

従来のLED照明制御を変換して、シームレスでエンドツーエンドのスマート照明を実現

キョングク・ミン

コネクテッド照明からスマート照明、そしてヒューマン・セントリック・ライティング(HCL: Human Centric Lighting、人に優しい照明)への進化が進行しており、業界では、商業的に成功を収めるためのオープンプラットフォームが求められている。

LEDはこの20年間で、昔ながらのスタンドアロンの電球照明での利用から、一体型の照明システム設計、そして今では、コネクテッド照明またはネットワーク照明、スマート照明、HCLといったデジタルLEDシステムへと着実に進歩してきた。その驚くほどの進化が可能だったのは、LEDが固体照明(SSL: Solid State Lighting)光源だからである。しかし、競争が激化する

中、LEDとLEDモジュールのコモディティ化によって、LED照明の技術的進歩は抑えられていた。業界ではしばらくの間、優れたデザインよりもコストが重視されていたが、現在では、さらに高度なLED照明設計を開発することに力を入れようという方向に舵が切られている。本稿では、現行市場の問題をより深く理解して、スマート照明やモノのインターネット (IoT:

Internet of Things)の可能性を十分に把握することによって、技術に焦点を置くこの移行をいかにして加速化させることができるか考えたいと思う。

多くの照明企業が最近、独自のコネクテッド照明ソリューションを発表している。その中で最高のソリューションは、特定の先導的な応用分野で確かに優れた価値を発揮し、主要LED照明メーカーの市場地位を高め続けている

