

《LED照明の現状と将来展望》

性能向上と低価格化が一段と進む 特徴を生かした開発や機器選択を



(株)ウィン&ウィン 代表取締役 平野信幸

2012年は日本全国で厳しい節電対策が求められる中、省エネを実現するLED照明の高性能化や低価格化が一段と進んでいる。既存の蛍光灯から容易に置き換えができる直管型の製品も導入されているが、“デザインの自由性”など、LED照明の特徴が全く生かされていない状況にある。既存の器具を使用しない直管型のJIS規格も策定されているが、LED照明市場のさらなる発展には、その特徴を十分に生かした製品開発や機器選択が不可欠になってこよう。

●日本の電力事情

2012年5月5日、国内の原子力発電所で唯一運転していた、北海道電力の泊原発3号機が定期検査のために稼働を停止した。日本の電力供給は、その約30%を原子力発電が担っていたが、その全てが停止し、従来の化石燃料による発電に頼らざるを得なくなっている。このため発電コストが上昇し、東京電力では大口需要家向けで17%、一般家庭向けでは10%の値上げが実施されることになった。

今夏の電力不足は全国的に及ぶと推測され、特に発電の約50%を原子力に頼っていた関西電力では、約15%の電力不足が懸念されている。筆者は5月中旬に東京と大阪を訪問し、その節電実施の格差に大きな驚きを感じた。東京では、昨年の東日本大震災による電力不足の影響もあり、公的な施設を含め照明の間引き点灯やLED化など、様々な形で節電が実施されているが、大阪では全くその心証を受けることができなかった。この格差の要因はどこにあるのであろうか。目の前に危機が訪れなければ、組織も人も行動を起こすことができず、思考は停止したままである。高い確率で発生する将来の危機を想定して行動を起こすことができない状況は、LED照明の機器選択の発想においても、非常に共通しているものがある。

●安易な簡便さを求める市場

LED照明は、その省エネ効果によって蛍光灯の代替として市場に供給されてきた。従来の蛍光灯は寿命が1～2年程度であったため、交換を前提と

して器具が共通化されている。LEDは、通常の使用状況では約10年間の寿命を持つが、市場においては既存の器具を使用した同形状の照明が要求され、また改造などを行わず（工事不要）、簡便に蛍光灯からLEDに交換する形式の照明が求められた。

LED照明製造企業は、このような市場の要求に応え、また市場の希望を先取りする形で、グロー式やラビット式、さらにインバータ方式の蛍光灯まで簡便に交換できるLED照明の開発に傾注し、製造・販売を行ってきた。この現状が、LED照明の発展に大きな障害となっている。

LED照明は、LEDチップ・光拡散カバー・電源そして器具から構成されており、その性能（ルーメン/ワット：lm/W）はLEDチップの性能に依存している。LED技術はまだ発展途上の段階にあり、現在は100 lm/Wが主流であるが、毎年20%以上の性能向上が期待されており、将来は現在の2倍となる200 lm/Wまで技術革新が進むと言われている（理論上の性能は250 lm/W）。

同じ照度を確保すると想定した場合、性能向上が進めば、電気の使用量（省エネ性能）はその比率で低下し機器も小型化が可能になって、コスト削減が期待できることになる。しかし、それが現在の製品のように、従来の照明機器の構造と同じ形状にした場合、小型化は困難となり、無駄で無意味な構造にコストを費やすことになる。

人間は、科学技術の発展によってその恩恵を受け、照明は蝋燭から電球へ、電球から蛍光灯へと、その技術革新とともに機器の性能に見合うデザイ

ンを受け容れてきた。その製造企業も、これらの照明機器が持つ利点を最大限に生かす構造を考案し、安価で快適な生活に貢献してきた。

こうした過去の経緯が、LED照明には全く生かされておらず、簡単で簡便性を求める市場の要求に安易に対応してきたため、LEDの特徴である“デザインの自由性”、“性能の多様性”が全く生かされていないのは、残念なことである。

●LED照明の規格化

LED照明は、LEDチップの高効率化によって、2000年代後半から一般照明向けに応用され始めた。当初は50～60 lm/Wだった性能も、2010年に80 lm/Wとなり、2011年には100 lm/W、今年（2012年）後半には120 lm/Wの性能を生かした照明が主流になると予想される。性能の向上とともに完成品の価格も安価になり、5WのLED電球で2010年に4000円程度（W単価：800円/W）であったものが、韓国・台湾・中国製のLED照明がリードする格好で、2012年には1000～1500円程度となり、W単価が200円/Wを切る製品も販売されている。

