

固体照明の測光・放射測定における課題

部 洋 司

Technical Issues on Photometric and Radiometric Measurements for Solid State Lighting

Hiroshi SHITOMI

Recent strong attention to the global warming grows high prospects for solid state lighting (SSL) such as LEDs and OLEDs as next generation lighting with high efficiency and long lifetime that will make a contribution to the energy saving and subsequent low carbon society. Highly accurate and reliable measurements (photometry and radiometry) are essential to the development, upgrade and prevalence of SSL products. In this paper, technical issues on photometry and radiometry of SSLs are described together with some common elements to secure the reliability of measurement results.

Key words: solid state lighting, photometry, radiometry, LED, OLED

低炭素社会の実現を目指したさまざまな活動が展開される中、省エネルギーに資する高効率・長寿命な次世代照明として、発光ダイオード (LED) や有機 EL (OLED) に代表される固体照明 (solid state lighting, 以下 SSL) が大きな注目を集めている。特に、2011年3月の東日本大震災以降、電力の安定供給に対する懸念もあり、LED電球などの需要が急速に高まっており、白熱電球や蛍光灯等の従来光源からの置き換えが急速に進んでいる。照明由来のエネルギー消費量は電力消費の20%程度を占めており、SSLの性能向上に向けた研究開発の促進は、エネルギー削減に大きな効果を挙げると考えられている。このため、例えば、2009年末に閣議決定された新成長戦略 (基本方針) において「LEDや有機ELなどの次世代照明の100%化の実現」が明確に述べられたほか、2011年6月に策定されたエネルギー基本計画において、これらの高効率次世代照明について、2020年までにフローで100%、2030年までにストックで100%の普及を目指す方針が示されるなど、政策レベルでの動きも活発になっている。このように、SSLが光源・照明関連の市場に与えるインパクトは非常に大きい。

光源・照明分野における研究開発および製品化を進めるにあたり、光放射の測定 (測光・放射測定) が果たす役割

はきわめて大きい。あえて単純化して表現するならば、何か新しいものを作ることはできても、それが測れなければ正確な評価とならず、そのものの信頼性も確保できない。測光・放射測定は、光源の信頼性確保に必要な重要な基盤技術であり、光源の種類やアプリケーションに対応した高精度な測定方法を開発するとともに、基盤技術として広く普及・定着させることが重要である。

SSLは、従来光源と多くの面で異なった特性を有しており、特性の違いを考慮した、SSLに最適化された測光・放射測定技術の研究開発が進められている。本稿では、SSLの測光・放射測定における技術的課題、および測定の信頼性確保に必要な共通要素について紹介する。

ここで「測光・放射測定」という用語について補足すると、放射測定とは一般に、真空紫外域から赤外域までの広い波長範囲における物理量 (例えば放射パワーの W など) としての光放射の測定を意味する。これに対して、測光は人間の眼の感度 (分光視感効率 $V(\lambda)$) で重み付けされた光放射の測定であり、明るさなどの知覚量に関連付けられる量を扱う。人間の眼は波長 $360\text{ nm} \sim 830\text{ nm}$ の可視波長域において感度を有しており、 555 nm をピークとして、そこから長波長および短波長になるにつれて感度は低下し

