

# 光特性測定システムの構築

上 菌 剛\*, 久保 敦\*\*, 尾前 宏\*

## Construction of Photocharacterization Measuring System

Tsuyoshi UEZONO, Atsushi KUBO and Hiroshi ONOMAE

近年LEDを用いた照明器具は一般家庭はもとより、店舗、工場など広い分野で普及が広がっている。平成25年度に施行された「エネルギーの使用の合理化に関する法律」(以下、省エネ法)において、トップランナー対象機器として電球型LEDランプが追加されたこともあり、照明器具等の光特性(全光束値等)を正確に測定することの重要性が年々高まっている。当センターでは照明関連の開発企業をサポートするために、平成25年度補正事業「地域オープンイノベーション促進事業」により全光束測定装置を導入し、暗室の整備、測定治具の開発、測定データの妥当性の確認など実施し、県内企業の方に安心して使用して頂ける環境構築を行った。

**Keyword** : 光特性, 全光束, 配光, 積分球

### 1. 緒 言

白色LEDが実用化されて以降、低消費電力・長寿命という特徴を生かして、様々な分野にLEDが利用されてきている。照明はその最たるもので、国内のLED電球の普及率は2013年において23%<sup>1)</sup>になっている。また、技術の進展により、変換効率の向上や高出力化が図られ、ハロゲン電球や、HIDランプ等、一般照明以外にもLEDの用途が広がっている。

LEDの普及に関しては、国のエネルギー基本計画や、日本再生戦略等により一定時期までに普及率を100%にする目標が掲げられており、税制優遇措置、補助金等の支援策などの具体的な施策が実施されている。

また、省エネ法において、全光束値、光源色、基準エネルギー消費効率等を表示することが義務づけられるなど、法規制の面からも、LED照明器具の光特性を測定する必要性が発生している。

当センターでは、県内企業の製品開発をサポートするために、評価設備として全光束測定装置を導入し、測定環境の整備・構築を行ったのでその内容について報告する。

### 2. 導入した測定システム

照明器具等の代表的な光特性としては、全光束、配光特性、光度、色温度、演色性などがあり、これらを測定する装置は大きく分けて2種類ある。一つは積分球方式(図1)で、もう一つは配光測定方式(図2)である。積分球方式は積分球内で被測定物を点灯させ、内部で全反射させて1点で測光し光特性を得る。一方、配光測定方式は2軸の回

転ステージに被測定物を取り付け、角度を変えながら一定距離離れた受光部で測光する。角度を変えながら取得した光度により配光特性が得られ、更に光度に係数を乗じて合算すると全光束値が得られる。それぞれのメリット、デメリットを表1に示す。当センターでは配光特性が得られることを重視し、後者の配光測定方式を導入した。導入した装置を図3に、その仕様の主なものを表2に示す。

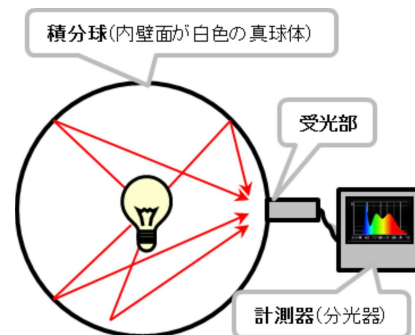


図1 積分球方式のシステム

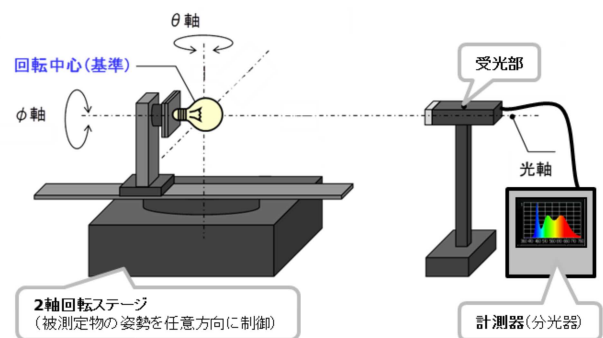


図2 配光測定方式のシステム

表1 測定方式によるメリット・デメリット

	積分球方式	配光測定方式
メリット	一瞬で光特性が得られる	任意方向の光特性が得られる
デメリット	配光特性が得られない	測定時間が長い

\*生産技術部

\*\*生産技術部 (現 (公財)かごしま産業支援センター)

