

リノベーションで健康と幸福感を高める、マルチチャンネルSSLシステムーパート2

モーリー・ライト

調光可能照明やプログラム制御によって、居住空間に自然な光を届けることにより、人々の幸福感を高めることができる。二部構成のパート2となる本稿では、健康と幸福をもたらす照明を設置する大掛かりな住宅リノベーションを行った居住者の体験について説明する。

パート1では、健康と幸福をもたらす照明、つまりヒューマン・セントリック・ライティング(HCL: Human Centric Lighting、人に優しい照明)という概念を取り上げ、そのような用途向けに設計された具体的な固体照明(SSL: Solid State Lighting)システムについて解説した。このような技術が人々に好影響を与える多大な可能性を秘めていることはわかっているが、パート1にも記したとおり、この概念の背景にある科学はまだ、解明途上にある。ただし、異なるスペクトルパワー分布(SPD: Spectral Power Distribution)と相関色温度(CCT: Correlated Color Temperature)は、人間の視覚

系に好影響を与える場合も悪影響を与える場合もあり、非視覚光受容体を通して生理機能に影響を与える可能性があることが知られている。パート1では、SSLメーカーである米ケトラ社(Ketra)がこのようなHCLを実装するうえでとったアプローチについて解説したので、本稿では、このようなシステムの設置と試運転を経て、その照明とともに日々を過ごす居住者の体験を紹介しようと思う。パート2となる本稿では、時系列に沿って例を紹介し、居住者にもたらされた最終的な効果を明らかにする。

このプロジェクトが進行する間も、健康のための照明の問題については、

熱い議論が繰り広げられていた。ドイツのフランクフルトで開かれた見本市Light+Building(L+B)では、韓国ソウル・セミコンダクタ社(Seoul Semiconductor)が、そのテーマに関する小さなシンポジウムを開催した(p.22)。業界の名の知れた研究者らが、そのテーマについて幅広い意見を述べた。本誌の姉妹誌である「Lux」の記者が報告しているように、英オックスフォード大(Oxford University)のラッセル・フォスター教授(Russell Foster)は、現時点で研究者らはHCLの光組成をまだ確立できていないと述べたという(<http://bit.ly/2HwA1vm>)。しかしフォスター教授は、業界が既知の概念のテストをやめたとはしておらず、一般照明で標準的に採用されているよりも高い光レベルが必要かもしれないとも述べた(<http://bit.ly/2HzYSP1>)。別の講演者であるニューヨークにあるマウントサイナイ病院(Mount Sinai Hospital)のオクタビオ・ペレス博士(Octavio Perez)は、この技術の短期的な将来についてはるかに強気な見通しを示した。これについては、L+Bに関する本誌の記事で取り上げた。

この議論は、2018年夏に開催されたLighting for Health and Wellbeing Conferenceでももちろん続行された(<http://lightingforhealthandwell>)



図1 秋の日の午後に撮影した住宅の通路近くの写真。Natural設定は、ニュートラルなCCTを生成する(左)。Relax設定に切り替えると、CCTはかなり暖かい印象になる(右)。



図2 正午ごろのリビングエリアにおいて、Relax設定の光度は比較的低い(左)。Natural設定に切り替えると、リビングエリアの光度が引き上げられて、正午の自然な光により近づく(中央)。Away設定は、空間に誰もいない場合に消灯するために使用される(右)。

being.com/usa/)。すでに、そのプログラムは明らかになっているが、以下では、本誌が実際に現場取材して洞察を得た、住宅リノベーションプロジェクトを見ていきたいと思う。

ケトラ社の制御

本稿の以下の内容を完全に理解するには、パート1を再読してほしいと思うが、ここに簡単に概要を紹介しておく。ケトラ社のシステムは、SSLプロジェクトの各エリアにおいて4つのシーンをサポートする。住宅内では通常、部屋ごとにシーン設定が異なる。同社は、与えられた空間で一般的に行われる特定の活動を考慮し、また、照明研究センター(LRC: Lighting Research Center)の研究結果と概日刺激(CS: Circadian Stimulus)の指標に基づいて、同社が理想的と考える設定を開発した。このシステムは、SPDやCCTや光レベルといった特性を、1日のうちの時間と1年のうちの時期に応じて、また、室内に設置された制御パネルで選択されたシーンや活動に応じて、自動的に変更する。加えて居室者は、自分の好みに合わせて設定をさらに微調

整することができる。

ケトラ社のシステムの動作機能は、例を示して説明するのが最もわかりやすいだろう。図1は、この住宅のフォーマルなダイニングエリアに隣接する通路近くを撮影した写真である。どちらの写真も晩秋の午後5時に撮影されたものである。左側の写真では、シーンが「Natural」(ナチュラル)に設定されており、システムはまだ、夕方のニュートラルなCCTと比較的高い光度を生成している。右側の写真では、シ