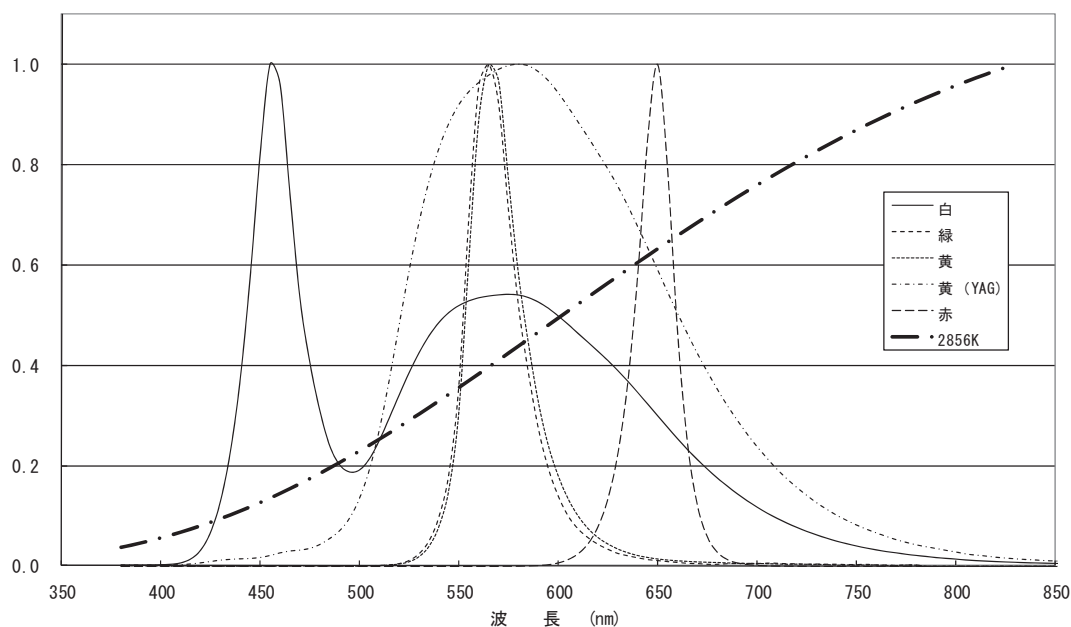


図1 LEDの分光分布の一例。

ていく。元来、人間は情報の大部分を視覚情報として得ており、視覚に準じた光の物理的評価手法として測光はきわめて重要であり、光放射の測定の中で最も古い歴史をもっている。本稿は、主としてSSLの照明用途としての測定に焦点を当てているため、測光における技術的課題の比率が高くなる点をご了解いただきたい。

1. SSLの測光・放射測定における課題

測光・放射測定には長い研究開発の歴史があり、白熱電球や蛍光灯に代表される従来光源に対しては、相当量の技術の蓄積があるといえる。しかし、SSLは従来光源と分光分布や配光分布が大きく異なるため、従来の測光・放射測定技術の適用が困難な面がある。また、SSLに対する測定技術や精度の検討はまだまだ不十分であり、例えば、測定機器や事業者ごとに測定値が全く異なるといった問題も生じている。SSLの測定における課題は以下の4点に大別される。

- 1) 分光分布の違いに起因する課題
- 2) 温度特性など諸特性の違いに起因する課題
- 3) 配光分布の違いに起因する課題
- 4) 光源のサイズ・形状に起因する課題

以下、おのおの技術的課題と、それらの解決に向けた検討事項について述べる。

1.1 分光分布の違いに起因する課題

従来光源の代表格である白熱電球は、広い波長範囲にわたり連続した分光分布を有する黒体近似光源であり、従来の測光では、このようなブロードな分光分布を想定した測

定方式が採られていた。かつて、蛍光灯の登場により、黒体近似できない光源に対する測光を行う必要性から、分光分布を考慮した測定が注目されるようになったが、蛍光灯等ではいくつかの代表的な分光分布で区分が可能であったことから、分光分布の違いに起因した測光・放射測定の困難さにはそれほど大きな注目は集まらなかった。

これに対してSSLでは、これらの従来光源とは大きく異なり、さまざまな素子構成・組み合わせにより、多種多様な分光分布を示す。例えば、代表的な白色LEDである青色LED+YAG蛍光体では、図1に示すような青色領域にピークをもった分光分布となる。最近では、RGBタイプの白色LEDや、紫外LEDに蛍光体を組み合わせた白色LEDなど、さまざまなタイプの製品が出てきており、また、用いられる蛍光体の種類も多種多様である。さらに、有色LEDでは、半値幅が20 nmと狭くかつ急峻な分光分布を有し、さまざまなピーク波長を有した製品が存在する。OLEDについても同様に、研究段階の素子構成も含め、独特の分光分布を示すものが数多く存在する。

