

# 統合型インテリジェントセンサによる スマートなコネクテッドSSL開発

ジョナサン・キャッチホール

SSLにますます求められつつあるセンサ機能と、インテリジェント照明やIoTに向けて、モジュールベースのLED照明を開発する方法について解説する。

2018年の初頭に開催されたStrategies in Lightのカンファレンスにおける米ストラテジーズ・アンリミテッド社 (Strategies Unlimited)の講演によると、LEDを採用する照明は、本記事執筆時点から4年弱先の2022年に、世界屋内照明市場全体の65%を占めるようになるという (<http://bit.ly/2JcoFOF>)。この臨界点に達すると、固体照明 (SSL: Solid State Lighting)の開発者やエンジニアの目の前に、可能性と機会が広がることになる。照明には現在、

データを収集するセンサを通してはるかに莫大なインテリジェンスが搭載可能で、一体型照明システムと操作だけでなく、照明器具が照らす空間内の、照明以外のさまざまな条件が監視できるようになっている。さらには、センサモジュールの横に無線を搭載して、アセットや施設を管理する人間またはアルゴリズムに、あらゆる収集データを供給し、モノのインターネット (IoT: Internet of Things)の概念をSSLに取り入れることも可能である。本稿では、

1つの可能性として、ある開発アプローチを紹介する。

## スマート照明新時代

照明器具の光源を主にLEDに切り替えることにより、インテリジェンスを簡単に追加するための新たな余地が照明開発にもたらされる。SSLの場合、光源の動作によって追加で発生する熱はほとんどないという前提の下で、概念設計フェーズから開発作業を開始することができる。かつては照明器具か



図1 マルチセンサモジュール「AmbiMate」は、占有状況、湿度、温度、空気品質をそれぞれ検知するセンサ機能を統合し、すべてのデータを単一のインタフェースを介して送信する。

比較的離れた場所に配置された独立したサーモスタットによってしか行うことができなかつた温度や湿度の検知を行うセンサや、かつては独立したセキュリティシステムノードに配置されていたパッシブ赤外線 (PIR: passive infrared) 占有センサを、簡単に照明に組み込むことができる。光データを取得したり、日没時に点灯するように照明器具に指示したりするための光センサが、照明器具そのものに搭載できるのであれば、壁や天井に取り付けられた別個のスイッチプレートに組み込んで、スイッチプレートを有線または無線で照明器具に接続する必要はない。PIRセンサは、壁に取り付けられたスイッチプレートや天井に設置されたモジュールに搭載されるのが非常に一般的だが、それらに代わって照明に搭載することができる。

このようなセンサ機能を照明に組み込めば、建物にインフラを実装して保守する必要がなくなり、多大なコスト削減が期待できる。オフィスビルを配線することで、温度や湿度など、必要となるあらゆるセンサが、照明に組み込めるようになる。これにより、暖房・

換気・空調 (HVAC: Heating, Ventilation, and Air Conditioning) のための独立したインフラは不要となる。熟練した電気技術者の作業量が減り、ビルの電気設計や電気作業にかかる時間と費用も減少する。米国の大都市では、電気技術者に作業を依頼すると、時給140ドル程度を請求されるのが一般的である。新しい商用スペースの電気工事を依頼する場合は、200ドル以上もの時給を請求される。

照明業界を対象とする供給メーカーは、上記の4つのセンサ (温度、湿度、光、PIR) を統合したモジュールを開発している。その他に、空気品質をモニタリングするための VOC (揮発性有機化合物) センサ、CO<sub>2</sub> (二酸化炭素) 検出器、さらには、音量をモニタリングするためのマイクを追加することができる。このようなマルチセンサモジュールは、照明エンジニアから好評を得ている。1つの一体型モジュールとして設計すれば、単一の双方向照明間インタフェースによって、簡単に接続できるためである。図1は、スイス TE コネクティビティ社 (TE Connectivity) の「Am biMate」モジュールで、簡単に照明に