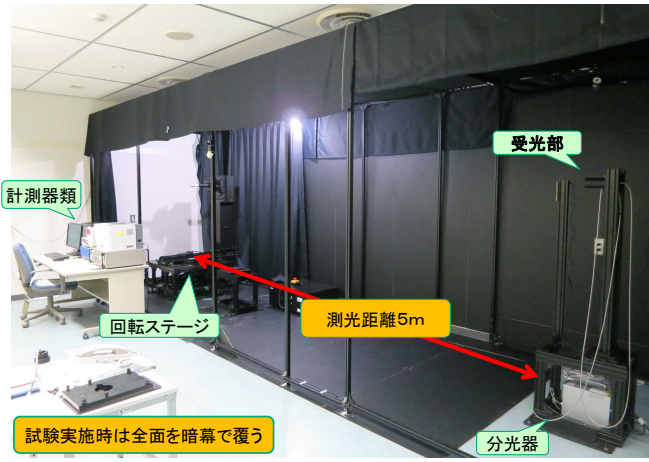


図3 配光測定システムの写真

表2 配光測定システムの主な仕様

項目	仕様	
分光性能	測定波長範囲	・360~830nm
	波長精度	・±0.3nm以内
	検出素子	・電子冷却CCD512ch
	波長幅分解能	・1.0nm/素子以下
	スキャン時間	・5ms~65s
測定距離	・1mと5m	
回転ステージ	・鉛直角(θ) : 0~±180° ・水平角(φ) : 0~+360° ・角度精度 : ±0.1°以内	
測定試料	・サイズ : 対角長さ 最大1700mm ・重量 : 最大15Kg ・厚さ : 最大350mm	
主な測定項目	・全光束 ・色度座標 ・演色評価数 ・L-I-V特性 ・分光放射照度 ・配光 ・相関色温度 ・主波長 ・分光放射束 ・半値全幅 他	
メーカー/型式	・大塚電子(株)/GP-1500	

3. 結果及び考察

3. 1 暗室の構築

光の測定を行う際には暗室が必要である。暗室には、外部からの光の進入を遮断する性能と、内部での乱反射を抑える性能が求められる。そこで、窓のない空調設備の整備された部屋に、幅2m×長さ7m×高さ2.4mの暗室を構築した。骨格にはアルミフレームを用い、内装品として3種類の素材を使用した。内装品について、ユニカミノルタ製の分光測色計CM-3600dを用いて測定した。透過率、反射率の結果を表3に、反射率のグラフを図4に示す。

透過率は全ての素材で0.01%以下で、被測定物を点灯しない真っ暗な暗室内で測定を行っても、測定限界以下であったことから、暗室の遮蔽効果は十分であると考えられる。

一方、反射率については化粧板が5%弱、暗幕が3%前後となっており、起毛マットの1%以下と比較して大きな値となり反射の影響が懸念される。また、暗幕は650nmより長い波長においては反射率が極端に大きくなる素材であることも確認できた。実際に暗室内で照明を点灯したところ、起毛マットと比較して反射率の大きな暗幕や化粧板で、テカリが確認でき、反射の影響が懸念された。そこで、反射の影響を排除するために、遮光板の設置を検討した。

表3 暗室内装品の特性

	化粧板	暗幕	起毛マット 側面 (回転ステージ裏)
使用箇所	床	側面・天井	
反射率	5%弱	3%前後	1%以下
透過率	0.01%以下	0.01%以下	0.01%以下



図4 暗室内装品による反射率の違い

遮光板は図5のイメージに示すように、被測定物側と、受光部側とを完全に2部屋に分離し、測定する直接光が通過するだけの窓を設ける構造とした。また、この窓の大きさは、被測定物の大きさに応じて変更できるように取り外し可能なアダプタ(φ300mm~20mm)とした。遮光板の位置については、暗室構造の都合により、光源から3.8mの位置に設置した。遮光板の写真を図6に、アダプタの写真を図7にそれぞれ示す。