また、分光分布自体の違いに加え、空間的な分布特性にも考慮が必要である。例えば白色LEDの場合、励起放射と蛍光体からの放射が空間的に異なる分布をもっていることが多い。またOLEDの場合では、薄膜の積層という基本構造に由来した特性として、分光分布に比較的大きな角度依存性があることが知られている。

このような従来光源との大きな分光分布の違いは、後述する異色測光誤差の問題を生じるほか、分光測定装置の帯

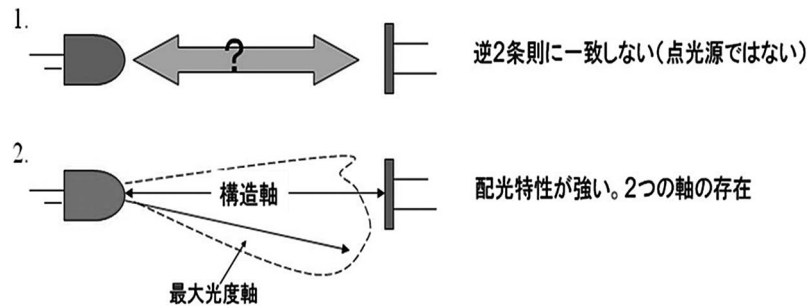


図2 測光における配光分布に起因する問題。

域関数の特性によっては、波長ごとの単純な比較が困難となる。

1.2 温度特性など諸特性の違いに起因する課題

SSLは、白熱電球のような熱放射や、蛍光灯のような紫外放射による蛍光に基づく発光ではなく、電子と正孔がそれぞれ電子輸送層・正孔輸送層を通過し、発光層で再結合する際に放出されるエネルギーにより発光が起こる。この発光原理の違いから、SSLでは一般に、周囲温度の影響や自己温度の変化により、分光分布や発光強度が大きく変化することが知られている。これは有色LEDにおいて特に顕著であるが、白色LEDやOLEDの場合においても、素子自体の分光分布の波長シフトに加え、蛍光体等の温度依存性によっても分光分布の変化が生じる。SSLが高出力化するにつれて特に顕著な問題として認識されるようになっており、放熱設計の最適化に加えて、ジャンクション温度または順方向電圧等の関連パラメータの測定・制御方法が課題となっている。また、SSLは同様に、周囲温度の影響を受けることが多く、測定時の環境条件の定め方や対流の影響の考慮、点灯姿勢の最適化などの課題も挙げられる。

1.3 配光分布の違いに起因する課題

特にLEDにおいては、その特有の形状等から従来光源と配光分布が大きく異なっており、空間的な一様性を問題にする場合(例えば光度測定)や光源から全空間に放出される光束(全光束)を測定する場合などに問題となる。

例えば、図2に示す砲弾型LEDの場合では、レンズ効果等から光軸近傍で急峻な配光となっており、測光理論の大前提となる点光源近似が、比較的近い測光距離では成立せず、逆二乗則への不一致が生じる。また、構造軸と最大光度軸が異なることが大半であり、測光軸を定義することが困難な面がある。これらの特性は、測光の基本単位である光度(cd)の測定に大きな影響を及ぼすものである。

また、全光束(1m)の測定においても、急峻な配光特性をもった光源では、従来の測定方式をそのまま適用し、例

えば積分球内での置き換え測定(後述)を実施した場合、空間不均一性に起因した非常に大きな測光誤差を生じる可能性がある。また、OLEDや基板実装型のLEDなどにおいては、多くの場合、前方空間(2π)のみへの発光であるため、全空間(4π)を前提とした従来の測定方式の適用の可否に十分な検証を要する。

1.4 光源のサイズ・形状に起因する課題

従来光源の場合、全光束は積分球で測定されることが比較的多かった。また照明器具の評価においては、光源と器具(回路等)を分離できることから、相対的な評価を行うことが多かった。これに対してLED照明器具等では、光源と器具が一体となったものが多く、照明器具全体に対して全光束測定を行う必要がある。このため、従来広く用いられていた積分球に基づく方法のみならず、配光測定装置による測定についても、十分な検証が必要となっている。

