変化するLED照明業界での成長機会

ティム・ウィテカー

欧州の照明市場はこのところ厳しい状況にあるが、同業界は引き続き、LEDのさらなる採用促進に向けた急速な変革の只中にあり、その過程において新しいビジネスモデルや機会を創出している。

Strategies in Light（SIL）Europeはその開始以来、同地域のLED照明業界に影響を与える問題を中心として取り上げ、市場変革と主要な技術的問題の両方に着目してきた。2012年のSIL Europeは、9月中旬にドイツのミュンヘンで開催され、市場変革とテクノロジという2つのトラックが並行する形で行われた。初日は、LED照明に関する欧州規格や照明の生物学的側面を題材にしたワークショップに多くの参加者が集まり、また、SSL（Solid State Lighting:固体照明）投資家フォーラムが開催された。同カンファレンスの様子を示した写真の一部はwww.ledsmagazine.com/features/9/11/3で参照することができる。

図1　独インゴ・マウラー・スタジオ社（Ingo Maurer Studio）のベルンハード・デセッカー氏（Bernhard Dessecker）は、LED照明に対する照明デザイナとしての見解を発表し、ミュンヘンにある同社スタジオで夕方開かれるレセプションにSIL Europeの参加者らを招待した。写真に示したLEDの壁紙は、同社によるLEDを用いた多数のクリエイティブな作品の1つである。

緩やかな市場成長

米ストラテジーズ・アンリミテッド社（Strategies Unlimited）の調査アナリストであるブリンダ・バンダーカー氏（Vrinda Bhandarkar）が同カンファレンスの基調セッションの冒頭で、LEDおよび照明市場の概観を示した。LEDパッケージの世界市場における前年比成長率は2011年と2010年で1桁減少した。2010年の市場成長率は108%、2011年は11.3%であった。2012年の成長率は1.5%になるとバンダーカー氏は予測した。つまり、LEDの2012年の総売上高は127億ドルになる見込みである。販売個数はもちろん、パーセントで表すとこれよりもはるかに大幅に増加しているが、LEDチップとパッケージの価格がともに急激に低下していることによってその増加が相殺されている。特に韓国と台湾のメーカーにおいて、中出力および低出力LEDの生産能力が過剰であることが1つの要因である。これらのデバイスはTVやディスプレイ市場向けに生産されていたが、現在ではアンビエント照明分野での使用が増加しているとバンダーカー氏は述べた。4000Kの白色LEDの価格は、2012年末までに平均で1キロルーメンあたり4ドル（250lm/$に相当）未満にまで低下する見込みで、2700KのLEDの価格はそのおよそ2倍になると同氏は述べた。

これまでの10年間に技術的進歩の指標として一般的に使用されてきたlm/Wよりも、lm/$の方が急速に重要な指標になりつつあることを多数の講演者が指摘した。LEDサプライヤである韓国ソウル・セミコンダクタ社（Seoul Semiconductor）のマニュエル・サラウサ氏（Manuel Zarauza）は、OEM企業の間では既に、2015年までに2000 lm/$（と180lm/W）という数値目標が挙げられていると述べた。

バンダーカー氏は、LED照明製品自体へと話題を進め、LEDランプと照明器具を合わせた市場が2011年から2016年の間にCAGR17%で成長する見込みだと述べた。照明器具の成長率は19%

になるが、交換用ランプ市場は11%にとどまり、2014年以降は年間40億ドル強で飽和状態に達する見込みである。

市場変革

バンダーカー氏は全体的な展望として、間違いなくコモディティ化が進むと述べた。政府による刺激策や奨励金がその要因の1つである。これらによって大規模な採用が促進されてコモディティ化が進み、最終的には大幅なエネルギー節減によって奨励金が回収されることになる。業界は大規模変革へと向かっているとバンダーカー氏は述べた。「規模拡大のための統合が必ず生じる」と同氏は述べた。また、業界では、さらに大きくエネルギー効率を向上させるために制御システムを活用することになるが、これを実現するには、カスタマイズされた照明設計も必要になる。