組み込んで、センサ機能を実装することができる。

センサモジュールを他の照明サブシステムに接続する方法は、多数存在する。I<sup>2</sup>C (inter-integrated circuit、発音はアイ・スクエアド・シー) インタフェースは、1つの適切な選択肢である。その名が示すとおり、幅広い種類の電子システムにおいて、マイクロコントローラ、データコンバータ、通信周辺デバイスといった複数の IC またはチップの接続に、一般的に使用されている (図2)。統合型センサモジュールからの1本の I<sup>2</sup>C 出力に、すべてのセンサデータが結合される。個々のセンサからの4~6本のアナログ I/O 接続を統合しなければならない場合よりも、通信統合処理はシンプルかつ容易である。このインタフェースは、無線モジュールに直接接続することも可能で、それによって、センサデータを中央管理システムに送信したり、制御コマンドを照明に返したりすることができる (図3)。

## CO<sub>2</sub> レベルの問題

次は、このようなセンサ機能がなぜ

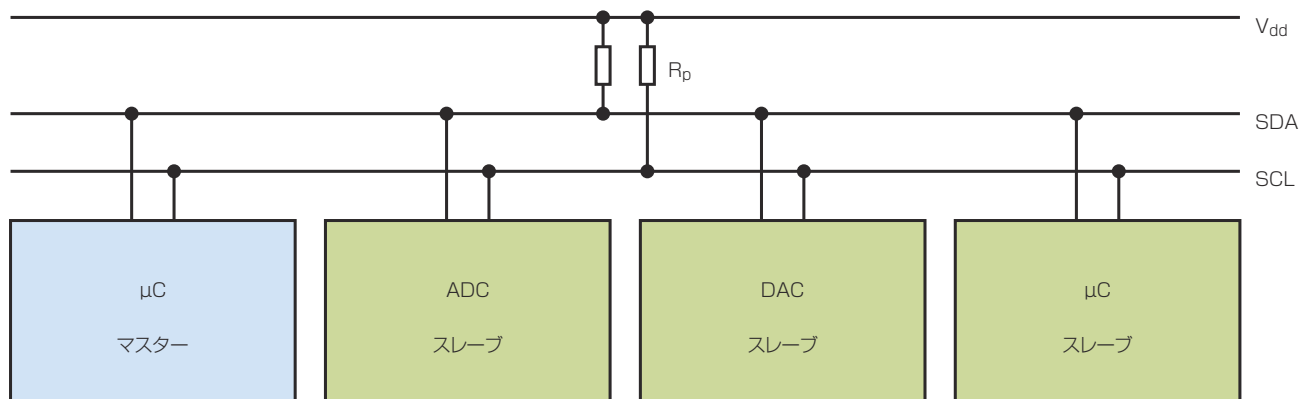


図2 I<sup>2</sup>C デジタルインタフェースは、電子システムにおいて、マイクロコントローラや通信モジュールといった複数の IC を無線で接続するために使用される。

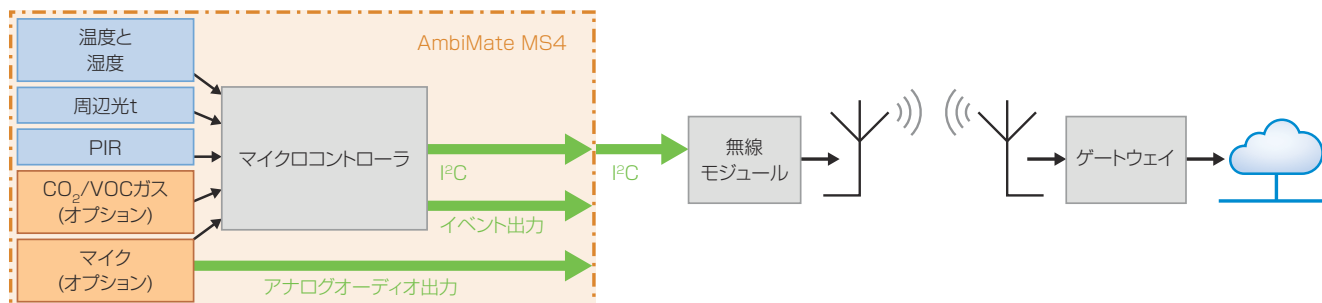


図3 AmbiMateなどのモジュールは、I<sup>2</sup>Cを使用して、通信モジュールやBluetooth Meshなどのネットワークと接続し、中央管理システムと接続することができる。