一方、OLEDは面光源であるため、これまでの点光源近似での測光・放射測定の体系に組み込むにあたり、さまざまな検討課題がある。また、面光源を積分球で測定する場合等、背面の影の影響や対流による影響が非常に大きくなることが予想される。さらに、将来的には、フレキシブル型や曲面・円筒型など、さまざまなタイプのOLEDが出てくる可能性がある。こうした光源に対する測定では、測光中心や光軸の定義から検証する必要がある。

2. SSLの特性を加味した測光・放射測定技術

先に述べたSSLの諸特性を踏まえて、SSLの測光・放射測定方法に関する検討が世界的に広く行われている。現時点で、SSLの測定における課題の多くは検討途上にあるが、以下、LED測定での具体的な検討事例を紹介するとともに、代表的な技術的課題をいくつかピックアップし、今後の課題を含めて考察する。

2.1 CIE127:2007での方法

LEDの測定においてしばしば参照される国際文書(技術報告書)として、国際照明委員会(CIE)が発行した

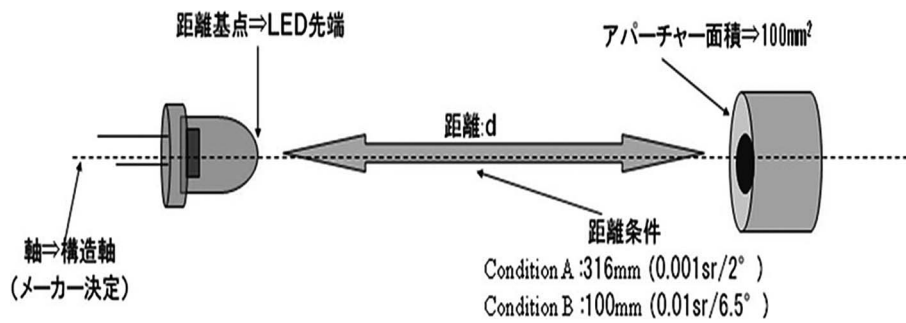


図3 CIE 平均化 LED 光度の幾何条件.

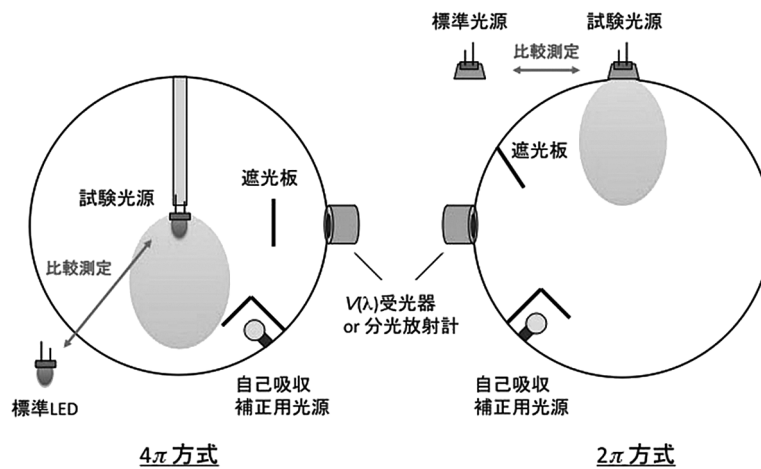


図4 積分球を用いた全光束測定での代表的な幾何条件.

CIE127:2007 “Measurement of LEDs”がある^{1,2)}. この文書ではおもに、LED 単体の光度、全光束および分光分布の測定法がまとめられている。

