

照度応答度標準受光器の校正

後藤 竜也 (日本電気計器検定所 標準部)

1. はじめに

近年、照明等の多くが従来の白熱電球（タングステン電球）から Light emitting diode (LED) 電球に置き換わっているなか、当所が標準器としているタングステン型の標準電球についても例外ではなく、既に国内事業者からの入手は非常に困難となっている。そのような状況下、今後も安定的に測光標準の維持管理及び供給をしていくためには、測定方法あるいはトレース体系の選択肢を増やすことが望ましく、また、他の測光事業者においても、同様な状況であると考えられる。

そこで、その対応策のひとつとして、国立研究開発法人産業技術総合研究所（以下、産総研という）が提供する照度応答度の校正サービスを利用した、照度応答度の校正体系の構築及び校正サービスの開始を目指した。

本稿では、照度応答度のトレーサビリティ体系及び標準受光器の性能評価並びに校正手法等について報告する。

2. 照度応答度のトレーサビリティ

被校正品の照度応答度は、参照標準である照度応答度標準受光器の照度応答度にトレースされる。図 1 に照度応答度のトレーサビリティ体系を示す。

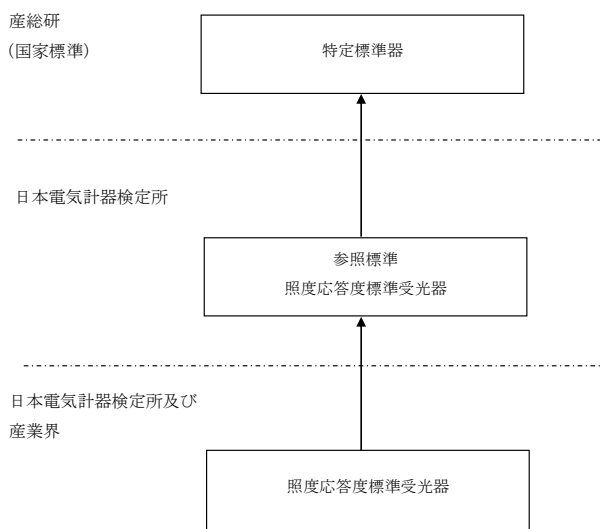


図 1 照度応答度のトレーサビリティ

3. 標準受光器の性能評価

所有する照度応答度標準受光器 4 台について光学特性を測定し、参照標準として適当な器物を選択することにした。性能評価の基準は、独立行政法人製品評価技術基盤機構認定センターが公開している「JCSS 技術的要求事項適用指針」（以下、適用指針という）における特定二次標準器の具備条件とした。

以下に、光学特性と不確かさ要因に対する測定結果を報告する。

3.1 光学特性

適用指針には、照度応答度標準受光器の光学特性として次のように示されている。また、表 1 に、測定結果を示す。

- (1)分光視感効率からの外れ (f_1') が 3.5 % 以下であること。
- (2)紫外域・赤外域の応答特性について、JIS C 1609-1 の一般形精密級照度計に準じる性能を持つこと。

表 1 光学特性の測定結果

項目と 限度値 器物	分光視感効率 からの外れ	紫外域の 応答特性	赤外域の 応答特性
	3.5 %	1 %	1 %
A	1.9 %	0.6 %	0.1 %
B	2.0 %	3.2 %	0.1 % 以下
C	2.6 %	0.7 %	0.1 %
D	3.3 %	0.1 % 未満	0.1 % 以下

3.2 不確かさ要因

適用指針には、不確かさ要因として次のように示されている。また、その測定結果を表 2 に示す。

- (1)校正範囲における照度応答度の直線性

1 lx – 3000 lx における直線性からの外れが ± 0.2 % 以内であること。

- (2)照度応答度の温度依存性

23 °C \pm 2 °C における温度依存係数が ± 0.2 %/K 以内であること。

- (3)照度応答度の経年変化

一年間の照度応答度の経年変化が ± 0.2 % 以内であること。

表 2 不確かさ要因の測定結果

項目と 限度値 器物	直線性	温度依存性	経年変化
	±0.2 %	±0.2 %/K	±0.2 %/年
A	±0.2 %以内	-0.2 %/K	±0.2 %以内
B	±0.1 %以内	-0.1 %/K	±1.5 %以内
C	±0.1 %以内	-0.1 %/K	±0.2 %以内
D	±0.2 %以内	-0.1 %/K	±0.2 %以内

(注) 経年変化は約 6 ヶ月間の調査から推定した 1 年間の値

4. 標準受光器架台

照度応答度標準受光器の設置再現性を高めるため、5 軸 (X、Y、Z、θ、α) 調整機能を設けた専用の架台を作製した。これにより、被校正品の測光距離は、標準器の測光距離に対して±0.2 mm 程度で一致させることができ、また、傾きは、光軸に対して±0.5°以内に設置することができる。架台の外観図を図 2 に示す。



図 2 照度応答度標準受光器の架台

5. 校正原理

安定した光源ランプを仲介として、光軸上で、参照標準と被校正品とを置き換えて比較する置換法を校正原理としている。図 3 に測定装置の配列を示す。なお、光源ランプの分布温度は分布温度測定装置により確認することにして

いる。被校正品の照度応答度 S_x は、参照標準の応答 i_s 、被校正品の応答 i_x 、アンプのゲイン G_s 、 G_x 及び参照標準の照度応答度 S_s から式 (1) により求める。

$$S_x = \frac{i_x}{i_s} \cdot \frac{G_s}{G_x} \cdot S_s \quad \dots\dots\dots(1)$$

ここで、

- S_x : 被校正品の照度応答度 [A/lx]
- S_s : 参照標準の照度応答度 [A/lx]
- G_s : 参照標準測定時のアンプのゲイン [V/A]
- G_x : 被校正品測定時のアンプのゲイン [V/A]
- i_s : 参照標準の応答 [V]
- i_x : 被校正品の応答 [V]

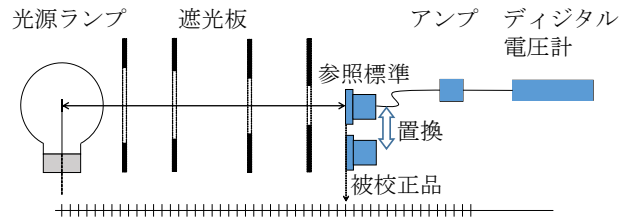


図 3 装置の配列

6. 不確かさ

検討した不確かさの要因の中では、参照標準の不確かさが最も大きく、続いて温度依存性、長期安定度、角度特性、直線性などであった。現状の設備では、測光距離を約 5 m としているため、受光器どうしの距離の違いによる影響は殆ど影響しない。これらの結果、本校正における相対拡張不確かさは 0.9 %程度となっている。

7. まとめ

今回、新たに照度応答度の校正体系が確立できたことにより、適用指針に示される条件を満たす照度応答度標準受光器を校正対象器物として、照度応答度の一般校正のサービスを開始することができた。なお、今後は、JCSS の取得に向けての作業を進めることとしている。また、所内標準の維持管理に、照度応答度の利用を検討する予定である。

参考文献

- (1) 木下健一：“検出器の応答度に基づく測光・放射標準の具現方法に関する調査研究”，産総研計量標準報告，Vol.7, No.1 (2008 年)
- (2) 日本産業規格：“JIS C 1609-1：2006 照度計 第 1 部：一般計量器”
- (3) 独立行政法人製品評価技術基盤機構：“技術的要求事項適用指針”，JCT21400(第 11 版)

(2020 年 5 月 22 日受付)