重要であるかについて説明する。適切なセンサモジュールを組み込むことにより、LED照明は、ヒューマンセントリックライティング(HCL: Human Centric Lighting)の可能性を、さらに先へと前進させることができる。建物を人間にとって、健康的で最大限に快適な空間にしたいという強い関心に基づき、WELL Building Standard(WELL 認証)という、建築家や建築技術者のための基準と認証制度を定める世界的な取り組みが進行している(WELLの詳細については、本誌のIndustry Insightsの記事を参照のこと)。主要項目の1つとして最初に挙げられることも多いのが、空気品質である。ただし、北米では安全性とセキュリティの方が優先されるため、空気品質は、北米よりも欧州において重視されている。

一般的に、空気品質を表す第1の指標は、CO<sub>2</sub>レベルである。新鮮な外気のCO<sub>2</sub>レベルの測定値は、約400ppm(parts per million、百万分率)である。1000ppmを超えると、人間は眠気や不快を感じるようになる。5000ppmが、一般的に最大しきい値とみなされる。

これは、職場の生産性と、作業や教育の場における最適な学習環境に対して、重要な情報である。欧州委員会(EC: European Commission)は将来的に、すべての教室にCO<sub>2</sub>検出器を設置することを義務付ける予定である。

しかし、CO<sub>2</sub>は不活性ガスであるため、測定が難しい。従来のセンサは高額でサイズも大きい。現在市販されている非分散型赤外線CO<sub>2</sub>センサシステムの価格は約1200米ドルで、ティッシュケースほどのサイズがある。それだけ高額で複雑であると、至る所に設置するというわけにはいかない。

SSLの量産やBOM(Bill Of Materials)のニーズに対応するセンサモジュールメーカーは、別の選択肢を提供している。VOCを検出し、モジュールコントローラを介してその数値にインテリジェンスを適用するセンサを使用すれば、CO<sub>2</sub>換算値(eCO<sub>2</sub>: equivalentCO<sub>2</sub>)を正確かつ安価に生成することができる。世界中の照明メーカーがすでに、このデータを使用して、建物のHVACに引き渡したり、休憩をとるか通気をよくするように居室者に通知したりする、制御システムソフトウ

エアを提供している。

### さらなるインテリジェンスの獲得

スマートSSLシステムは、センサ機能に基づく新しい用途をさらに開拓していく見込みである。LightFair Internationalなどの業界イベントをほんの1時間見て廻るだけで、照明システム業界を主導するグローバル企業各社が、自社製品をビル・オートメーションやビル制御の分野に統合しようとしていることが簡単に見てとれる。そのトレンドについては、2018年5月に開催されたLight Fairを取材したLEDs Magazineの記事を参照してほしい(<http://bit.ly/2JbJmK4>)。

より多くの高品質で広範囲にわたるデータを照明空間から収集することにより、LED照明を有効に活用して最大限の効率を得ることができる。それは、電気料金、照明寿命、実装と保守が必要な建物インフラの減少という形で、システム所有者にメリットをもたらす。ただし、LED照明エンジニアにとってのさらに大きな全体像には、システムソフトウェアを開発するエンジニアが立案する計画が含まれる。

照明システムアーキテクチャと、それ用に開発されたソフトウェアは、すべてのセンサからインテリジェンスを収集し、観測されたあらゆる温度、占有状況、大気状態において照明がどのように使用されたかという情報から学習することにより、時間とともにインテリジェンスを構築することができる。こうした新しい種類の照明およびビル制御システムは、照明空間を常に測定および評価し、そこで生じた事象に関する大量のデータを収集する。続いてそのデータをさらに解析して、照明に対する嗜好や最適な照明条件に関する新たな洞察を生成する。できるだけ多くのセンサ機能を設計に組み込むことが、照明エンジニアにとって不可欠であるようだ。最終的にはオフィス空間利用率の最適化が、その応用分野に含まれる可能性がある。