CIE127:2007 での大きな柱のひとつに、CIE 平均化 LED 光度 (CIE Averaged LED Intensity) の概念の導入が挙げられる。これは、LED に特有な配光分布の違いによって生じる問題を解決するために、測定幾何条件を定めることで LED の光度測定の画一化を図ったものである。具体的には、図3に示すように、距離基点を LED 先端と定義し、あらかじめ定義された機械軸に沿って、 $V(\lambda)$ 受光器等に取り付けた面積 100 mm^2 のアパーチャーまでの距離を、 316 mm (立体角 0.001 sr に相当、コンディション A) および 100 mm (立体角 0.01 sr に相当、コンディション B) とする 2 通りの幾何条件が規定されている。ただし、この方法は点光源近似が成立しないため、厳密な意味での従来の光度測定とは異なる。また、測光距離が短いことから、距離設定の不確かさや迷光に起因する不確かさの寄与が大きく、高精度な測定にはさまざまな困難が伴う。

このため、CIE127:2007 では、平均化 LED 光度の測定を、国家標準にトレーサブルな校正を受けた標準 LED と

の同一条件での置き換え測定を行うことを前提としている。さらに、標準 LED としては、測定対象 LED と同種・同色の LED を可能な限り用いることを推奨している。

一方、全光束測定については、平均化 LED 光度と同様の考え方にに基づき、積分球内での標準 LED と測定対象 LED の置き換え測定を推奨している。CIE127:2007 では、LED からの放射パターンに応じて、図4に示すような2つの幾何条件 (4π , 2π 方式) が示されている。積分球を用いた測定の詳細については 2.3 節で述べる。

2.2 分光分布および空間分布

2.1 節に示した例のように、測定基準となる SSL 光源が存在し、それと同種・同色の光源間で、定められた幾何条件下においての置き換え測定 (比較測定) を実施することが、高精度かつ信頼性の高い測定結果を得るための最も基本的なアプローチである。しかしながら、あらゆるタイプの SSL に対応して標準光源を準備することは非現実的であり、異種光源間での比較測定を行う必要が生じる。この場合、異なる分光分布または空間分布 (配光) をもつ光源の測定に起因して生じる誤差への考慮 (補正) が重要となる。

分光分布の違いに対しては、測光では色補正係数測定を

適切に求めることが重要となる。これは、測定に用いる受光器の分光応答度が標準分光視感効率 $V(\lambda)$ に完全には一致していないことに起因して、校正光源の分光分布と測定対象光源の分光分布とが異なる場合に生じる異色測光誤差を補正するものであり、下記の式で与えられる補正係数 k を求める。

$$k = \frac{\int_{360}^{830} P_t(\lambda)V(\lambda)d\lambda}{\int_{360}^{830} P_s(\lambda)V(\lambda)d\lambda} \times \frac{\int_{360}^{830} P_s(\lambda)s(\lambda)d\lambda}{\int_{360}^{830} P_t(\lambda)s(\lambda)d\lambda}$$

ここで、 $V(\lambda)$ は標準分光視感効率、 $s(\lambda)$ は受光器の相対分光応答度、 $P_s(\lambda)$ は標準光源の相対分光分布、 $P_t(\lambda)$ は測定対象光源の相対分光分布である。異色測光誤差は、 $V(\lambda)$ の値が小さく、かつ $V(\lambda)$ との一致が難しい可視波長域の両端（紫・青色領域および赤色領域）で著しく大きくなるため、当該波長域にピークをもつ有色 LED 等の測定では特に注意が必要となる。

異色測光誤差の問題は、 $V(\lambda)$ 受光器では直接的に分光情報を得ることができないことに起因するものであり、これを解決するため、分光測定に基づく測光が広く普及しつつある。標準光源として分光放射照度標準電球や分光全放射束標準電球を使用し、取得した分光データの波長積分によって、放射量を測光量に変換する。測光量と放射量の関係は、ある放射量 X_e の分光密度を $X_e(\lambda)$ としたとき、対応する測光量 X_v は下記の式で表される。

$$X_v = K_m \cdot \int_{360}^{830} X_e(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda$$

ここで、 K_m は最大視感効果度とよばれ、 $V(\lambda)$ が最大値となる波長 ($\lambda = 555 \text{ nm}$) において測光量と放射量を関係づける値 ($K_m = 683 \text{ lm/W}$) である。現在、マルチチャンネル型検出器などの簡易型の分光放射計が市場に多く流通しており、分光測定に基づく方法は今後の SSL 測定で中心的な位置付けとなっていくと思われるが、一方で、測定に用いられる分光放射計の推奨仕様、応答非直線性や迷光に代表される誤差要因の補正方法については、多くの検討課題が残されている。

