

# LED モジュールの標準化、その成否はいかに？

モーリー・ライト

SSL器具向けのLEDモジュールが注目を集めている。LEDモジュールを利用すれば、設計の容易化が図れるだけでなく、照明器具の設置現場でアップグレードすることも可能になる。Zhaga コンソーシアムによる標準化も進んでおり、近く、複数のメーカーから互換性のあるモジュール製品が供給されるようになるだろう。

モジュール化された「LEDライトエンジン(LED light engine)」は、照明器具のメーカーにとって、SSL(Solid State Lighting: 固体照明)器具の設計を容易化してくれる便利な存在である。LEDライトエンジンを利用することで、駆動回路(ドライバ)の詳細に対する理解や、LEDの選択/構成、熱管理、光学部品の設計といった作業から解放されるからだ。もちろん、照明器具のメーカーは、モジュール製品について、その設計の基本的な考え方や重要性を理解する必要はある。しかし、設計の詳細については、モジュールメーカーが保証してくれる。モジュールは、開発効率の向上を実現するだけでなく、照明製品の設置場所におけるアップグレードも可能にする。現在、モジュールは個々のメーカーがそれぞれ独自に開発しているが、Zhaga コンソーシアム(<http://www.zhagastandard.org>)が策定中の標準仕様が完成すれば、互換性を持つモジュールが複数のメーカーから提供されるようになるだろう。

このような背景から、LEDライトエンジンの人気は急速に高まっている。実際、米 Cree 社(Cree)、同 GE ライティング社(GE Lighting)、ドイツのオスラム社(OSRAM)、オランダのフィリップス・ライティング社(Philips Lighting)と

いった多くの大手LEDメーカーやLED照明器具メーカーが、屋内用ダウンライトや屋外用街灯など、多様な用途に向けたモジュールを製品化している。

ここで、本稿で使用する用語について説明しておきたい。「ライトエンジン」、「モジュール」といった用語は、SSL業界で一意的に使われているわけ

ではない。Zhaga コンソーシアム(背景情報と最新の活動内容については、<http://www.ledsmagazine.com/features/8/11/4>を参照)は、「ライトエンジン」を、「LEDモジュールとそれに関連する制御回路や駆動回路を組み合わせたもの」と定義している。

Zhaga コンソーシアムは、LEDモジュール内に駆動回路が組み込まれているかどうかにかかわらず、「ライトエンジン」という用語を使用している。現在、同コンソーシアムは制御機能を備えたライトエンジンと、制御機能を備えていないライトエンジンの両方の仕



ドイツのデュッセルドルフにある議事堂のホール。ホフマイスター社製のLED照明で照らされている。この照明には、フィリップス社のモジュール「Fortimo LED DLM」が使われている。

様を策定中である。後者の場合、駆動回路も1つのモジュールまたはサブシステムとして位置づけられる。

本稿では、「LEDモジュール」と「LEDライトエンジン」を同様の意味で使用する。そして、必要に応じて駆動回路を内蔵しているか否かを明記することとする。実際、先に列挙したモジュールメーカーは、駆動回路の有無に関係なく、「モジュール」という用語を使用している。また本稿では、ネジなどの留め具を使用して照明器具を固定するタイプのモジュールや、引っ掛けたり回したりする方法で固定するタイプのモジュールについても言及する。後者は、ツールレスまたはツールフリーとも呼ばれているものだ。Zhagaコンソーシアムは、工具を使用しないで取り付けられるモジュールに対して「ソケット型」という用語を使用している。

## モジュールの利点

照明器具メーカー自身が最終製品の用途に適合するLEDやドライバICなどの部品を入手して製造する方法と比較して、モジュールを利用する方法には多くの利点がある。前述したとおり、標準化されたモジュールや駆動回路を購入して使用すれば、製品開発の過程を大幅に簡素化し、迅速に開発を完了することができる。

一般に、モジュールという用語は、容易に交換できるということを想起させる。現在、モジュールを利用していない照明器具の多くは、主要な部品が故障した場合や、光出力/色温度を変更したい場合には、照明器具全体を交換する必要がある。実際、モジュールの利用を支持する人たちが繰り返し主張するのは、「長く使用でき、なおかつアップグレードが可能」というモジュールの利点である。とはいえ、モジュ