SIL Europeでは多くの講演者が照明業界の変革を話題として取り上げた。例えば、オランダのフィリップス社(Philips)のグイド・ファン・タルトヴァイク氏(Guido van Tartwijk)は、ランプ市場の3段階からなる変革について語った。第1段階の競争は、多様な種類のランプに対する「真の代替品」を開発することで、ルーメン出力と効率(lm/W)において一定の「十分に良好な基準」を満たす必要がある。第2段階の競争は、「抜本的なコスト削減」によって「消費者が許容できる価格を持続可能な方法で」実現することである。これは、出荷個数の確保と資本回収期間の短縮につながる。第3段階の競争は、インテリジェンスやネットワーク接続といった機能を追加することで、エンドユーザーにとっての「新しいエクスペリエンス」につながるものである。フィリップス社からの別の講演者であるアネッタ・ケルソ氏(Annetta Kelso)は、欧州照明業界の市場変革について語った。詳細については本号26ページを参照してほしい。

韓国サムスン・エレクトロニクスLED社(Samsung Electronics LED)のヤープ・シュレーイェン氏(Jaap Schlejen)は進歩の3つの波に着目し、異なる見方を示した。最初の波は、高出力LEDの登場で、これによってカラーLEDを使用する建築的プロジェクトや、白色LEDを使用する屋外および屋内応用が可能となった。2つめの波は中出力(MP:mid power)LEDで、上述のように、サムスン社などの企業がTVバックライト市場向けに過剰に設備を導入したことによってさらに普及した。シュレーイェン氏は、MP LEDによって交換用ランプの価格を消費者が許容できるレベルにまで引き下げることができたとし、「MPの進歩によって、直線型蛍光灯に対する交換用LEDランプが魅力的なものとなる」と述べた。

3つめの波は「スマート照明」で、制御と直感的なユーザーインターフェースをコスト効率よく統合するものである。「3つめの波を実現するのは、複雑な機能を統合することのできるICメーカーである」とシュレーイェン氏は述べた。同氏は、現在の「スマートとはいえない」専門照明の多くが、エネルギー効率、安全性、快適性を向上させる「スマートな交換照明」を使用することによって変換可能であると付け加えた。シュレーイェン氏は最後に、業界は上昇傾向にあるが、一部の企業はどのようなアプローチをとるかを慎重に検討する必要があるだろうと述べた。同氏は講演のテーマであった波にかけて、「波は高まっている。だが、飲み込まれないように気を引き締めた方がよい」と助言した。

流動する業界

独オスラム社(Osram AG)のクリスチャン・シュラフト氏(Christian Schraft)は、従来の照明市場はランプと照明器具という2つの独立したセグメントに

図2 SIL Europeにおいてスイスのオプトチューン社(Optotune)は、弾性ポリマーを使用する多様なサイズの焦点調節可能なレンズを紹介した(www.ledsmagazine.com/features/8/10/16)。

分割されているとした。前者はグローバルで標準化されており、交換によって生成される需要に基づいている。主要サプライヤの数は少なく、独ベレンベルグ銀行（Berenberg Bank）のウイリアム・マッキー氏（William Mackie）はこれを「安定した寡占状態」と表現した。従来の照明器具市場は、特定の用途や地域ごとに少量生産が行われている状態といえるとシュラフト氏は述べた。LEDの導入によって、「一生持続する光源」が出現しており、これによって最終的には交換事業は終焉を迎えるとシュラフト氏はいう。統合型LED照明器具も、進化する照明業界においてこれまでにはなかった特徴である。

市場における変化は照明企業の事業形態にも影響を与える。これまで企業は、ランプと器具のいずれかを提供していたが（顕著な例外はフィリップス社）、現在では「その境界があいまいになっている」とシュラフト氏は述べた。オスラム社は既に、バリューチェーンのあらゆる部分において事業を展開している。LEDを製造する子会社オスラム・オプト・セミコンダクターズ社（Osram Opto Semiconductors）を傘下に置く一方で、照明器具やシステムを提供するサイトコ社（Siteco）とトラクソン社（Traxon）を最近買収している。全体的には、オスラム社は2011会計年度売上高の約25%をSSLによって上げているとシュラフト氏は述べた。

表1　多様な要因が原動力となって世界の照明市場の将来形成に作用している。提供：オスラム社のクリスチャン・シュラフト氏。

牽引要因	特徴	成長
人口構成の変化	人口の増加、高齢化	ボリュームベース
電化技術	電力グリッドの増加	
新興市場の変化	収入の増加	
エネルギー効率	効率の高いランプの出現	価値ベース
CO_2排出規制	禁止措置／規制の強化	
デジタル化	インテリジェンスの向上	
感覚に訴える照明の出現	特別なイベント用の照明やムード形成を目的とする照明	生活の質