2.3 全光束測定

全光束 (lm) は「立体角 $4\pi \text{ sr}$ に対する光源の累積光束」で定義される量であり、光源の全光束の測定は、評価対象となる光源の発光効率 (lm/W) の算出に深く関係している。ここで発光効率とは「消費電力に対する、その光源の全光束の比」である。発光効率測定の信頼性確保には、その光源の全光束を正確に求めることが必要不可欠であり、特に製品認証などの SSL の品質確保の手段や、さらなる性能向上に向けた研究開発現場においてきわめて重要な測定

量といえる。全光束測定には、2.1 節で述べた積分球を用いた方法に加え、配光測定に基づく方法が代表的な方法として挙げられる。以下、おのおの方法に基づく SSL 測定の課題について述べる。

配光測定は、受光器を光源の周りで空間的に挿引するなどの方法によって、測定対象とする光源の光度または照度分布を測定し、その空間積分によって光源の全光束を求める方法である。配光測定は、基本原理に最も忠実な方法であるといえ、より高精度な測定結果を要する場面においては、配光測定を用いる必要が想定される。一方、配光測定に基づく方法は、測定時間が長くなることやその間の光源の安定性の確保の困難さなどから、必ずしも実用的とはいえない面もある。SSL 測定における配光測定の最適化を図る上では、対象とする SSL のサイズ、光学特性、測定結果の主たる用途などを鑑みて、「推奨される測定方式」を選定するとともに、「測定パラメーターの最適化」を図る必要がある。

一般的な配光測定装置の仕様は、二軸方式、ミラー方式、ニアフィールド方式に大別され、必要とされる構成機器の具備条件や校正方法とあわせて、各装置の特性を十分に吟味する必要がある。このうち、二軸方式は最も広く用いられている方式であるが、受光器位置を固定して光源を旋回する方式、光源を固定して受光器を旋回する方式などさまざまである。ミラー方式は、大型ミラーによって測定対象からの光束を反射させることで、受光器までの到達距離を長くできるメリットがあり、大型の照明器具などの測定に適しているといえるが、ミラーが介在することによる偏光の問題や、 $V(\lambda)$ との一致度の問題などへの考慮が必要である。ニアフィールド方式は、最近普及が進んでいる CCD などのイメージング機器を用いた測定方式であり、従来型の配光測定で必要とされる点光源近似が不要なため、大型の照明器具などについても比較的小さなスペースで測定が可能となるメリットがある。一方、画像データの処理方法の妥当性評価など難しい点も多く、さらなる検討が必要である。

配光測定における主たる測定パラメーターとしては、測定角度ステップ（水平角、鉛直角）、測光距離、点灯条件（DC または AC 点灯、電圧一定または電流一定または電力一定）、素子温度、周囲温度、点灯から測定までの安定化時間などの諸条件を適切に定めることが必要である。

一方で積分球とは、中空の球内面に白色の拡散反射材を塗布した機器であり、光放射の球内面（拡散反射面）での相互反射を利用することで、積分球内の放射を均一化（平均化）させる機能を有している。この性質を利用して、光

源の全光束の比較測定に古くから広く用いられている。積分球は、配光測定に比して測定時間が短く簡便な測定方法というイメージが強いが、実際には、積分球の理想的な振る舞いからの外れを定量的に評価し、さまざまな補正因子を考慮する必要がある、測定条件の最適化に向けては、配光測定以上に多くの課題があると思われる。具体的には、2.1 節で述べた幾何条件の最適化をはじめ、自己吸収補正、配光補正、積分球内温度についての影響評価などが挙げられる。また、色補正係数や分光測定の考え方は 2.2 節と同様であるが、積分球を用いた測定の場合、光源の相対分光分布と積分球を含めた検出系の相対分光応答度の情報が、色補正係数を求めるにあたって必要となる。この場合、用いる受光器の分光応答度のみならず、積分球のスループットの波長依存性を加味する必要があるが、これを厳密に測定するのは容易ではない。

