

ノート

# LED 電球の全光束出力安定度評価方法の開発

澁谷 孝幸<sup>\*1)</sup> 岩永 敏秀<sup>\*2)</sup> 横田 浩之<sup>\*1)</sup>

## Development of stability evaluation method and monitoring system in total luminous flux measurement

Takayuki Shibuya<sup>\*1)</sup>, Toshihide Iwanaga<sup>\*2)</sup>, Hiroyuki Yokota<sup>\*1)</sup>

キーワード：LED (Light Emitting Diode)，全光束，出力安定度評価

Keywords：LED (Light Emitting Diode)，Total luminous flux，Stability evaluation

### 1. はじめに

近年，LED (Light Emitting Diode) を用いた照明器具の製品開発が活発化しており，市場の大幅な拡大に伴って性能評価に関する依頼試験数が上昇傾向にある。中でも全光束測定は，単位消費電力あたりの明るさであるランプ効率 (lm/W：ルーメン毎ワット) を求める事で光源そのものの性能評価や省エネ指標の一つとして用いるなど，重要な項目の一つである。LED照明器具の全光束値はLEDの温度上昇により時間とともに徐々に減少していくため，安定状態を見定めて測定を行う必要がある。安定度評価方法は，現状球形光束計を用いた全光束測定について規定する JISC7801<sup>(1)</sup> では具体的な規定が存在せず，光度測定の方法を規定する JISC8105-5<sup>(2)</sup> において，一定時間毎の全光束値を比較して出力の変動率を算出する評価法が存在するという状況である。しかし，後者の算出方法も特段の理論的根拠があるわけではなく，白熱灯や蛍光灯の測定方法を準用しているため，LED照明器具に対して常に精度よく測定ができていたとは言い難い。本稿では，LED照明器具の全光束測定において精度の良い出力安定度評価を行うため，LED照明器具の全光束-時間特性モデルを提案し，検証を行った結果について報告する。

### 2. 全光束値の経時減衰モデル

LEDを光源とし，温度調節や電流制御を行わない照明器具の温度は，熱源 (P-N ジャンクション)，放熱部 (回路等も含む)，熱浴 (大気など) の三つの要素が主なパラメータとなっている。このような構造のLED照明器具温度は，環境温度から熱時定数  $\tau_{th}$  で定常状態に緩和するため (1) 式の様な指数関数の形で表す事ができると考えられる。

$$T(t) = T_0 + \Delta T \left( 1 - \exp \frac{-t}{\tau_{th}} \right) \dots\dots\dots (1)$$

ここで， $T(t)$  は時刻  $t$  における LED 照明器具の温度， $T_0$  は器具の初期温度 (環境温度)， $\Delta T$  は定常状態に至る温度変化である。一方，図1はある LED 電球について，電球管体の温度に対する全光束値 (最大値を1とした相対値) を示したグラフである。グラフから，全光束値の減少と温度の上昇は比例の関係にある事がわかる。

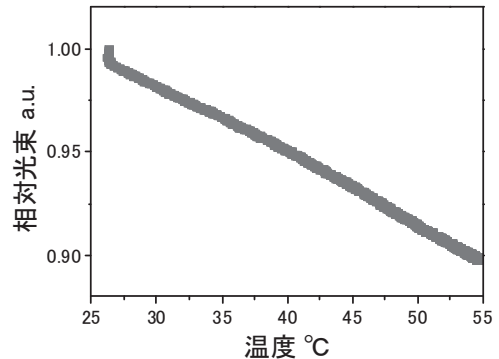


図1. LED電球管体温度と全光束(相対値)との関係

(1) 式において温度の上昇に関するパラメータは  $\Delta T$  であるから，図1の結果と合わせて時刻  $t$  における全光束値及び定常値 (十分に温度が安定した時の全光束値) は次式のように仮定する事ができると考えられる。

$$\Phi(t) = \Phi_0 - \Delta\Phi \left( 1 - \exp \frac{-t}{\tau} \right) \dots\dots\dots (2)$$

$$\Phi_{\infty} = \Phi_0 - \Delta\Phi \dots\dots\dots (3)$$

ここで， $\Phi(t)$  は時刻  $t$  における全光束値， $\Phi_0$  は点灯直後の全光束値 (初期値)， $\Delta\Phi$  は定常状態に至る全光束値変化， $\tau$  は時定数， $\Phi_{\infty}$  は  $t$  を無限大にとった場合の全光束値の定常値である。