高性能化と低価格化で市場への導入も進み、その過程において蛍光灯型のLED照明（直管型LED照明）も開発され、2010年頃から一般に販売されるようになった。直管型LED照明は、既存の蛍光灯の器具に装着して簡単に交換が可能であることがアピールされ、導入が進んだ。そのほとんどは海外製の安価な製品であったが、導入が進むに伴い、落下や発火といった様々な問題も発生した。

この問題に対処すべく、照明器具関連業界では、既存の器具を使用しない直管型LED照明のJIS規格を発表した（表1）。これが今後の直管型LED照明の標準となると見られたが、業界内でも異論が噴出し、規格の統一どころか、市場の要求に応える形で“工事不要のLED照明”が販売され、一層の問題発生・混乱を招く結果となっている。

2012年7月には、LED照明のPSE規格（電気用品保安法）が正式に施行されることになっているが、前述の工事不要の直管型LEDは、その認定対象品から除外されることになっている。

LED照明は既存の照明器具と異なり、多額の投資も高度な専門知識も必要とせず、長寿命（4万～5万時間）で自由なデザイン性を備えた、これまで

表1 直管型LEDランプ規格（日本電球工業会より規格が策定）

■日本電球工業会規格（JEL801:2010より）	
L形口金付き直管型LEDランプシステム	直管型LEDランプ（LDL40）の仕様
ランプ全光束	2,300 lm以上（N色）
演色性（Ra）	80以上
配光	120度以内の光束が70%未満
ランプ電流（mA）	直流350mA
ランプ電圧	95V（最大）～45V（最小）
最大ランプ電力	33.3W
口金	 L16

出所：LED照明推進協議会の資料を基に弊誌で加筆

にない全く新しい照明である。この新世代の照明を既存の器具に合わせてデザインするという発想は、構造的な制限が設定され、その特徴を生かすことができなくなっている。

また、LED照明は技術革新の過渡期にあり、現時点で主流である性能の100 lm/Wは、3年後には150 lm/Wとなり、5年後には200 lm/Wに達すると期待されている。これは将来、LEDチップ/モジュールを交換するだけで、30～50%の省エネが実現できることを意味する。従って、4万時間以上の寿命をアピールすることは、LED照明の発展には全く寄与しない。むしろ寿命を2～3万時間に設定し、将来的に高効率のLEDチップが開発・販売された場合、容易にかつ安価にLEDモジュールを交換する構造にすることが肝要である。

●水銀の使用・輸出に関する国際条約

2013年後半には、水銀の使用規制に関する条約が締結される見通しである。これは、水銀灯や蛍光灯に使用されている水銀の使用規制にも及び、蛍光灯の製造・販売の制限などもその対象になると考えられる。日本の年間水銀使用量は約13t、その約4割は照明器具に使用されている。

日本は「水俣病」という、世界でも例を見ない水銀公害を経験した国である。水銀の使用規制に関しては、どの国よりも早く、例外を設けることなくそれを実行する責任がある。そして、その時に影響を受ける事態を想定して、蛍光灯や水銀灯に代わるLED照明の将来像を示す必要がある。

既存の照明器具の構造や性能にこだわることなく、自由に斬新なデザインを提案し、それを受け容れる市場の理解が求められよう。

最後に、当社では上述したようなLEDの特徴を生かした照明の開発に注力している。Webサイト（<http://www.winandwin.jp>）も併せて参照されたい。

《LED照明による省エネ対策》

電力不足で省エネ対策が不可避に 過去の規制を排除し普及・促進を



(株)ウィン&ウィン 統括本部長 平野信幸

3月に発生した東日本大震災では、東京電力の原子力・火力発電所が被災し、管轄エリアでは電力不足による計画停電が実施された。また、政府は中部電力の浜岡原発の停止を要請、その余波は関西電力、九州電力に波及し全国的な電力不足が大きな社会問題になっている。点検などで停止中の原発が再稼働できる見通しも立たず、国全体として省エネを実施する必要性に迫られている中、LED照明による省エネ対策の重要性が大きな意味を持ってきている。