ールの設置や交換には工具が必要な場合もある。一部のモジュール支持者は、「モジュールの利点は、実際にはもっと奥が深い」と主張するが、もちろん後述するような欠点も存在する。

米ブリッジルクス社(Bridgelux)と同モレックス社(Molex)は、共同で開発した製品「Helieon」を2010年に発表し、ソケット型のモジュール市場にいち早く参入した(<http://www.ledsmagazine.com/news/7/3/21>)。Helieonは押し/回しの動作によって照明器具上のソケットに取り付ける。これによってモジュールは固定され、電気的に接続される。

## サプライチェーンにとっての利点

ブリッジルクス社でマーケティング部門のバイスプレジデントを務めるジェイソン・ポッセルト氏(Jason Posselt)は、「モジュール化は、メーカーのサプライチェーンに大きなメリットをもたらす」と語る。なぜなら、「同じ形状のモジュールをさまざまな照明器具に使用できる」(同氏)からだ。さらに同氏は、「照明器具メーカーは、モジュールの在庫を大量に抱える必要もない」と述べた。それどころか、特定のライトエンジンを取り付けることで、光出力や色温度、ビームパターンなどをカスタマイズして多様な照明器具を製造することも可能だ。ポッセルト氏は、「メーカーは照明器具とモジュールを別々に提供することもできる」と付け加えた。

ポッセルト氏によると、「一般にSSL器具は、約1/3がLED関連部品、1/3が駆動回路、1/3がそれ以外の部品で構成される」という。LED関連部品の購入や備蓄の必要がなくなれば、在庫額を大幅に削減できる。

初代のHelieonは駆動回路を備えてい



各社のモジュール製品を示した。上から、オスラム社の「PrevaLED」、フィリップス社製でスポットライト向けの「Fortimo LED SLM」、GE社の「Infusion」、クリー社製で駆動回路と光学部品を備える「LMR4」。

なかった。ブリッジルクス社とモレックス社は、2011年5月に開催された「LIGHT-FAIR International」で、駆動回路を内蔵した第2世代のHelieonを発表した。だが、「それによって、問題が完全に解決されたわけではない」（ポッセルト氏）という。SSLの設計プロセスをかなり簡素化することはできるが、「引き続き、駆動回路は照明器具メーカーにとって大きな問題だ」（同氏）と付け加えた。

ブリッジルクス社とモレックス社は、第2世代のHelieonを2012年第1四半期に出荷する予定である。両社は、非常に限られた空間に駆動回路が収まるように設計することに成功した。新しいモジュールは線間電圧で動作し、ユーザーが交換することも可能である。そこで、両社は同モジュールのUL認証を取得する手続きを進めている。

## モジュールの欠点

モジュールの1つの欠点は、照明器具のデザイン、つまり美的な面で制限が加わることである。また、モジュールを使用すると、照明器具メーカーは、光出力を独自に決定できないし、カスタムLEDを組み合わせて特定の色温度を実現することもできない。つまり、光学的な面での自由度がなくなる。こうしたことも欠点には違いないが、モジュールの最大の欠点は、コストが高くつくことだ。モジュールには、プラスチックや金属の筐体、電氣的／機械的コネクタなどの部品が必要になる。さらには、モジュール自体を製造するためのコストも必要になり、結果として高くついてしまうのである。

モジュールの支持者は、モジュール化によってSSL器具の採用が促進されて生産量が増えれば、追加分のコストを抑えることができると考えている。また、照明器具全体ではなく、電球を

取り替えるのに慣れている消費者は、モジュールに対して似たような印象を持つと考えられる。モジュールを普及させるには、複数の企業が類似しているのに互換性のない製品を提供するのではなく、互換性を持つモジュールが供給されることが望ましい。そのため標準仕様を策定することが、まさにZhagaコンソーシアムの使命である。

Zhagaコンソーシアムの事務局長を務めるメンノ・トレファーズ氏(Menno Treffers)は、「われわれは、多様なメーカーの製品が互換性を持つようにすることを目指している」と述べた。いずれ、Zhagaコンソーシアムの仕様によって、複数のベンダーが互換性を持つライトエンジンを製造できるようになるはずだ。照明器具メーカーは、あるメーカーから駆動回路を購入し、別のメーカーから筐体を購入し、また別のメーカーからLEDモジュールを購入し、さらに別のメーカーからリフレクタなどの光学部品を購入できるようになるだろう。