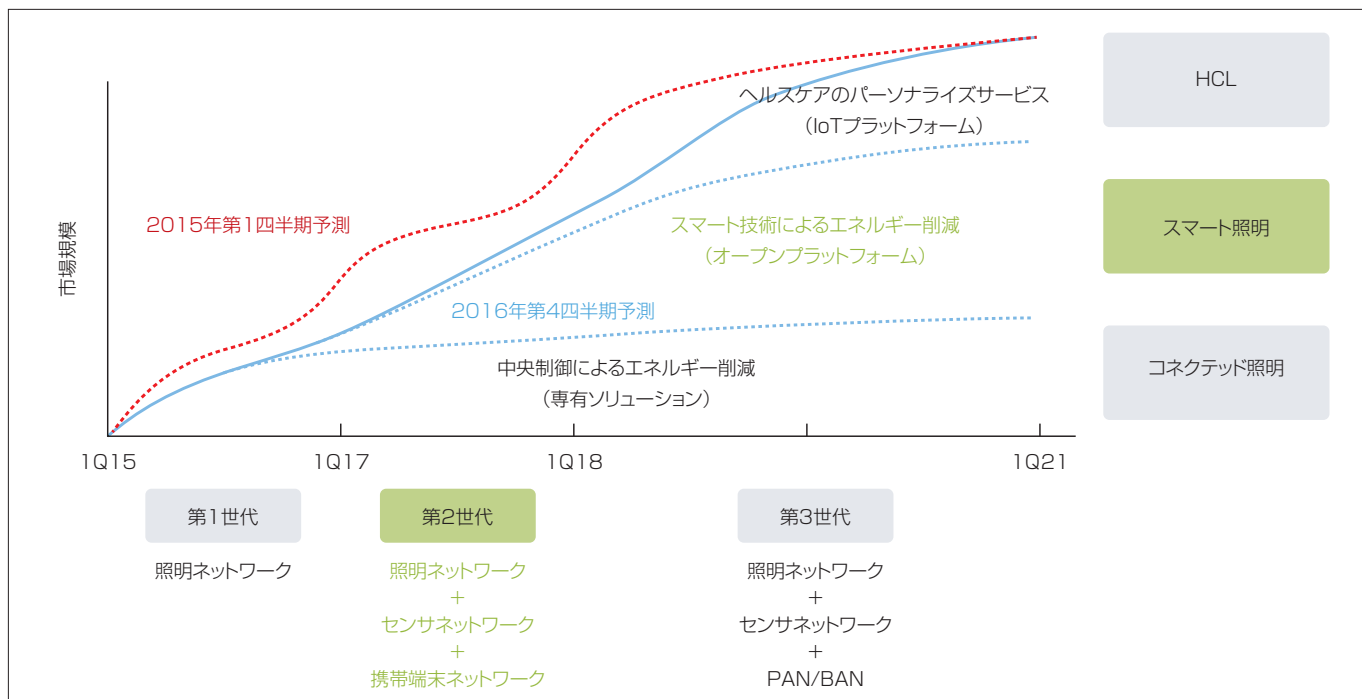


図1 デジタル照明への移行の時系列変化。応用分野には重なりがあることがわかる。

く可能性がある。しかし、照明業界が今後も急速に成長し続けるには、大多数のコネクテッドアプリケーションを対象にオープンプラットフォームによる相互運用性を標準化することが必須である。加えて、この技術は市場利益にこれまで以上に密接に結び付けられているため、従来型照明からデジタル照明への移行にかかるコストをさらに引き上げる必要がある。LEDs Magazineの以前の記事で取り上げられていたように、技術業界は、IoTの潜在的メリットの実現にやや苦戦している (<http://bit.ly/2jnRMnP>)。

照明制御の進化

デジタル照明の未来は、3つのフェーズからなる変換を経て具現化されようとしている(図1)。その変換は、コネクテッド照明、スマート照明、またはHCL (lighting for health and well-being: 健康と福祉のための照明とも呼ばれる)の形で実現される。2015年初頭の時点で、これらの変換分野は互いに全く異なるように見えたが、今ではかなり重なり合う部分がある。

この十年間で、主要な照明メーカーと制御システム企業は、中央制御によってさらにエネルギーを削減することを目指して、有線または無線接続技術に基づく複数の専有ソリューションを開発してきた。第1世代のソリューションの最大の目的は、照明ネットワークを構築することで、照明製品を接続することに焦点が当てられた。このシンプルな方法は今後もしばらく続く見込みだが、広く普及することはないと思われる。照明器具メーカーは大抵、自社のデジタル照明への変換に専有ソリューションを採用したくないと考えるためである。専有ソリューションは、高度なセンサネットワーク、次世代携帯

端末ネットワーク、PAN (Personal Area Network) / BAN (Body Area Network) といった、進化するネットワーク技術に合わせて適切に規模を調整することができず、十分な相互運用性も備えていない。

オープンプラットフォームに基づくスマート技術によってエネルギーが削減されることにより、中小規模のメーカーや制御システム企業が、主に無線技術に関連するスマート機器の相互運用性を最大限に活用できるようになった。このような第2世代のソリューションは、通信プロトコルの標準化と、コミショニングとペアリングに伴う問題の緩和を目的としている。ここでは、スマートフォンが主要なスマート機器兼ユーザーインタフェースとして機能する。また、SAN (Sensor and Actuator Network: センサ・アクチュエータ・ネットワーク)のコンバージェンスによって、拡張ネットワークの強化に有効な新しい手段がもたらされた。ZigBeeやBluetooth Smartといった技術は、この新世代のデジタル照明を促進するための主要ソリューションである。

デジタル照明の最終目標は、PAN / BANにさらなるネットワーク機能を追加する、IoTのハブを作り上げることである。デジタル照明の初期の時代(2005年頃)には、スマート機器の台数は世界人口と同数だった。しかし現在では、ほぼすべての人間が数台のモバイル機器を所有しており、2020年までには、平均的なユーザーが職場と家庭で複数のスマート機器を使用ようになる。このトレンドに伴い、スマート照明のネットワークインフラも、一人一人に合ったヘルスケアサービスのパーソナライゼーションに対応する方向へとシフトしていく。第3世代のデジタル照明では、すべてのノードに