ーンが「Relax」(リラックス)に変更されており、CCTはかなり暖かい印象で、光度は低下しているのがわかる。

次は、正午ごろに撮影された、この住宅の1つのリビングエリアの環境を示す。図2の写真は、リビングエリア用にプログラムされた「Relax」、「Natural」、「Away」(無人)の各シーンを示している。正午の時間帯の自然光は、SPDの観点において冷色からニュートラルで、左2枚の写真にはその要素が顕著に現れている。ただし、左



図3 朝食エリアの照明は、Diningモードに設定して朝食に適した比較的清たい印象の光とすることができる(左)。夜はNatural設定にすると、非常に暖かい雰囲気になる(右)。



図4 夜のメインダイニングエリアにおいて、Natural設定は暖かい雰囲気を出し出す(左)。同じNatural設定でも、朝はかなり冷たい印象になる(右)。

のRelaxは中央のNaturalよりも光度が低い。一番右の写真は、Away設定で照明が消灯された状態にある。

設定済みシーンと居室者の好み

明らかに、ケトラ社のシステムの実際の動作は、設定済みシーンとして提供されているケトラ社の調査結果の組み合わせと、空間占有者の好みに依存する。この住宅のキッチン脇にある朝食エリアを見てみよう。図3の左側は、制御が「Dining」(食事)に設定された朝食テーブルの写真である。CCTは冷色にシフトしており、朝食の環境に合致するとともに、読書用に非常に良好な視界を提供する。午後7時ごろに撮影されたNatural設定の暖色のCCT(右側)と比較してほしい。

次は、時間に沿ってプログラム可能という機能の仕組みについて、例を挙げて説明する。Naturalなどの任意の設定に対し、ケトラ社のシステムは、前述のとおり1日を通して照明を動的に変化させる。図4の写真は、どちら

もこの住宅のフォーマルなダイニングエリアで、左側は夜、右側は朝に撮影されたものである。どちらもケトラ社の制御はNaturalに設定されている。朝のCCTは冷たい印象だが、夜になると環境はかなり暖かい雰囲気になっている。

ダイニングエリアは、ケトラ社のシステムで、空間内の既存の照明器具やランプをどのように扱うかを議論する機会にもなった。ケトラ社は、幅広い種類のプログラマブルランプをさまざまな形状で取り揃えている。また、ダウンライトやさまざまな種類の直線形照明器具を提供している。しかし、既存の照明器具にも対応してほしいというのは、住宅において避けて通ることのできない要望である。

たとえば、フォーマルなダイニングエリアのシャンデリアである。天井から吊り下げられたこの照明器具には、白熱電球が使用されている。ケトラ社のランプが使用できるシャンデリアもあるが、すべてのケースで必ずそうで

あるとは限らない。それでも、ケトラ社のシステムは、位相制御調光方式の既存照明を制御することができる。当然ながら、CCTを制御することはできない。しかし、ダイニング空間などのエリアにおいて、設置済みの白熱電球は、位相制御に基づいて本質的に暖色のCCTに調光されるはずである。図5の写真と比較すると、既存制御の様子を確認することができる。左側のNaturalシーンは冷たく明るいのに対し、右側のRelaxシーンは暖かい印象のCCTになっている。シャンデリアもかなり暖かい光になっているのが見てとれる。

娯楽シーン

パート1に記したとおり、ケトラ社は、浴びた人が心地よく元気が出るような自然な光を届けることをミッションとして掲げている。しかしこのシステムは、熱気をもたらすこともできることに言及しておかなければならない。同社はSSL製品やシステムの、動

的で色を変えられる機能については宣伝していない。しかし、ケトラ社の製品に搭載されているLEDライトエンジンは、任意の色を生成できる。そして標準的な住宅所有者はおそらく、その機能の一部を自宅に装備したいと思うだろう。

今回住宅をリノベーションした居住者はホームパーティーが好きで、住宅内の多くの空間の制御パネルに「Entertain」(娯楽)設定がある。加えて、制御パネルやスマートデバイスで直接入力を行うことによって、環境をさらにカスタマイズすることができる。

図6では、ダウンライトがさまざまな色に設定されているのが見てとれる。日光が差しているが、空間内の色はそれほどけばけばしくはない。図7と比べれば、特別なパーティーなどのために鮮やかな色で空間を照らすこのシステムの機能が、より良くわかる。

システムの試運転

以上、照明システムの動作について説明した。次は、その設置と試運転について解説する。パート1で触れたように、ケトラ社は同社独自の技術を採用している。基本的にはワイヤレス通信機構を使用し、1つ以上のハブやゲートウェイによって、ワイヤレス対応の照明器具を、制御パネルやそのほかのスマート照明要素と接続している。

現時点でケトラ社のシステムは、標準的な住宅所有者が自分で設置できるようなものではない。通常は、ケトラ社の社員や同社のトレーニングを受けた代理店またはメーカーの担当者が、試運転を含む設置作業を行う。