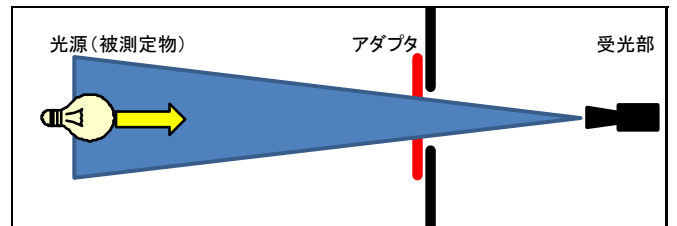


図5 遮光板のイメージ図



図6 遮光板の設置写真



図7 アダプタの写真

遮光板の効果を検証するために、遮光板の有無、及びアダプタの大きさを変更して全光束測定を行った。使用したサンプルはLED電球である。結果を図8に示す。

遮光板を設置することで、周辺部からの反射成分を除去でき、全光束値が大きく減少した。またアダプタの大きさを小さくするに従い、受光部に正対する内装品等からの反射成分を除去でき、全光束値も徐々に小さくなっていることが確認できた。 $\phi 20\text{mm}$ のデータは、測光すべき光まで遮った結果、大きく全光束値が低下したものと思われる。遮光板無しと遮光板有り ( $\phi 35\text{mm}$ ) の差は、約1.6%であった。

このことから、遮蔽板の設置により暗幕等の反射を抑えることができることを確認できた。また、被測定物から受光部に入射する直接光の周辺には、回転ステージの構造物や、受光部に正対する内装品からの反射が多く存在し、アダプタの大きさを被測定物に合わせて小さくすることで、測定誤差を小さくすることが可能であることが確認できた。しかし、どこまで小さくできるかは幾何学的な大きさ以外に、光の回折などの影響を考慮する必要も考えられる。今回はカメラの絞りのようにアダプタの大きさをアナログ的に可変する機構が準備できなかったため最適値の把握には至っておらず今後の課題である。

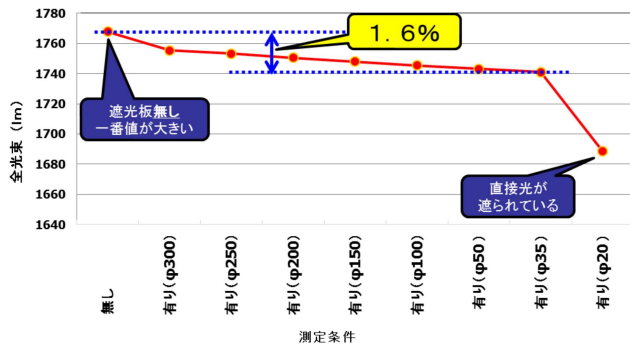


図8 遮光板による全光束値の変化

### 3.2 測定治具の開発

本装置で測定可能な測定試料は、表2に示す仕様の範囲内の大きさでなければならない。今回、その大きさを超える大型照明について測定を可能にする治具を企業と共同で開発した。

仕様にあるとおり、被測定物の厚さ方向の制限値は350mmであるが、今回は厚さ約500mmの大型照明について検討した。本来の取り付け位置に取り付けると、回転ステージの回転軸上に被測定物の基準面（今回の大型照明ではフードの先端）を合わせることができず正しく測定できない。そこで、本来の取り付け位置の上部に取り付け可能な治具を開発し、基準面を合わせられるようにした。光軸が400mm上方に移動するため、受光部も400mmかさ上げする治具を取り付けた。測定のイメージを図9に、実際の大型照明を

取り付けた写真を図10に示す。大型照明は治具に直付けするため、図9中に示す1軸 ( $\theta$  軸) のみ回転させて測定する。これにより水平1断面の測定が可能となり、全光束値や配光特性を得ることが可能となった。

