は、相関色温度(CCT:Correlated Color Temperature)が2500K~7000Kという、白熱灯よりも暖かい印象から、非常に冷たい印象までのスペクトルの光を生成することができる。照明器具は、その範囲の黒体軌跡にほぼ沿うように設計されている。演色性にも優れており、演色指数(CRI:Color Rendering Index)は90を超える。その高いCRIによって、学習環境はさらに向上すると同校は感じている。

制御システムが装備されているため、教師や学校管理者は、設置照明のCCTや明るさを実際には自由に設定することができる。最大出力は4616ルーメンである。しかし、照明は簡単に調整できるようにカスタマイズされており、日常的に適用されると考えられる一般的な複数のモードが用意されている。

ほとんどの活動向けの「標準」

(Standard)設定では、照明が3500Kに設定される。教師は各教室のDALIパネルで、点灯、消灯、明るさの調整を行っている。標準設定は、床から0.75m上の平面、つまり机の高さの水平照度が300ルクスになるように設計されている。

エネルギーとフォーカス

システムには「エネルギー」(Energy)設定と「フォーカス」(Focus)設定もある。まずは、両方の設定で共通の測光特性について説明してから、2つの設定が適用されるそれぞれの状況を見ていきたいと思う。

この照明設計では、円筒面照度(cylindrical illuminance)という概念が考慮されている。円筒面照度はEzと略されることが多い。Ezは、円筒面上の垂直照度の平均値を、単位ルクスで表した値である。円筒面照度の要件は、欧州規格EN12464-1:2011で屋内職場照明用に定義されている。着席した状態の作業者に対しては、標準的な頭の高さとして床から1.2mの高さを基準

に計算される。同校のシステムでは、エネルギー設定とフォーカス設定において1.2mの高さでEzが350ルクス、CCTが6500Kである。

エネルギー設定は、すべてのSSL製品が接続された建物管理システム(BMS:Building Management System)によって管理される。BMSにより、各教室におけるその日の最初の授業には、エネルギー設定が自動的に適用される。朝一番に生徒の概日リズムを整えようというのがその目的である。

このシステムは、ハウケラン大学病院(Haukeland University Hospital)のノルウェー睡眠障害コンピテンスセンター(Norwegian Competence Center for Sleep Disorders)で行われた研究に一部基づいて実装されている。同大の研究者であるイングヴィルド・ウェスト・サククスヴィー氏(Ingvild West Saxvig)は、「思春期には、就寝と起床時間が遅くなる方向に睡眠パターンがシフトすることがよくある。これは、青年や成人の能力低下につながる恐れがある」と述べた。



図3 屋外照明には、装飾的なポストトップ型の照明器具と、コブラヘッド型の駐車場用照明器具の両方が採用されている。

同校のHCL実装は、生徒の睡眠と起床のサイクルが遅くなるのを防ぐ効果を意図している。冷たい(色温度が高い)照明は、注意力を促す方向に概日リズムをずらし、生徒が夜の適切な時間に眠くなるように導く効果もあると考えられている。

CCTの遷移

授業日の最初の休み時間に、照明はBMSによって自動的に標準設定に遷移する。瞬時に変更されるのではなく、10分かけて徐々に変化するようにプログラムされているので、生徒や教師がこの遷移に気づくことはない。

しかし教師は、状況に応じて臨機応変に制御パネルからフォーカス設定を選択して、より冷たい印象の照明にすることができる。この設定は一般的に、テスト中や、高い集中力が必要なその他の授業に適用される。フォーカス設定の選択を解除すると、照明は徐々に標準設定に戻る。

一方、「カーム」(Calm)設定は、標準設定よりもやや暖かい印象の設定で

ある。CCTは2700Kと暖かい色で、机の上の水平照度は300ルクスに維持される。教師は、くつろいだり落ち着いた活動を行ったりする時間にカーム設定を選択する。BMSは、フォーカス設定とカーム設定を、教師が解除し忘れた場合は30分後に解除するようにもプログラムされている。30分が経過すると、照明は標準設定に戻る。

このHCL実装の背景には、調光可能照明の詳しい科学的な仕組みは理解していない場合でも教師が簡単に操作できるようにというコンセプトがある。実は、他の照明メーカーによる類似の実装も本誌で取り上げたことがある。たとえば、米アキュイティ・ブランド社(Acuity Brands)は、教育環境に特化して設計された「Mainstream Dynamic」製品シリーズに、事前設定モードを用意している(<http://bit.ly/1UyRcPf>)。

学校に設置されたその他のSSL

冒頭で述べたとおり、ホーラのプロジェクトは包括的なLEDプロジェクトだった。スクエア型のトロファ照明

「CR15-R」も、調光機能が不要な一部のエリアで使用されている(図2)。屋内エリアではその他に、直線形のペンダント型LED照明器具である「Reed」が設置された箇所もある。たとえば、図1で確認できるように、教室のプレゼンテーションボードはこれによって照らされている。

屋外では、コブラヘッド型のLEDフラッドライト「O50」が駐車エリアと歩道を照らしている。また、装飾的なポストトップ型の照明器具である「O46」が、屋外の一部の娯楽エリアに使用されている(図3)。

HCLは、世界中でホットな話題となっており、やや議論的にもなっている。光の非視覚的作用についてHCLの概念を実装するだけの十分な理解がなされていないと考える科学者もいれば、既知の情報に基づいて前に進むべきだと考える科学者もいる。2016年にはこの話題に関する論説を本誌に掲載した。その中には、それまでに公開した他のいくつかのHCL関連の記事へのリンクも示されている(<http://bit.ly/2mBgiA7>)。