SSLの普及によるもう1つの影響として忘れてはならないのが、SSL技術を専門とする小規模企業の出現である。ベレンベルグ銀行のマッキー氏は、業界の主要企業は「既存資産を維持しながら、将来に向けた架け橋を築く」必要があるが、それと同時に「フラグメンテーションと技術によって、新興企業の機会が創出される」とコメントした。

図3　米クール・ポリマーズ社（Cool Polymers）はSIL Europeで、同社の熱伝導性プラスチックを用いて製造された本体に複数のLEDランプが取り付けられた製品を展示した。

シュラフト氏は照明業界における変化について、より価値の高いLEDをベースとする製品および応用分野への移行と、ネットワーク接続されたインテリジェントなソリューションおよび付加価値サービスへの転換が生じているとした。変化の牽引要因は**表1**にまとめたとおりである。

シュラフト氏は、旧来の照明技術が新しいものに置き換えられる状況を、テレビ業界におけるCRT（ブラウン管）の消滅や、デジタルカメラによるフィルムの事実上の後退と対比させた。しかし、照明はそれらとは異なるとシュラフト氏は述べた。従来の（SSL以外の）照明の市場価値は2011年がピークであったが、2020年になっても市場の3分の1を占める見込みであるという。「設置数は長期にわたって維持され、年月が経過してもすたれることはない」と同氏は述べ、長い年月にわたって複数の技術が共存する状態が続くとした。

シュラフト氏は、地域ごとの嗜好性についても説明した。「暖色照明を好む国々」は通常、3300K以下の光源を好み、光品質が最大の購買理由となる。この傾向は、購買力の高い北米や欧州の先進諸国に見られる。逆に、多くの発展途上国では5000K以上の「寒色照明」が好まれ、低価格と省エネルギ

ー性が主な購買理由となる。

エコデザイン規制とラベル表示

GLA（Global Lighting Association）会長を務めるジャン・デネマン氏（Jan Denneman）は、企業だけでは規格を制定したり規制に影響を与えたりすることはできないと指摘した。したがって、GLAや欧州ランプ工業会（ELC: European Lamp Companies Federation）といった組織の介入が必要になる。欧州規制に影響を与えられる人物の1人としてELCが協力を求めるのが、欧州委員会（EC:European Commission）のエネルギー総局（DG:Directorate-General）のエネルギー効率部門に所属するアンドラス・トース氏（András Tóth）である。トース氏はSIL Europeにおいて、2013年9月に発効予定の新しいエコデザインとエネルギーラベル表示規則の最新情報について語った。これらの規則とその他の欧州規制、プロジェクト、出資状況については、LEDs Magazineの最近の記事で取り上げられている（www.ledsmagazine.com/fea tures/9/9/3）。

エネルギーラベル表示規則（874/2012）はECによって採択され、SIL Europeの翌週にOJ（EU公報）に公開された。2013年9月1日からすべてのEU加盟国に直接適用される予定である。新しいエコデザイン規則も同じ日に発効する予定だが、こちらは現在精査期間にある（**表2**）。

図4　中国のスーチョウEICエレクトロニック社（Suzhou EIC Electronic Co. Ltd.）による高天井用LED照明器具「Suncom」は、大きなヒートシンク内に搭載された位相変化式の熱交換器によって、LED光源からの熱を除去する。

ランプに対する改定版のエネルギーラベルには、LEDの高い能力が示せるように特別に設けられたA+とA++という新しいクラスが追加されている。ラベル（またはパッケージ）には、エネルギー消費量を1000時間あたりのkWhという単位で表示することも求められる。クラスは、エネルギー効率指標（EEI: energy efficiency index）の値に基づいて決定され、非指向性ランプと指向性ランプでは異なる値が適用される。EEIは、グレア制御損失を補正した電力の基準電力に対する比率で表される。基準電力は有効光束から算出される。有効光束とは、非指向性ランプの場合は総光束、指向性ランプの場合は90°または120°の範囲の光束である。

照明器具も新しい規則の適用対象に含まれるが、照明器具に組み込まれるLEDモジュールに別個にラベルを表示することは義務付けられていない。交換可能モジュールにはラベルが必要となる予定である。

ECのプロジェクトと調査

ECのマイケル・ジーグラー氏（Michael Ziegler）はDG ConnectのPhotonics Unitを代表し、SSLに関するグリーン

表2　まもなく発効予定のランプおよび照明器具関連のEU規制最新情報。提供：欧州委員会のアンドラス・トース氏。*OJ=EU広報（Official Journal of the European Union）（http://eur-lex.europa.eu/JOIndex.do?ihmlang=en）。