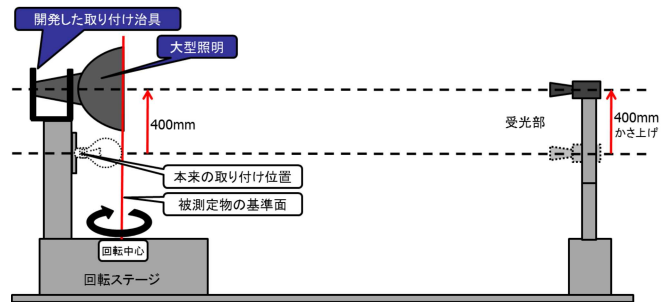


図9 大型照明取り付けのイメージ図

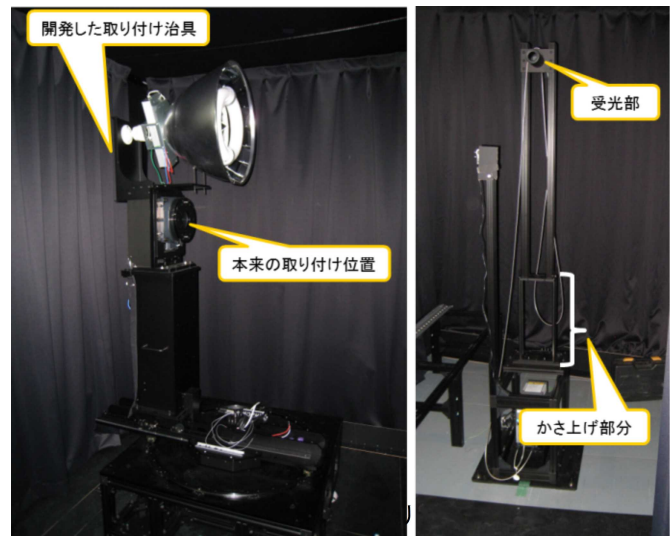


図10 大型照明を取り付けた写真

### 3.3 他県公設試との比較実験

測定データの妥当性を確認するために、九州内の他県公設試験研究機関（以下 公設試）と比較実験を行った。九州内には同様の評価設備を有する公設試が福岡県と宮崎県の2カ所にある。福岡県工業技術センターには当センターと同じ形式の配光方式と積分球方式の2種類、宮崎県工業技術センターには積分球方式の測定器がある。当センターの設備を合わせて4つのシステムで全光束値の比較を行った。使用したサンプルは電球型LEDランプ11個と、電球型蛍光灯1個、ダウンライト1個の計13個（福岡県は、うち4個）を用いた。

全光束値の測定結果を表4に、グラフを図11に示す。サンプル6を除くと、最大値に対する最小値の割合は99.8%~95.5%であった。装置を校正する際に使用する標準電球（ウシオライティング(株)製JPD100V500WCS)の”校正の不確かさ”が3~4%の数字であることを考えると、他県公設試と比較しても同程度の測定が出来ていると考えられる。

サンプル6の結果のみ測定値に大きなばらつきがあるのは、サンプルが蛍光灯であることに起因することは明らか



である。蛍光灯は、蛍光管内の放電現象により管内に封入した水銀蒸気と電子を衝突させ紫外線が発生し、その紫外線が管内壁に塗布された蛍光体に照射されることで可視光を作り出している。今回実施した4つの測定システムにおける主な測定条件の違いは、その測定方式によるサンプル設置の向き(積分球方式：上向き, 配光測定方式：横向き)である。

そこで、福岡県の積分球を用いて、同一の電球型蛍光灯の設置向きを上, 横, 下向きの3方向で測定した。その結果, 図12に示すとおり, 上向き：418ルーメン, 横向き：539ルーメン, 下向き：627ルーメンという結果になり, 設置向きで結果が大きく変わることが確認できた。このことから, サンプルの設置向きの違いにより, 内部ガスの状態が変化し全光束値が大きくばらついたと考えられる。また, 同じ配光測定システムである鹿児島県と福岡県の測定値に10%程度のばらつきがあることから, 同じ設置向きでも, 電球の側面の位置(どの側面が上方を向くか)により, 測定値が変化する可能性もあると考える。ちなみに, 同製品