## Zhaga仕様の現状

Zhagaコンソーシアムは、ライトエンジンの機械的／熱的／電氣的／光学的インターフェースを定義することをベースとして活動を行っている。機械的インターフェースには、形状や寸法、取り付け方法、ソケットなどが含まれ、電氣的インターフェースにはコネクタやAC／DC電圧の仕様などが含まれる。また、熱的インターフェースとしては、照明器具の筐体内の冷却素子をモジュールの熱面に接触させる方法を定義する。光学的インターフェースには、発光面の寸法や、ランバート面またはビームの形状、作業面上の光の均一性などの項目が含まれる。

Zhagaコンソーシアムのプロセスに

は、提案、統合、仕様策定、仕様発行などの段階がある。コンソーシアムのメンバーは、関心のある特定の種類のモジュールについて、独自の研究開発に基づいた提案書を提出する。提案の内容は特別委員会が取りまとめ、その後、作業部会が仕様化する。

Zhagaコンソーシアムは、これまでに以下に示す3件のライトエンジンの仕様を承認した。

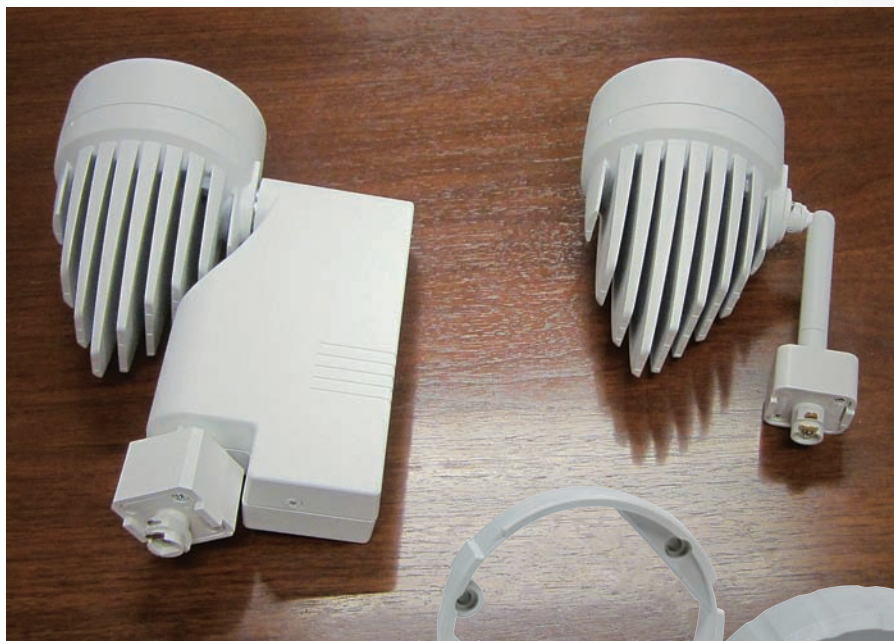
- 制御回路を内蔵したソケット型LEDダウンライトエンジン
- 制御回路を内蔵しないソケット型LEDライトエンジン
- 制御回路を内蔵しないLEDスポットライトエンジン

これらの仕様は一般向けには公開されていないが、Zhagaコンソーシアムのメンバーは自由に入手できる。現時点では、どの企業の製品も正式に同コンソーシアムの仕様に準拠しているとは言えない。同コンソーシアムの活動は、まだ準拠の判定に用いる試験の手順を作成中の段階にあるからだ。トレファーズ氏は、「Zhagaの正式なマークを付けた最初の製品は数カ月以内に市場に登場する。1年とはかからない。ただし、詳細な予定を明言できる段階ではない」とした。

このほかZhagaコンソーシアムは、街灯用モジュールや、角形モジュール（多くは屋内用の線状の照明器具に並べて接続される）など、4つのモジュール仕様を策定中である。それ以外にも、同コンソーシアムには複数の提案が提出されている。