それぞれIP (Internet Protocol) アドレスを割り当てること、また、ハードウェア / ファームウェア / ソフトウェアによって個人データを保護できる、エンドツーエンドのセキュリティアーキテクチャを採用することが必要になる。人に優しい照明 (HCL) は、光の物理的および生物学的な性質に基づく概念であり、白色光の相関色温度 (CCT: Correlated Color Temperature) の調整や調色が可能なLED技術を組み合わせることによって、さらにその機能を高めることができる。

コネクテッド照明の接続性を補完し、HCLへの橋渡しとなる、オープンプラットフォームに基づくシンプルなスマート照明を、現行のオープンプラットフォームをベースに構築することができる。実際、HCLは、PAN / BANにさらに洗練されたスペクトル制御を採用したり、ネットワーク機器を追加したりできるようにする以外は、同一のプラットフォームを基盤に構築されるべきである。

スマートフォンによる照明制御がもたらす影響

スマートフォンと関連電子機器の技術の重要性は今後、飛躍的に高まっていくだろう。これらの技術は、膨大な量の情報を共有するための中心となり、ユーザー認識を強化し、ネットワーク通信を改良していく。照明の制御には一般的に、従来型照明や、初期の時代の低レベルのデジタル照明向けに最適化されたスイッチ、センサ、壁制御器が用いられる。しかし、リモート機器の状態監視やスマートフォンによる遠隔操作を、その場に行かない時でも行いたいというユーザーの要望はますます高まっている。