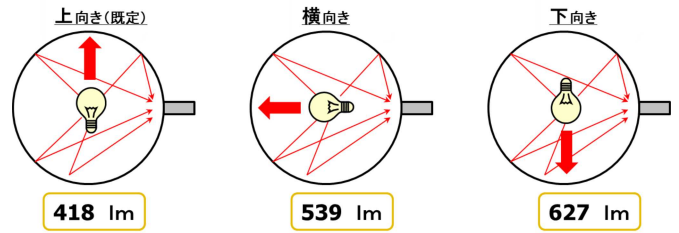


図12 電球型蛍光灯の設置向きによる全光束値の違い

のパッケージに記載された全光束値は655ルーメンであり, 下向きに取り付けた一番大きな値に最も近かった。

なお, 蛍光灯以外のサンプルにおいて全光束値以外の光特性(色度座標, 色温度, 演色評価数)についても比較した結果, その差は1%未満であり, 全光束値と同様に同等の測定ができていることも確認した。

4. 結 言

構築した全光束測定システムは, 九州内の他県公設試に整備されている装置と比較して0.2%~4.5%のばらつきに収まっており, 同等のデータが得られることが確認できた。また, 正規の取り付け位置では測定出来ない大型の照明器具について, 専用の取り付け治具を作成することで測定が可能になることが確認できた。

現システムの課題としては, 直管型照明器具の測定では測光距離が短い, 大型照明の測定では2軸回転ができないという2点が挙げられる。例えば, 長さ1.2mの直管型LED照明の測定には, その5~10倍の6m~12mの測光距離が必要とされており, 現状の5mの測光距離ではその長さが不足する。また大型照明の測定では, 測定治具の開発により水平1断面の測定は可能であるが, φ軸の回転がないため非対称な照明において正確な全光束値が得られない可能性がある。今後これらの課題に対応することで測定対象品目を拡大し, 県内企業のサポートを充実していく予定である。

謝 辞

比較実験を行うにあたり, ご協力頂きました福岡県工業技術センターの渡邊恭弘氏を代表とする職員の方々, また宮崎県工業技術センターの山下一男氏に謝意を表します。

参 考 文 献

1)内閣府：“平成25年度ICT-WG報告書”(2013)

表 4 比較測定の結果

No.	サンプル 名称	全光束値 (lm)				Min/Max
		①鹿児島 (配光)	②宮崎県 (積分球)	③福岡県 (積分球)	④福岡県 (配光)	
1	M社_昼光色_325	360.9	357.3	-	-	99.0%
2	M社_昼光色_810	896.0	897.8	-	-	99.8%
3	M社_電球色_810	771.8	788.9	-	-	97.8%
4	P社_昼光色_825	876.3	871.6	856.8	897.2	95.5%
5	P社_昼光色_810	842.3	850.7	-	-	99.0%
6	P社_昼光色_655_蛍光灯	525.6	432.8	418.3	585.9	71.4%
7	P社_電球色_485	591.7	584.2	-	-	98.7%
8	T社_電球色_810	867.2	871.6	860.0	882.0	97.5%
9	I社_電球色_1520	1506.9	1514.7	-	-	99.5%
10	P社_昼光色_485	510.6	505.1	-	-	98.9%
11	P社_昼白色_810	897.0	887.7	-	-	99.0%
12	I社_昼光色_1740	1756.7	1766.5	-	-	99.4%
13	K社_昼光色_ダウンライト	461.7	459.6	461.2	468.1	98.2%

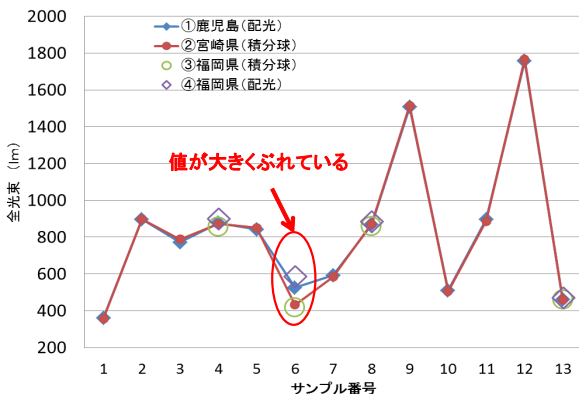


図11 比較測定の結果