## Zhaga仕様に対応した設計

実は、Zhaga仕様に基づいた、もっと正確に言えば、Zhaga仕様の基になったモジュールはすでに世に出ている。上述したように、Zhagaコンソーシア



左に示したウェストポート・インターナショナル社 (Westport International) のトラックライトでは、トラックヘッドにブリッジルクス社 / モレックス社の第1世代「Helieon」が取り付けられている。トラックアームに取り付けられた長方形の駆動回路とともに使用する。右に示したリファレンスデザインには、AC電源で駆動する新たなHelieonが使用されている。トラックヘッドに取り付けるタイプのもとなっており、外部の駆動回路を必要としない。

ムのプロセスは、複数の企業からの提案を合わせたものをベースにしている。「Zhaga仕様の中に、1つの企業が先導して策定されたものはあるか」との問いに対し、トレファーズ氏は、「すべてのケースで複数の企業がかかわっている」と答えた。しかし、1つの企業が技術仕様の大部分を提供しているケースが存在することは明らかである。

例えば、Zhagaコンソーシアムが公開した写真を見ると、制御回路を内蔵しないソケット型LEDライトエンジンの例は、明らかにGEライティング社のモジュール「Infusion」である。また、制御回路を内蔵しないLEDスポットライトエンジンは、フィリップス社のスポットライトモジュール「Fortimo LED SLM」そのものだ。現状は、両社が「Zhaga仕様に対応している」と主張

できる段階にはない。しかし、両社とも、「最終的にZhaga仕様に対応するように設計された製品である」と表明している。

Zhaga仕様の1つとInfusionが明らかに深く関係していることから、われわれは、(GE社の中でLED製品を主力とする部門である)GEライティング・ソリューションズ社 (GE Lighting Solutions) でマーケティング/プロダクトマネジメント担当バイスプレジデントを務めるスティーブ・ブリッグス氏 (Steve Briggs) に、Zhagaコンソーシアムのプロセスへのかかり方について尋ねた。すると同氏は、「基本的な考え方の提案には複数の企業がかかわった」とした上で、「当社のInfusionは、Zhagaコンソーシアムのプロセスによって具体化され、変更が加えられた」と語った。

同氏は、2011年5月のLIGHTFAIR Internationalで発表した第2世代のInfusionと、2011年第3四半期に量産出荷を開始したモジュールには、設計面での違いがあったことを例に挙げた。現在、Infusionには、反射板などの光学部品を接続しやすいように、モジュールの前面に固定用のつまみ取り付けられている。

Zhagaコンソーシアムの提案/統合プロセスに参加している企業の中には、モジュールの構想についての議論ではなく、照明器具の設計における別の要素に関心を持つ企業もあるかもしれない。

その例として、ブリッジルクス社のポッセルト氏は「当社はZhagaコンソーシアムのメンバーだが、当社が同コンソーシアムに加わった主な理由は、当社の主力製品であるLEDアレイがZhaga仕様の対応製品から外されないようにすることだった」と明かした。

## 標準仕様はいくつ必要なのか？

先述したように、Zhagaコンソーシアムでは、新たな仕様を追加で提案されている。では、最終的にはどのくらいの数の標準仕様が必要なのだろうか。照明の用途が異なれば、モジュールに対する要求が異なるのは当然のことである。例えば、街灯では多数のLEDを使うため、大きめのモジュールが必要だろう。ダウンライトやスポットライトには小型で円形のモジュールが必要になるだろうし、線状の照明器具には細長いモジュールが適している。ただ、すでに明らかなのは、Zhagaコンソーシアムの各仕様には重複する部分があるため、標準化によって交換可能な製品の生産量が増大することを期待している業界にとっては好ましくないかもしれないということだ。

標準化の推進が求められる一方で、特定の用途に対して最適な照明器具を設計したいというニーズもある。こうした相反する要求への対処は難しい。企業ごとに考え方は大きく異なり、Zhaga コンソーシアムの中でも確かに考え方の違いが現れている。両極端の考え方を理解するために、以下では、GE社とフィリップス社の既存のモジュール製品について少し詳しく見てみよう。