●電力消費事情と省エネ対策

我国の年間電力消費量は約1兆kW・hで、このうちの20%が照明機器による消費である。この夏、運転が可能な発電所の能力と予想される消費電力から推測して、社会全体で15~20%の消費電力削減が必要と言われている。

バブル崩壊から15年余、長い景気低迷の過程で、企業はコスト削減のためにあらゆる努力で省エネを推進してきており、一般家庭では省エネのエアコン・冷蔵庫・TVなどに買い替えることによって、身近なところから省エネが進んでいる。この現状からさらに15~20%の消費電力削減は、「極めて、困難であろう」と思われる。

その中で残されている可能性のある省エネ対策は、“照明機器の省エネ”である。特に、発光効率が低い電球は2012年に製造中止が決定しており、今後環境問題が浮上する蛍光灯や水銀灯をLED照明にすることが、残された最も効果的な省エネ対策となるであろう。コストが高いと言われていたLED照明機器は、韓国・台湾・中国製の機器が主導する形で安価となり、LED照明の利点である長寿命によって、その経済的効果は初期費用を相殺できる環境になっている。

表1 LED照明に関する技術用語

用語	名称(呼称)	単位	内容
全光束	ルーメン	lm	照明機器の定格における光の量
消費電力	ワット	W	定格消費電力
発光効率	ルーメン/ワット	lm/W	ワット当たりの発光量
照度	ルクス	lx (lm/m ²)	単位m ² 当たりの光束
色温度	ケルビン	K	照明の色(3000K電球色、6000K昼間色)
演色性	アールイー	Ra	平均演色評価数(光の波長分布率・色の再現性)

●LED照明の技術革新

LED照明に関する主な技術用語を表1、各種照明器具の主な仕様を表2にそれぞれに示す。LED照明の技術革新は日進月歩で、2008年に50~60ルーメン/ワット(lm/W)程度であった性能は、2009年60~80 lm/W、2010年には80~100 lm/Wまで向上している(現在市販されているLED照明は60~100 lm/Wが主流)。2011年度には150 lm/WのLEDチップが開発され、来年には120~130 lm/WのLED照明機器が発売されるであろう。これは、同じ照度を想定した場合、照明機器の消費電力が従来品の50%以下になることを意味し、大きな省エネ効果が期待できる。LEDチップは今後も、毎年20 lm/W程度の性能向上が見込まれ、将来は250 lm/Wまで開発が進むと予測されている。LEDチップのエネルギー変換効率は100 lm/Wで約30%であり(70%は熱として消費される)、250 lm/Wになった場合、その変換効率は75%に達し、その省エネ効果は驚異的な値になるであろう。

LED照明の長所は、長寿命と発光能力の高さ、小型・軽量による自由なデザイン性、そして照度や色温度が無段階に制御できることにある。一方、短所は単価が高く、高輝度による眩しさ、光の指向性による広がり狭いこと、集積度を上げた場合の放熱対策などが挙げられる。以前は演色性も問題になっていたが、現在ではRaが80以上のものが登場し、従来の蛍光灯と遜色なくなっている。

●LED照明による省エネ実現の留意点

照明機器の省エネを実現するには、発光効率(lm/W)の高い製品を選ぶことが最も重要である。既存の照明機器の照度を確保することを前提とす

る場合、現在の照明機器とLED照明の発光効率の差が、省エネの結果となる。

LED照明の発光能力または全光束は、LEDチップの能力を表示しており、照明機器としての能力ではないことがある。これは、眩しさを軽減させるために、照明のカバーの光透過率を勘

案せずに表記しているためである。光拡散カバーの光透過率は15～35%にもなり、眩しさを軽減させるほど、照度は低くなってしまふ。

このため、カタログに記載されている値がLEDチップの能力なのか、照明機器としての能力であるか、十分に留意する必要がある。LED照明を設置する場所によって、光の質を勘案することが省エネ実現には重要な要素になる。

直接人の目に触れない間接照明や、人がその場所に留まらない通路や駐車場・バックヤードなどにおいては、眩しきの許容範囲を広げることによって省エネ効果を上げることができる。