スマートフォンによる照明制御に関

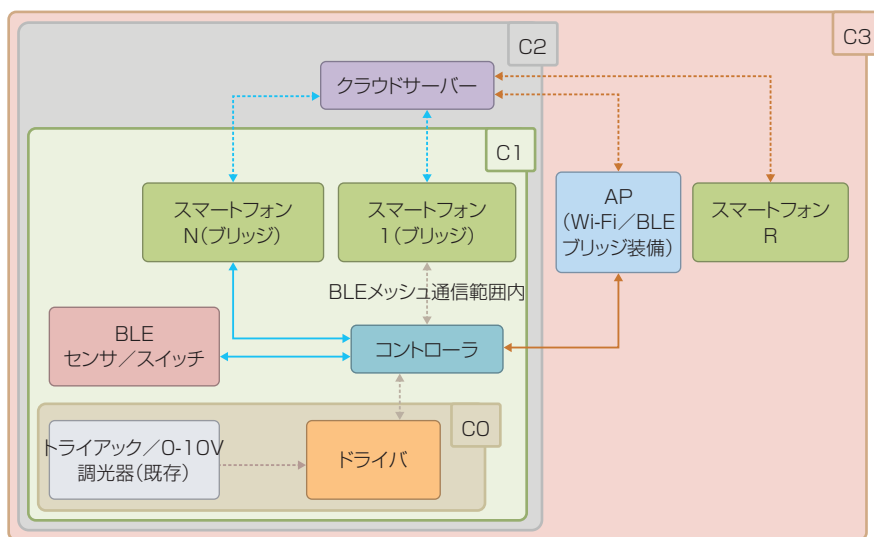


図2 スマートフォンを用いた照明制御は、3つの階層で構成される。

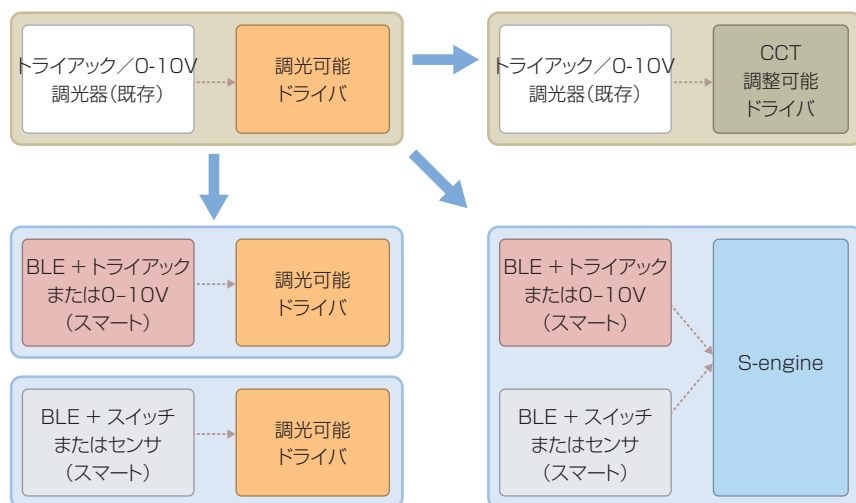


図3 C1制御を段階的に実現するための方法には、シームレスなオプションが存在する。

連する2つめの重要な点として、Bluetooth技術もスマート技術に対応して、Bluetooth Low Energy (BLE)として進化したことが挙げられる。Bluetoothは、スマートフォンによる直接制御をサポートしないZigBeeとは全く異なる技術である。ZigBeeは、特にエンドノードにおいて、IoTをめぐる今日の多くの動きの中心的要素である。しかし、BLEがメッシュ技術と

ともにIoT分野に対する直接制御をサポートするのに対し、ZigBeeはそれをサポートしない。この制御は、スマートホームなどの高密度のエンドノードで構成される用途で重要なものであり、BLEがまもなく標準化されるのは、それを受けた動きである (<http://bit.ly/1XrFgiG>)。

3つめの重要な点は、3G、4G、LTEのデータネットワークやWi-Fiによっ

て、スマートフォンがクラウドへのアクセスポイントになり得ることである。これによって、ほぼ瞬時にデータを解析したり、リアルタイムサービスをリモートから大規模に活用したりすることができる。この進化は、パスワードや生体認証を利用するヘルスケアサービスの主要機能の1つである。情報サービスの利用におけるセキュリティや柔軟性という面で、パーソナライズされたオンデマンドのサービスに対するスマートフォン制御は、さらに幅広く開発が進められ、決済処理はますます簡単かつ安全になるだろう。

もう1つ非常に重要な点として、建物占有者が使用する照明などの資産や空間を共有しなければならないことが挙げられる。スマートホームの場合は、家族全員が、直接制御可能な距離にいるか、遠隔制御が必要な距離にいるかという実際の現在位置にかかわらず、家電製品やセキュリティ機器を簡単に制御できなければならない。これを達成するには、Bluetooth接続によるペアリングが、今よりもはるかに便利な処理になる必要がある。

スマートフォンによる照明制御の階層

次に、スマートフォンによる照明制御の階層について説明する。ここでは主に、BLE技術を基に話を進めたいと思う。BLEは莫大な可能性を秘めており、業界全体にわたって高く評価されているためである。

コネクテッド照明の場合、住居または商業施設の照明は一般的に、トライアック調光器または0-10V調光器によって制御される。これによって、各照明器具の中のLEDモジュールのドライバに制御信号が送られる。

スマートフォンによる照明制御は、

それとは異なる。スマートフォン制御は、C1、C2、C3という3つの階層で表すのが一般的に最も適切である。既に使用されている従来の制御ソリューションは、それとの対比でC0と呼ばれることが多い(図2)。必要に応じて、専用コントローラを既存ドライバに追加し、BLE対応センサやスイッチをC0の上に装備して、クラウドサーバーを必要としない直接制御を可能にすることができる。このC1モードでは、複数のスマートフォンによる制御が可能で、複数のユーザーで照明制御を共有することができる。

C2ソリューションでは、一般的な照明制御をさらに強化し、クラウドレベルで同期するために、すべての制御データとセンサデータをクラウドに送信し、クラウドからのすべての解析データを記録することができる。生成されたデータは、サブスクリプション方式によって簡単に収益化に利用することができる。

BLEのメッシュ通信範囲内でクラウドを介してWi-Fi / BLEブリッジを照明制御に簡単に追加することにより、スマート機器や家電製品をいつでもどこでも制御できるようになる。多くの場合、消費者は外出時でも照明や家電製品を制御して、状態を確認したり、リモートから何らかの準備をしたり、スマート空間を作り上げるために最適な構成を設定したりしたいと考える可能性がある。そのような操作は、C3制御モードで実装できる。