### 用途別にモジュールを製品化

フィリップス社は、それぞれの用途に対して、1つ以上のモジュールを供給する方法を採用している。同社でSSL部門のディレクターを務めるアンドリュー・リンドストローム氏(Andrew Lindstrom)は、「当社はあらゆる分野に向けて強力な製品ラインアップを取りそろえている」と語る。実際、本誌でこれまでに取り上げてきた街灯に関する記事を見ると、同社のLEDモジュールがよく使用されていることがわかる。同社のモジュールでは、1つのアレイの中にTIR(Total Internal Reflection:内部全反射)光学部品付きのLEDを使用することでビームを形成する。

また、フィリップス社の製品には、リモートフォスファ(蛍光体)技術を使用し、1100~4500lmの光出力を実現した屋外照明向けの「Fortimo LED LLM(linear light module)」がある。さらに、蛍光体変換型LEDを使用し、4000~6000lmの光出力を実現した「Fortimo LED HBM(high brightness module)」も供給している。同社で事業開発マネージャを務めるダン・サリバン氏(Dan Sullivan)によると、「Fortimo LED HBMは、Zhaga コンソーシアムが現在策定中の仕様を満たすように設計されている」という。

同様に、屋内照明分野についても、

フィリップス社は多数の製品を用意している。「Fortimo LED DLM(down light module)」は、リモートフォスファ技術を利用したものである。サリバン氏は、最近の講演の中で、「リモートフォスファ技術によって30~40%も効率を高められる」と説明している。また、リンドストローム氏は、「リモートフォスファ技術は色の均一性を高める」とした上で、「今後12~18カ月の間に、リモートフォスファ技術は間違いなく主流の1つになる」との見方を示している。

Zhaga コンソーシアムは、リモートフォスファか、蛍光体変換型LEDを使用した直接照明かという選択には関与しないということを知っておくべきだ。どちらも承認してはいるのだが、機械的設計によっては、リモートフォスファを利用する場合に必要な色変換部の奥行きや寸法が不十分なことがある。

リモートフォスファを利用した製品が効率面で優れているとしても、リモートフォスファ製品では対応できないアプリケーションもある。実際、フィリップス社は、Fortimo LED SLMには蛍光体変換型LEDを使用している。リンドストローム氏は、「ビームパターンに対する要求によって、どちらを選択するかは必然的に決まる」と述べた。

### 1つの製品で多くの用途に対応

一方のGE社は、Infusionをあらゆる用途に適用したい考えだ。ただ、その用途には街灯は含まれていない。ブリッグス氏は、「当社は、そのような用途に向けては線状のモジュールを検討している」と説明した。

Infusionの採用は、ダウンライトやスポットライトなど、さまざまな屋内照明分野で広がりそうだ。GE社は、出力が850~3500lmのInfusionを発表して

いるが、5000lmまで対応する製品も予定しているという。

ブリッグス氏は、「照明器具メーカーは、あらゆる用途に対して最適なLEDパッケージを備えたモジュールを選択できるようになる。そして、照明器具メーカーは、LEDパッケージに、用途に適した光学部品パッケージを加えるようになるだろう」と語る。GE社は、すでに光学部品の幅広い製品ラインアップを用意している。また、サードパーティ企業も、この種の製品を投入することが予想される。

### Zhaga仕様が成否の鍵

モジュールの利用は、まだ始まったばかりである。SSL器具の設計において最も有力な選択肢となるのか、特定分野での利用にとどまるのかは現時点ではわからない。Zhaga仕様がどの程度受け入れられるかに大きく依存する可能性もある。確かに、Zhaga仕様には重複するところがあるが、標準化の取り組みによって成し遂げられることがあることは理解しておきたい。標準化が進めば、各企業が開発した技術がほかの企業に公開されることもある。例えば、GE社のInfusionに用いられている知的財産権は、ほかのどの企業も所有していないわけだが、Zhaga仕様が発行されれば、どの企業も互換性のある製品を製造することができる。

現在はモジュールの導入段階にあるが、その成功例はすでに注目を集めている。本稿の冒頭で示した写真は、ドイツのデュッセルドルフにある議事堂のホールが、ドイツのホフマイスター・ロイヒテン社(Hoffmeister Leuchten)製のLEDダウンライトで照らされている様子である。このダウンライトには、フィリップス社の2000lmのFortimo LED DLMが使用されている。 LEDJ