また、LEDの特徴である制御性を応用し、外部の光や人の出入り、時間帯などで状況に応じた照度制御を行えば、大きな省エネ効果を期待することが可能である。

発光効率では格差の少ないHf管蛍光灯やHID照明でも、LEDの制御機能によって、十分に省エネ照明として代替することも可能である。これは、蛍光灯は頻繁にオン/オフを繰り返すと寿命が短くなり、HIDランプは短時間にオン/オフすることができないためである。

●LED照明の普及を阻害している要因

いつの時代でも同じだが、新しい技術が開発された時に普及の障害になるのは、古い技術が前提になっている規制や慣習、そして過去のものとなりつつある産業界・外郭団体などの抵抗や新規参入に対する無意味な障壁である。

それらの規制がLED照明の特徴を生かすことを容認しないために、普及が進まず、省エネの実現が遅れる結果となっている。LED照明の利点である“自由度の高いデザイン性”を殺しているのは、蛍光灯や水銀灯に代わる照明として、既存の機器の構造を踏襲することを強要している慣習がある。

道路照明やトンネル照明における水銀灯の代替の場合、単純な機器交換を行うと、LED照明においてはチップの集積度を上げなければならない、その放熱対策が重要な要素技術となって、高コストとなり普及が進まない。

蛍光灯の代替としては、照明器具の団体から直管型LEDの規格が昨年発表されたが、これはLED

表2 各種照明器具の主な仕様

特性	LED照明	白熱電球	蛍光灯 (グロー式)	蛍光灯 (Hf管)	水銀灯	HIDランプ
発光効率 (lm/W)	80～100	15～20	40～60	90～100	40～60	100～130
エネルギー変換効率 (%)	20～30	8～14	20～25	25～30	20～25	30～40
色温度 (K)	2500～8000	2500～3000	4000～6500	3500～6500	5000～7000	3500～6000
演色性 (Ra)	75～85	100	60～80	65～90	40～70	30～90
寿命 (万時間)	4～8	0.1	0.4～0.8	1～1.2	0.5～1.2	0.6～2.4
応答性	0.1ミリ秒以下	0.15～0.25秒	1～2秒	1～2秒	安定まで数分	安定まで数分
短時間での再点灯	良好	良好	1～2秒	1～2秒	不可	不可

照明の自由なデザイン性を生かす道を閉ざしてしまった。落下防止と安全対策を謳い文句に、消費者保護という“金科玉条”で規格を作り、新規参入に大きな障壁を作った感がある。

従来の電球や蛍光灯は、寿命が短く、ランプを交換することが前提とした照明器具の構造であった。しかし、LEDは通常の使用時間からすると、8～10年以上の耐久性があり、交換を前提とした安全対策や構造は、全く意味のない規制である。

水銀灯でも蛍光灯でもその代替として、LED照明のデザインの自由度を生かし、そのインテリジェンスな制御性を活用できるように、既成概念を取り払い、過去の規制や慣習を排除すれば、斬新な発想による次世代の照明と呼ぶにふさわしい、様々な器具が開発されるだろう。その結果、大きな市場が形成されることで、コストの削減が促進され、照明機器の省エネが進むことは明白である。

●中国と日本のLED照明の省エネ事情

筆者は今年4月、中国Shanghaiを訪問した。Shanghaiの地下鉄において、ホームや通路の照明はすでにLED照明（直管型）になっていた。東日本大震災が発生して初めて行った東京では、地下鉄のホームや通路、電車内そして羽田空港の照明は間引きによる省エネであった。

これが、技術立国日本の実態である。機器的な電力不足への対応とは言え、LEDを照明に活用できる道を開いたのは日本の技術であり、かつては世界の技術を応用して日本流のアレンジで世界にその存在を知らしめた我国が、LEDでは大きく後れをとり、照明器具の省エネ実現が進まない“忸怩たる現実”がここにある。

LED照明による省エネを促進する鍵は、既存の規制や概念・慣習を排除し、新規参入企業が照明機器業界の新陳代謝を促し、健全な発展を遂げることが可能な市場が“形成されるか否か”にかかっている。今、“電力不足”という現実と直面し、省エネの実現を最優先課題として、何が必要で何が不要か、シンプルな発想が求められている。

最後に、当社は上記のようなLEDの特徴を生かした照明の開発に注力している。当社Webサイト (<http://www.jpwinwin.com>) も併せて参照されたい。