## センサモジュールと照明の接続性

当然ながら、多数の照明、おそらくは追加センサ、そして管理システムとの間でデータと制御情報を送受する上で、開発者は複数の課題に直面する。前述のとおり、一体型センサモジュールは、至る所に導入されているI<sup>2</sup>Cプロトコルを使用できる。しかし、そのようなモジュールを、管理システムとLEDドライバに接続しなければならない。

I<sup>2</sup>Cの利点の1つは、無線モジュールとの接続が容易であることだ。特に、比較的新しいBluetooth Mesh技術に関連して、Bluetooth 5.0との接続がさらに簡単である (<http://bit.ly/2JduhaE>)。すでに採択されているBluetooth Mesh規格において、信号は特定の経路へと送信されるのではなく、すべてのネットワークノードに一斉配信される。照明IoTの専門家らはこの進歩について、金属インフラが無線データ信号に干渉

する建物における、無線システム設計の課題を大幅に軽減すると考えている。

また、照明設計を対象とするザガ・コンソーシアム(Zhaga Consortium)も、一般的な業界インタフェースに対するセンサデータの出力と、センサモジュールから照明器具への電気的および機械的接続に関する規格の策定に取り組んでいる。各種グループ、コンソーシアム、そしてもちろん従来の標準化団体も、LED照明設計のいわば「ネイティブ化」に合わせて、かなり力を入れて取り組みを進めている段階にある。

ザガ・コンソーシアムは、規格に準拠したシステムによって照明設計を簡素化するための多数のソリューションを打ち出し、早くからこの問題に取り組んでいる。その活動は、配線やコンポーネントの削減とインテリジェントな機能の統合に向けて、業界を支援している。こうしたシステムレベルの改良により、センサモジュールや通信コンポーネントを追加する余地が生まれ、それによって、照明はさらにインテリジェントになり、また、他の照明やクラウドベースの制御・解析ソフトウェアとの接続が強化される。モジュールは、極めて単純なキャスタレーションか、モジュール供給メーカーが数十年前から採用するヘッダーやめっきスルーホール手法によって、照明プリント回路基板(PCB: Printed Circuit Board)に取り付けることができる。

センサモジュールまたは専用コントローラとLEDドライバの間の接続にも、多数の選択肢がある。グローバルに事業を展開する照明メーカーにとっ

て好都合なことに、DALI (Digital Addressable Lighting Interface) と、特にDALI-2は、IEC 62386に準拠して策定されているため、これを採用すれば、地域や地理的位置によってさほど差異を設ける必要はないかもしれない。マルチセンサモジュールのメーカーは、照明システムを構築する顧客が、規格(光センサに関するDALI-2のセクション304など)に確実に準拠できるようにするための作業に取り組んでいる。また、DALI-2インタフェースは、ドライバ制御に対しても適切な選択肢である (<http://bit.ly/2JaFadq>)。

標準化された電源や制御ユニットをLEDドライバに対して使用することにより、製品プラットフォーム全体にわたって利用できる、定義されたセンサモジュールに対応する照明基板レイアウトが可能となる。多くのセンサがアナログ出力を生成するので、それらを1つのモジュールに統合し、すべてのアナログ出力を1つのデジタル出力に変換できれば望ましい。インタフェースが少ないほど、システムエンジニアにとっては好都合である。モジュールのマイクロコントローラに照明設計チームがアクセスでき、モジュールPCBの5つのアクティブ信号(音声センサが必要な場合は、追加でさらに2つ)だけに対処すればよいという状態になれば、理想的である。

センサの統合に伴って照明のエレクトロニクス機能が增加するにつれて、温度と湿度を検知する統合センサは、HCLの実現だけでなく、照明システムそのものの健全性を管理するためにも、貴重なものとなるだろう。

### 著者紹介

ジョナサン・キャッチホール(JONATHAN CATCHPOL)は、スイスのTEコネクティビティ社(TE Connectivity)産業事業の英国スウィンドンにある技術センターに所属するシステムアーキテクト。URL: <https://www.te.com/global-en/home.html> e-mail: [jonathan.catchpole@te.com](mailto:jonathan.catchpole@te.com)