スマート照明時代を成功させるための前提条件

従来型照明からデジタル照明へと業界を完全に転換するのは、かなり難しい。実際、ほとんどの照明プロジェクトでこれを行うことができる期間は、

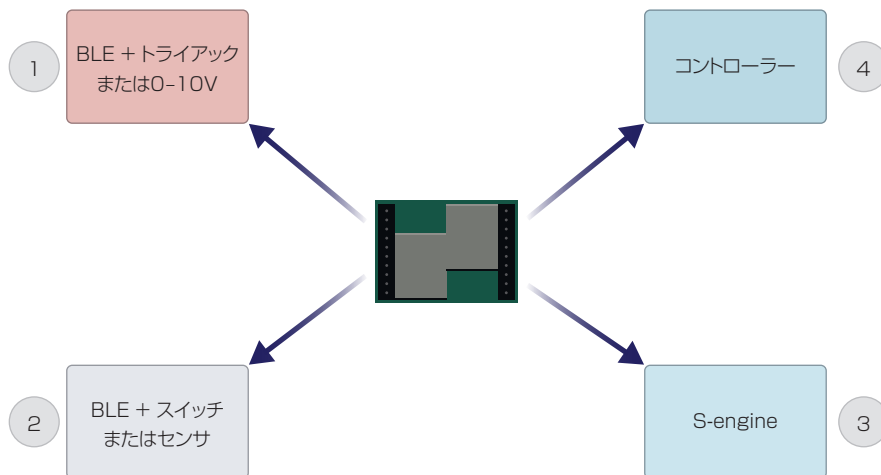


図4 BLE対応のソリューションと、BLEとZigBeeを組み合わせたソリューションが、順次登場する予定である。

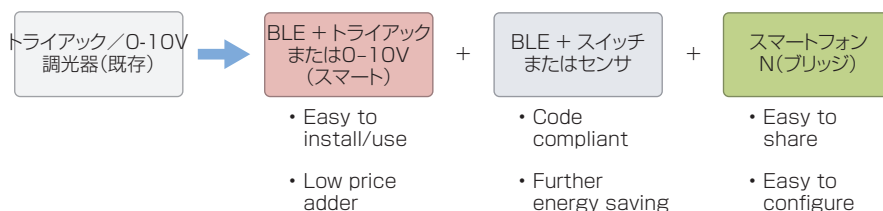


図5 段階的に進化させることによって、市場適合性を確実に維持することができる。

今から2018年初頭までしかないという意見もある。

LEDの普及率が現在着実に増加しているのは、LEDのコモディティ化によって価格が低下しているためであることを考えると、オープンプラットフォームによって、従来型照明からコネクテッド照明やスマート照明への移行を促進しようという試みは、非常に理にかなっている。しかし、専有ソリューションとしてのコネクテッド照明は、許容できないほどコストが高いことからエンドユーザーに歓迎されていない。

したがって、スマート照明時代を高

い成功に導くための、主要な前提条件を満たす必要がある。まず、業界全体にわたる標準化に基づくオープンプラットフォームが求められる。また、コストを許容できるレベルに抑えたとともに、広範囲にわたるメリットをユーザーに提供しなければならない。

このような必須前提条件を満たすために、DALI (Digital Addressable Lighting Interface)、ZigBee、Bluetoothの標準化が既に進められている。これらは、照明ネットワーク、センサネットワーク、無線携帯端末ネットワークを接続するための中核的な手法と

して重要な役割を担うためである。今後はほとんどのソリューションが、標準化されたハードウェアとファームウェアを採用するようになり、デジタル照明業界のすべての企業が、実行可能なエンドツーエンドのソリューションの開発に参加できるようになる。2017年下半期からは、ほとんどの新しいスマート照明製品がDALI2.0、ZigBee3.0、Bluetooth5.0に準拠するようになる。