エネルギーラベル表示	エコデザイン
http://ec.europa.eu/energy/efficiency/labelling/labelling_en.htm	http://ec.europa.eu/energy/efficiency/ecodesign/eco_design_en.htm
委員会採択 – 2012年7月12日規則No. 874/2012	規制委員会（EU加盟国の専門家で構成）による投票 – 2012年7月13日
欧州議会／評議会の異議権（2012年9月期間満了）	欧州議会／評議会の精査権（2012年11月21日まで）
OJ*、volume L258における発行（2012年9月26日）	委員会採択とOJ*における発行（2012年末予定）
2013年1月からすべてのEU加盟国に直接適用	

ペーパーのコンサルテーション結果について報告した（これについてはLEDs Magazineの記事www.ledsmagazine.com/features/9/9/3を参照のこと）。ジーグラー氏は、SSLの採用を促進する2つの主要な市場として、都市と建造物が特定されていると述べた。ECは2012年3月、都市向けSSL（SSL for Cities）に関する作業部会を設置した。自治体におけるSSL導入の指針を提供することを目的としている。この取り組みは2012年末まで続行される予定である。

ジーグラー氏が示したスライドの中で最も興味深かったものは、ECから欧州照明業界（SIL Europeの参加者は同業界を代表しているといえる）に対する、双方にとって利益となる協調プラットフォームの構築など、多様な取り組みへの参加を求める招待状であった。これには、大手照明企業によるSME（中小企業）との連携や、照明業界と建築業界との間のより密接な連携などが含まれるとジーグラー氏は述べた。ECは、欧州において照明業界が、例えばSSL製造に投資したり、照明デザイナ、電気設置業者、再販業者のトレーニングに貢献したりしてほしいとも考えている。

ジーグラー氏は、「スマートな専門化」を推進し、国家または地域による特定の技術分野への特化を促すECの結束政策についても説明した。この政策には、SSLのパイロットラインの設置など、主要な実現技術への出資も織り込まれる可能性があるが、それはLEDよりもOLED（有機EL）に対するものになる可能性が高い。

マイケル・クイッシェロン氏（Michel Quicheron）は、ECの共同研究センター（JRC:Joint Research Centre）が実施するSSL関連の活動の概要を示した。同氏は、公共調達に関する報告書について説明した。同報告書では、照明は公共調達活動における優先度の高い製品群に含まれない場合が多いと結論付けられている。規格が存在しないこと、市場に多種多様な仕様が存在すること、技術の進歩が著しいことが要因の一部である。「公共調達は、LEDの市場浸透を促す高い可能性を秘めているが、公共調達の担当者はこの技術に対してまだ慎重な姿勢を見せている」とクイッシェロン氏は述べた。

市場監視

欧州市場に提供されるSSL製品の品質を制御するために、ますます多数の規格と規制が制定されている。しかし、規制当局には通常、規則を執行するための資金とリソースが不足している。ELCのオトマール・フランツ氏（Otmar Franz）は、公平な競争の場を確保するには、市場監視が必要であると述べた。「最も高品質で規格に準拠する製品にはそれなりの価格が付けられる。規格に準拠しない製品は、製品開発コストと製造コストが低く、それが価格圧力につながる」と同氏は述べた。

フランツ氏は、さまざまなEU加盟国で実施されているいくつかの活動について説明し、「ELCは（これらの活動を）支援するが、各政府による活動は十分に焦点が絞られていない」と述べた。そのためELCは、これを補完することを目的としてEUにおける市場監視を専門とするプロジェクトを発足させた。このプロジェクトでは、市場に提供されている製品の追跡を行う。まずは、ランプのみに絞って活動を開始し、必要に応じて第3者機関による測定を依頼する予定である。非準拠の製品については関連当局に報告し、対処を求める。

フランツ氏は、ELC加盟企業を含むすべての市場参加者が公平に扱われることを特に強調した。「欧州の市場は、すべての参加者に対してオープンで成熟した市場である。どの地域からの参入者も受け入れるが、規則には従ってもらう」と同氏は述べた。