2.4 その他の測定量

これまでの述べた全光束や光度に加え、光源色（色度）が重要な測定量として挙げられる。SSL 製品の色度（色区分）についての要求事項が年々厳しくなっており、より高精度な色度測定が求められるようになってきている。色度測定は、分光測定に基づき測定対象光源の相対分光分布を求めることが基本となるが、2.1 節で述べたとおり、分光放射計の特性評価や測定条件の最適化には多くの課題がある。

また、LED のような指向性が強く発光面積が小さい光源の場合、光放射の目に対する影響が懸念される。青色光傷害に代表される光生物学的安全性の評価（リスク評価）に関する関心も SSL の分野で近年高まっており、この場合、輝度・放射輝度の測定技術が必要とされる。面光源である OLED においても、光源評価の基礎パラメーターとして輝度・放射輝度がより重要な位置付けとなる。

3. 今後の課題

SSL での代表的な測定における技術的課題をこれまで概説してきたが、従来光源と比した際の測定の難しさや、SSL 製品の急速な普及と品質に対するユーザー意識の高まりを鑑みると、測定結果の信頼性確保という観点で、測定の基礎となる共通的要素に対してより深く検討することが必要といえる。ここでは、今後の SSL 測定を考える上での共通的な重要事項として、測定の不確かさ、計量トレーサビリティ、そして国際標準化に関する課題について述べる。

3.1 測定の不確かさ

われわれが何かを測定するとき、必ず誤差が伴う。測定の結果として得られた値は「真の値」ではなく、「測定対象量の推定値」である。いいかえると、真の値は、測定結

果とその測定結果に付随する「不確かさ」を組み合わせた形でしか表現することができない。不確かさとは、「測定の結果に附随した、合理的に測定量に結び付けられ得る値のばらつきを特徴づけるパラメーター」と定義されており、測定値からどの程度の範囲内に真の値があるかを示す指標である。

現在、不確かさは測定の信頼性を定量的に示す指標として、多くの場面で必須要件となりつつある。一例として、相互の測定値が不確かさの範囲内で一致することが測定結果の整合性を示す条件となるなど、不確かさを根拠とした測定結果の妥当性の検証が一般化されつつある。このため、測定値のみならず、不確かさを適切に評価して明示することが、今後一層重要になってくると思われる。

不確かさの評価に関しては、国際ガイドラインとして ISO/IEC Guide 98-3（通称 GUM）が発行されている³⁾。この先の SSL 測定において、GUM の概念をいかに用いた測定系に適用し、具体的な不確かさ評価方法とするかについて、十分な検討が必要である。

3.2 計量標準とトレーサビリティ

測定結果の信頼性を確保する上で、校正が果たす役割は非常に大きい。近年、さまざまな分野でトレーサビリティ（測定に関しては計量トレーサビリティという）が重視されており、高精度かつ普遍性の高い標準器に基づいた校正体系が必要とされている。

ISO/IEC Guide 99 によると、計量トレーサビリティは「測定の不確かさに寄与し、文書化された、切れ目のない校正の連鎖を通して、参照（計量標準）に結び付けることができる測定結果の性質」と定義されている⁴⁾。すなわち、トレーサビリティの確立には、

- 1) 不確かさ評価（を伴う校正証明書・校正結果）
- 2) 文書化された手順（校正手順など）
- 3) 計量標準（国家標準）に繋がる切れ目のない校正の経路の確立

という 3 つの要素が必要不可欠であり、これらの要求事項を満たすことにより、起源の明らかな校正不確かさの連鎖から校正結果が保証され、校正全体の信頼性の確保に繋がる。

SSL 測定においても、測定の信頼性確保の観点から、トレーサビリティの適切な設計が重要である。一例としては、測定機器に対して、国家標準にトレーサブルな目盛り定めが行われた標準器による校正を求めることや、比較校正における基準（参照標準）を国家標準にトレーサブルになるように構築することなどが挙げられる。また、トレーサビリティの概念は、ISO/IEC 17025 に準拠した試験所・