間違いなくこれまで以上にコストが削減でき、シームレスな統合の可能性が広がることから、照明機器メーカーは、オープンプラットフォームに基づく独自のLED照明システムを自由に設計して、新しく設置したシステムを独自の裁量で改良できるようになる。韓国のサムスン社(Samsung)はそのような理解に基づき、LightFair International(LFI)2017に於ける、スマート照明を目指す主要各社のソリューションによって、非常に効率の高いデジタル照明の実現に向けた、かつてないほど広い道すじが整備されると確信している。

スマート照明の例

意思決定者の拒絶反応を和らげ、スマート照明の幅広い普及を促進するために、**図3**に示すような、いくつかのシームレスなスマート照明の例を検討してみたい。米国では、LED照明メーカーは、改良されたLED照明に対応する調光可能なドライバを導入するか、または、トライアック調光器や0-10V調光器といった従来の調光器をそのまま使用し続けることができる。既存のLED照明システムを利用しつつ、BLE対応調光器やBLE対応スマート調光器を、トライアック／0-10V調光器に置き換える形で追加することができる。これにより、居住空間における遠

隔制御技術を、格段に柔軟な形でスマートフォンで利用できるようになる。

同様に、同じ技術をスイッチやセンサに適用することができる。これによって、必要ならば既存設計の一部を残しつつ、多くの既存コンポーネントをスマートコンポーネントに変換する。後方互換のスマートドライバを利用することで、既存のコントローラを、CCTを調整可能な新しいドライバと組み合わせることができる。さらに、LEDモジュール、ドライバ、コントローラを単一のボード(または、「S-engine」と呼ばれるスマートエンジン)に統合して、コストを許容できるレベルにまで抑えることができる。

段階的にシームレスな接続を実現する方法は、BLE対応のソリューションか、BLEとZigBeeを組み合わせる使用ソリューションに基づくものになる(**図4**)。BLEとZigBeeを組み合わせたモノリシック型のソリューション(デジタルICが2017年下半期に提供予定)を利用すれば、シンプルでコスト効果の高い方法を簡単に取り入れることができる。

一般的に、デジタル照明を選択することによって得られるメリットは、照明メーカーにとって非常に魅力的なものである。これを視覚的に示すために、スマートデジタル照明を実現するまでの各段階の主要なメリットを、**図5**に示した。トライアック／0-10V調光器を利用する既存のアーキテクチャにBluetoothを追加すると、コストが幾分増加するが、既存の調光器にスマート機能を追加するよりは安価となる。コードコンプライアンスを維持しつつ、エネルギーをさらに削減し、BLEをス

イッチとセンサに追加し、さらにスマートな制御を利用するための条件を分析することができる。

また、複数のスマートフォンによって任意の家電製品を制御できるようにすれば、初期投資のコスト効率をさらに高めることができる。制御機器を遠隔制御モードで使用できるならば、ますます便利である。

標準化されたDALI/ZigBee/ BLEプロトコルに基づくシームレスなソリューション

本稿では、スマート照明とHCLへの移行を促す要素を慎重に評価するとともに、前述の潜在的な課題を克服して普及を促進するための方法を検討した。Bluetooth Smart(またはBLE)に、最適化されたメッシュ構成と、シームレスでエンドツーエンドの制御オプションを組み合わせることがおそらく、コネクテッド照明からスマート照明を経てHCLへと移行するための最も効率的な方法になると思われる。

先々のソリューションに不安を抱くことなく、この方法を採用するように照明メーカーを促すことが、スマート照明時代を成功に導くための鍵になるだろう。LED照明の初期段階のデジタル化が、シームレスなオプションを採用する方法に基づいて2017年中に初めて実現される予定である。また、この重要な移行と並行して、DALI/ZigBee/Bluetoothの標準化がLFI2017よりも前に予定されている。サムスン社は、スマート照明からHCLへの移行の加速化につながるエンドツーエンドのソリューションを2017年下半期に発表する予定である。

著者紹介

キョンギク・ミン(KYEONGIK MIN)博士は、韓国サムスン電子(Samsung Electronics)のLED事業チーム所属のプリンシパルエンジニア。URL:samsung.com