空港やオフィスの照明

複数の講演者が、さまざまな照明分野におけるLEDの使用例を紹介した。アイルランドを拠点とするLED照明サプライヤであるヌアライト社（Nualight）のアレキサンダー・ハンラス氏（Alexander Hanrath）は、アムステルダムのスキポール空港における照明プロジェクトについて説明した。この大規模な複合施設には、8万5000個を超える照明器具が設置されており、1つのランプを交換するためのメンテナンスコストは25～100ユーロ（32～129ドル）にものぼる。ヌアライト社の子会社であるルモルース社（Lumoluce）は蛍光灯照明器具を、同社独自のWaveシステムを搭載する直線型LED照明に置き換えた。同システムには、カスタム設計の受動型赤外（PIR:passive infrared）検知センサと調光ドライバによって実現される、モーションベースの調光が採用されている。

ハンラス氏によると、調光速度と持続時間は完全に調整可能で、調光は行き交う人々に気づかれることなくなめらかに行われるという。Waveシステムを含む累積効率は蛍光灯よりも68%向上し、投資回収期間は2.9年であるとハンラス氏は述べた。光品質と配光も改善されている。指摘すべき1つの重要な点としてハンラス氏は、設置とメンテナンスの人件費がより高い地域では、Waveシステムの経済的な実行可能性はさらに大幅に高くなると述べた。

スイスを拠点とするリージェント・ライティング社（Regent Lighting）のアンドレアス・セレゲッティ氏（Andreas Cereghetti）は、直線型照明（ペンダントタイプ、露出型または埋め込み型）、埋め込み式の平面型照明、独立型のアップライト照明という3つの異なる手法を用いたオフィス照明を比較した。リージェント社が開発した3つめの手法（**図5**）には、柔軟性が高く、各照明器具を個々に制御できるといった利点がある。設置とネットワーク接続も容易である。

リージェント社は、22個のアップライト照明をオープンなオフィスに設置するという事例調査を実施した。各照明器具には、存在検知機能、昼光センサ、調光レベルを設定したり個々にスイッチを入/切したりするためのボタン、周辺輝度制御の機能がある。周辺輝度制御の機能は、1つの照明器具が点灯していてオフィスのその他の部分は暗いという状態を防ぐ。このような状態になると、近くのアップライト照明も低レベルで点灯する。これは、ワイヤレス通信ネットワークによって実現されている。これによって安らぎと心地よさが向上し、周囲の照度が過度に異なることによる疲労が緩和されるとセレゲッティ氏は述べた。

この事例調査では、総消費電力が当初の見積もりよりもかなり低かったという結果が得られた。その理由としては、周辺輝度制御の効果、デスクの占有面積が見積もりよりも小さかったこと、大きな窓と昼光センサによる効果などが挙げられた。

LED照明の生物学的側面

画像処理やモーション認識といった視覚的効果に加えて、照明は、人体の概日リズム、集中力、安らぎなどを制御するという非視覚的な効果も与える。オスラム社のアンドレアス・ヴォイティシアク氏（Andreas Wojtysiak）は、視覚受容体（桿体と錐体）と生物学的受容体（ipRGC）という、目の中の異なる受容体集合について説明した。ipRGCの主な機能は、昼夜の区別を検知して体内時計を制御することである。ipRGCは網膜の下方に位置し、上部からの広域光源によって最も効果的に刺激を受ける。つまり、自然界においてはもちろん、空からの光である。ヴォイティシアク氏は、カンファレンスの聴衆の集中力を高めるには、同会場で使用されていたスポットライト照明よりも広域天井照明の方がずっと有効であると述べた。

英フォトンスターLED社（PhotonStar LED）のフェネラ・フロスト氏（Fenella Frost）はこの議論の延長として、460 nm周辺の青色光が生物学的影響を制御する重要な波長であることを強調した。「青色光は、メラトニンの生成を抑制し、覚醒状態を促進する」とフロスト氏は述べた。そのため、青色成分が高い光源（冷白色のLED光源など）は朝には有効かもしれないが、夜には自然なサイクルを破壊し、睡眠を妨げる可能性がある。これと同じ影響は、夜遅くまで液晶ディスプレイ画面を使用し、バックライトの青色光成分による影響を受けた場合に見られる。

一方、朝には集中力促進のために冷白色光が選択され、夜にはリラックス効果を得るために暖白色が選択されることが多いが、補正済み色温度（CCT: correlated color temperature）自体による生物学的影響は小さい。ただし、暖白色光源としてLEDを使用する場合は、睡眠を妨げる青色光成分がやはり高い可能性があるとフロスト氏は説明した。解決策としては、夜に使用する場合は、青色成分の低い暖白色光を生成するように調整可能なLED光源が考えられる。 LEDJ

図5 リージェント社によるLEDアップライト照明は、柔軟性の高いオフィス照明を可能にする。