ケトラ社は、社内調査やLRCとの連携に基づき、一般大衆に対して最も自然光に近いと判断した状態に事前設定して、このシステムを出荷している。



図5 ケトラ社のHCLプラットフォームは、このシャンデリアのような照明器具用の既存ランプをサポートする(左)。Relaxモードで従来の位相調光制御を適用すると、明るさが落とされて暖かい雰囲気になる(右)。

本稿で取材したプロジェクトでは、パート1でも触れたように居住者が光に過度に敏感な人だった。そのような場合は、ケトラ社の社員や業者の担当者が、システムのプログラム設定や、スマートプラットフォームが生成するキュレーションされたコンテンツ(これについてはパート1を参照のこと)を変更することができる。本稿の住宅リノベーションの場合は、光レベルが一般的に、ケトラ社の基本設定よりも引き下げられた。

居住者は、設置と試運転の過程でやや不便を感じた。そこでケトラ社の担当者らは、昼夜に何度も現場に足を運んで、システムの設置と設定の最適化を行った。プロジェクト開始から数か月経過したが、変更はまだ行われている。現場を訪問しなければできない作業ばかりというわけではなく、遠隔から完了できる作業もある。しかし、居住者がプログラムを簡単に変更できないというのは確かに、このシステムの1つの欠点といえる。

互換性と制約

居住者は、このSSLシステムの制約にも不満を感じた。ケトラ社の標準的なシナリオでは、家全体が、ケトラ社が構築する世界の一部となり、既存のランプを含むすべての光源がシステムによって制御される。

その前提の下で、居住者の寝室について考えてみよう。空間を照らす美しいLEDランプと照明器具のほかに、就寝前の読書などのための既存ランプがベッド脇に置かれている。この空間の制御システムには4つのシーンがある。ただテーブルランプを残してすべての照明を消したいだけなのに、求めるその環境を得るために、基本的には4つの設定済みシーンのいずれかを選択しなければならない。この場合、居住者はその1つのランプは手動で制御したいと思ってしかるべきであり、もちろんそうすることが可能である。

居住者は、ケトラ社のシステムが、米アマゾン社(Amazon)の「Alexa」などの音声制御のホームオートメーシ



図6 ケトラ社のシステムは、自然な白色の光に加えて飽和色を提供できる。

ョン製品にまだ対応していないことも不便に感じた。はるかに安価な調光可能照明製品でもそのようなデバイスに対応する。ただし、以下で触れるが、それらで同等の照明機能は得られない。

ケトラ社は、新しいユーザーインタ

フェースを開発中で、Alexaのほか、米アップル社（Apple）の「HomeKit」や「Siri」などの製品をサポートする予定だとしている。また、ケトラ社のプラットフォームの当初のターゲットは商用空間だったことを指摘したい。新しい商用エリアでは、照明は必ず包括的に制御され、Alexaなどの製品は使用されない。しかし、調光可能照明の価格が低下するにつれて、居住空間におけるHCLの需要ははるかに高まるであろうことは間違いない。

（編集者追記：本稿で取材した照明システムの設置が完了して本稿用のデータを収集した後、ケトラ社は実際に、アマゾン社のAlexaとの互換性を発表した。<https://www.ketra.com/products/integration/alexa>）

自然照明の効果

制御と試運転については不満もあった居住者だが、今ではこの照明機能全般にかなり満足している。睡眠サイクルは改善された。キッチンなどの空間

の光は、カウンターなどの作業台をこれまでよりもはるかに明るく照らすようになった。照明によって、テレビ視聴などの活動の質も向上した。また、Entertain設定はパーティーに最適である。

しかし、居住者が最も驚いたのは、空間における全般的な心地よさである。それは、定量化はほぼ不可能なものである。しかし、HCLの下で数カ月間を過ごしたあと、居住者は、ほかの場所（友人や家族宅、公共の接客施設、職場など）の照明が快適でないことに気づくようになった。自宅に戻って自然な光を浴びると、ほっとするという。

実際、本稿冒頭で、睡眠の質や生産性の向上を保証する光組成に関しては、議論が続いていると述べた。正確な回答は誰もわからない。しかし、本稿で紹介した住宅リノベーションなどのプロジェクトは、SSL業界が、光を浴びる人に害を与えることなくHCLを追究できることをはっきりと示している。そして実際、そのような照明を体験した人々は、好意的な感想を抱く傾向にある。

残念なことに、LEDとSSLの業界はこれまで、特に商用分野では、エネルギー効率にばかり着目してきた。電気料金の削減が最初の目標だった。それも確かに価値ある目標だが、どのような場合においても光品質が重要であることは間違いない。

照明業界が、エネルギー重視の段階から、LED光源から得られる他の価値やメリットを追求する「LEDification」（LED化）とも呼ばれる次なる段階へと移行するにつれて、HCLが、注目を集める概念の1つになることを期待する。ケトラ社などの企業は、このミッションに全力を注いでおり、自然な光とともにエネルギー効率も達成できることを実証している。



図7 Entertainモードは、照明をパーティー用にするために使用できる。