

分光放射輝度計の校正システムの構築に向けて

鈴木 力 横田 勇（日本電気計器検定所 標準部）

1. はじめに

近年、LED 照明の普及などにより、光の評価方法は従来の標準視感効率を基にする方法に併せて、光を波長ごとに評価する分光測定法が重要となっている。

分光測定に用いられる分光放射輝度計の校正に関する問い合わせが寄せられていることから、既存の設備で分光放射輝度の実現が可能な方法を検討した。その結果、輝度計の校正技術としても知られている標準電球と白色拡散反射板（以下、拡散反射板）を用いた分光放射輝度計の校正システムの構築に向けて検討を行ったので概要について報告する。

2. 校正原理

分光放射照度標準電球と拡散反射板を図 1 のように配置したとき、分光放射輝度は次式であらわされる。

$$L(\lambda) = \frac{\beta(\lambda)}{\pi} E(\lambda) \dots \dots \dots (1)$$

ここで、

$L(\lambda)$: 分光放射輝度

$\beta(\lambda)$: 受光角 θ における拡散反射板の分光放射輝度率

$E(\lambda)$: 分光放射照度標準電球の分光放射照度

(1)式より、分光放射照度標準電球の分光放射照度と拡散反射板の分光放射輝度率が既知であれば拡散反射板の反射面の分光放射輝度が決定し、分光放射輝度計の校正が可能となる。

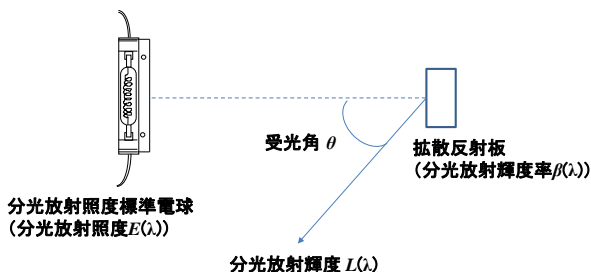


図 1 分光放射照度標準電球と拡散反射板を使用した分光放射輝度の測定

3. 校正方法

分光放射照度標準電球には電球台座前面から 50 cm の位置の分光放射照度が、拡散反射板には 0° 入射 - 45° 受光を

測定幾何条件とした分光放射輝度率がそれぞれ値付けされている。

図 2 のように、測光ベンチ上の点灯台に分光放射照度標準電球を取り付け、分光放射照度標準電球の台座前面から 50 cm 先に拡散反射板を正対するように設置する。分光放射照度標準電球を点灯し、拡散反射板の受光角 45° の方向から分光放射輝度計で表示を読み取ることで分光放射輝度計を校正する。校正を行う際の測定距離は 1.5 m を想定している。

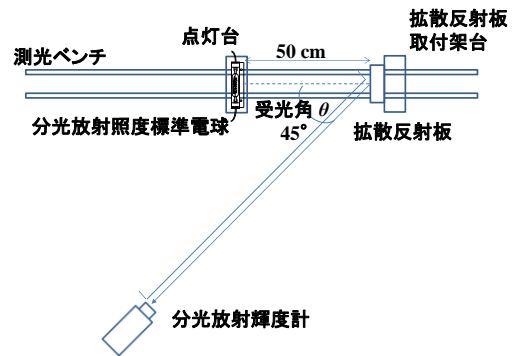


図 2 校正方法

4. 校正の不確かさ

不確かさの要因は、分光放射照度標準電球の不確かさと拡散反射板の不確かさ、測定距離の違いによる不確かさ、設置角度の違いによる不確かさ、そのほか、視野角や拡散反射板のむらや標準電球の設置位置の違いによる不確かさなどが挙げられる。その中でも分光放射輝度計の設置による不確かさが大きく影響すると考え実験を行った。

ここでは設置角度の不確かさと測定距離の不確かさについて説明する。

4.1 設置角度の影響

設置角度は、分光放射輝度計の設置位置を拡散反射板から近距離にすると、わずかな位置のずれが大きな角度のずれになってしまうため測定時は、設置位置を拡散反射板から 1.5 m の距離から測定することにした。このとき、分光放射輝度計の設置は $45^\circ \pm 1^\circ$ で十分設置が可能であると考え、分光放射輝度計の設置角度 45° を基準として $\pm 1^\circ$ にしたときの分光放射輝度を測定する実験を行った。その結果、変化は 0.8 % であった (図 3)。

4.2 測定距離の影響

分光放射輝度計は、単位立体角あたりの放射束を測定するもので、測定原理的には距離による影響はないと考えられるが、今回、不確かさの要因の一つとして実験を行った。測定距離を1 m、1.5 m、2 mについて行い、1.5 mの測定値を基準としたときのそれぞれの偏差を図4に示す。偏差の最大と最小の差は0.8%となり、特に短波長側のばらつきが大きかった。これは光源の出力及び分光放射輝度計の受光感度が、それぞれ短波長になるにつれ弱くなることが原因であると考えられる。結果的に短波長側では、ばらつきとして現れたと言える。

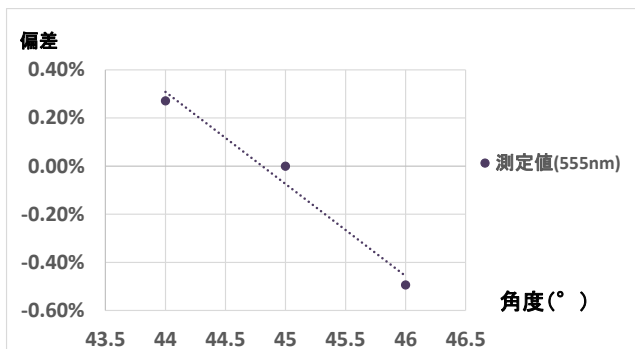


図3 角度の影響

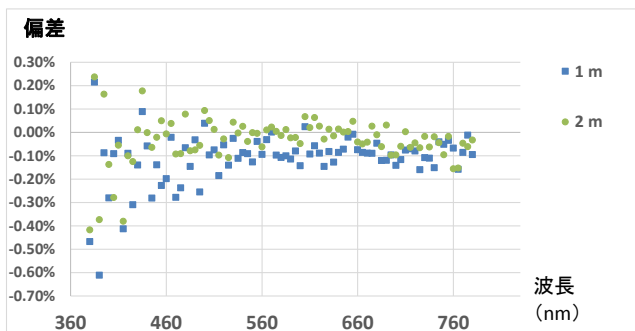


図4 測定距離の影響

5. バジェットシート

表1にバジェットシートを示す。拡散反射板の不確かさは、波長ごとに分かれるが使用する波長帯域での最悪値を採用した。

6. まとめ

今回、分光放射照度標準電球と白色拡散反射板を用いた分光放射輝度計の校正システムを検討した結果、相対拡張不確かさとして4.4%程度で測定できることが確認できた。標準電球の不確かさが支配的であり、その他の影響量は比較的小さいことが分かった。

今後、技術的妥当性の行った後、業務を開始したい。

表1 バジェットシート (380 nm~780 nm)

不確かさの要因	標準不確かさ(%)
標準電球の校正值	2.1
拡散反射板(BRDF*)の校正值	0.38
測定距離	0.23
設置角度	0.23
視野角	0.12
拡散反射板のむら	0.01
標準電球の設置	0.29
測定のばらつき	0.14
合成標準不確かさ	2.2
拡張不確かさ(k=2)	4.4

注 BRDF：2方向反射率分布関数

(2018年6月8日受付)