校正機関の品質システム構築においても重要な要求事項であり、第三者機関による試験所認定や製品認証など、より客観性を確保した測定システム構築において欠かすことができない。さらに、国際通商上の障壁を低減することを目的とした国際相互承認などへの波及が予想される。

SSLの校正については、標準LEDの開発をはじめ、世界の主要な国家計量標準機関等によって、トレーサビリティ体系の整備が進められている。日本においても、温度安定化機構を備えた標準LEDを開発⁵⁾するとともに、JCSS制度を通じた既存の測光標準（光度標準、全光束標準など）からの拡張により、トレーサビリティの確保を行っている。

3.3 測定方法の標準化

ここまで示したとおり、SSLの測定にはさまざまな技術的課題がある。各課題について十分な技術的検討を行い、新しい測定法の開発や測定精度の向上を図ることの重要性はもちろんであるが、加えて、測定法の標準化を通じて広く産業界に普及させることが、測定結果の信頼性向上のために必要である。グローバル化が進む現在においては、通商に係る障壁を回避する目的等から、国際的に合意された測定法によって製品の性能が確認（認証）されることが必要条件となりつつあり、その根拠となる測定法の国際標準化、およびその普及が急務の課題である。

SSLの測定に係る国際標準化は、現在、主としてCIEとIEC（国際電気標準会議）で行われている。特にCIEでは、第2部会（光と放射の物理測定）を中心として、前述のCIE127:2007を筆頭に多くの検討が行われており^{6,7)}、現在、SSLの測定に関する技術委員会（TC）が8件活動している。また最近では、LED照明に対する試験規格の作成も進められている。これは、IECで審議されているLED照明の性能要求事項に対応した試験規格が強く求められていることを受けての活動であり、LED関連製品に対する製品認証の枠組み、および国際的な相互認証の動きへと大きく展開することが予想される。OLEDについても、す

にIECにて性能要求事項の審議が始まっており、測定法（試験方法）の規格化の動きへと推移するものと思われる。

本稿では、SSLの測光・放射測定における技術的課題について概説するとともに、不確かさ、トレーサビリティ、および国際標準化の観点から、今後の課題について述べた。測光・放射測定技術に関しては、従来の測光・放射測定技術にプラスして、SSL特有の分光特性、温度特性、配光特性、幾何条件などを考慮した測定法の最適化が必要である。各種補正技術をはじめとして、分光測定の高度化やイメージング測定などの新しい技術の導入も期待される。測定の不確かさおよび計量トレーサビリティは、SSL測定の信頼性を確保するとともに、その妥当性を客観的に示す手段として、今後重要性が増すと予想される。また、SSL製品の普及および品質向上の要求が高まる中、一連の研究開発成果を集約しつつ、測定法の国際標準化が進められており、その審議経過を注視するとともに、産業界へ普及する活動が必要である。

文 献

- 1) CIE127:2007: *Measurement of LEDs* (2007).
- 2) 神門賢二：“CIE127:2007 (Measurement of LEDs) の解説”，第21回JCIEセミナー資料 (2010) 1-5.
- 3) ISO/IEC Guide 98-3:2008: *Uncertainty of Measurement — Part 3: Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM:1995)* (ISO, 2008).
- 4) ISO/IEC Guide 99:2007: *International Vocabulary of Metrology — Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM)* (ISO, 2007).
- 5) K. Godo, T. Zama, S. Matsuoka, K. Ishida and Y. Yamaji: “Development of high reliability LED transfer standard at NMIJ/NICHIA,” *Proc. NEWRAD 2008*, PP18 (2008) pp. 217-218.
- 6) 蓓 洋司：“LEDの測光と課題”，*照明学会誌*, **94** (2010) 224-227.
- 7) 蓓 洋司：“LED照明の測光方法に関する国際標準化の動向”，*照明学会誌*, **96** (2012) 337-342.

(2012年11月1日受理)