事業名 平成23年度 基盤研究  
<sup>\*1)</sup> 光音技術グループ  
<sup>\*2)</sup> 経営企画室

### 3. モデル式の検証

(2) 式の妥当性について、既存の全光束測定装置を用いて全光束-時間特性計測を行うシステムを構築し、検証を行った。全光束測定は、球形光束計法により行った。図2に、時間経過に対するLED電球の全光束値特性について、定格値210lm(電球色)、280lm(昼白色)、310lm(電球色)、420lm(昼白色)を測定した結果を示す。また取得したデータについて式(2)によるフィッティングを行った結果を表1に示す。表1から、全てのLED電球において寄与率が99%以上となっており、LED電球の全光束-時間特性のモデル式として、今回測定を行った試験品の範囲で、(2)式の妥当性を確認した。

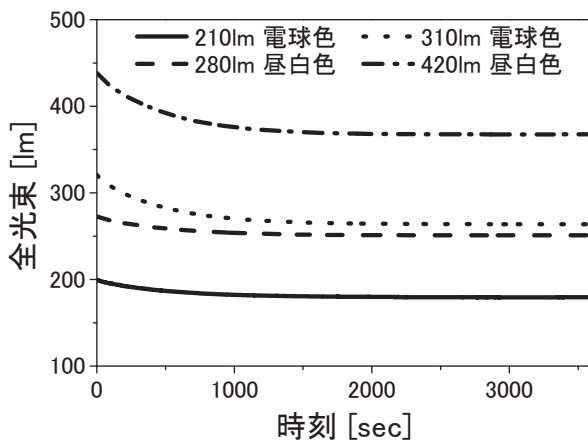


図2. LED電球の全光束値-時間特性

表1. 各種試験品のパラメータとフィッティング寄与率

試験品名	初期全光束 $\Phi_0$	全光束変動 $\Delta\Phi$	時定数 $\tau$	寄与率 $R^2$
210lm 電球色	199	19.4	514	0.9996
280lm 昼白色	272	21.1	502	0.9995
310lm 電球色	319	54.9	466	0.9998
420lm 昼白色	437	69.5	480	0.9998

### 4. モデル式を用いた安定度評価方法の提案

検証を行ったモデル式を用い、全光束安定度評価方法の開発の検討を行った。安定度を評価する際、一定時間間隔で全光束値のモニタリングを行うが、各時刻までに得られた全光束値の時系列データから、(2)式を用いて逐次フィッティング処理を施す事で、各種パラメータの予測が可能である。ここで、(3)式から求まる全光束定常値を安定度の評価基準とし、現在の全光束値との比較を行う事で、より精度の高い安定度評価が可能になると考えられる。

### 5. まとめと今後の展望

今回、温度調節や電流制御を行わないLED電球について、全光束出力値の時間変動モデルを仮定し、検証を行った。検証の結果、測定を行った試験品の範囲においてフィッティングの精度を表す寄与率が99%以上と良好な結果が得られ、モデル式の妥当性を確認する事ができた。更に、フィッティング処理により得られた全光束定常値を安定度の評価基準とし、現在の全光束値との比較を行う事で、より精度の高い安定度評価法とする提案を行った。今後、モデル式から算出されるパラメータによって、全光束の定常値や、定常状態に至る時間といった光源性能の明確化による製品情報の付加価値化などが可能になると考えられる。

(平成25年7月17日受付、平成25年8月9日再受付)

### 文 献

- (1) JIS C 7801 : 2012 一般照明用光源の測光方法  
 (2) JIS C 8105-5 : 2011 照明器具-第5部 : 配光測定方法