

校正等の実施について 光：照度応答度

1. 背景

照度とは、人間の目で見たと際の光の強さを示す量の1つで、単位面上に入射する光の強さを示す量である。当該量は五感（視覚・聴覚・嗅覚・味覚・触覚）の中でも人間にとって最も重要な視覚に関わる量であるため、我々の日常生活に密接に関わっており、生活・作業空間での照明環境確保、モニタ等情報表示装置の表示能力の確保等、照明、情報分野をはじめとする社会基盤構築に際して欠かす事の出来ない重要な量である。

現在、照度は、JCSS 制度に基づいて供給されており、登録事業者が所有する特定二次標準器は、日本電気計器検定所の所有する特定副標準器により校正され、当該特定副標準器は、独立行政法人産業技術総合研究所が保管する特定標準器によって校正されている（現在の登録事業者は6者である）。

現在の照度供給体系では、特定副標準器及び特定二次標準器は単平面型照度標準電球（以下：光度標準電球）と呼称される電球で、登録事業者は、光度標準電球と光度 - 照度間に成立する距離の逆二乗則を元に、光源の明るさを示す光度から、受光面での明るさを示す照度を校正する。

照度は単位面上に入射する光の強さを表すことから、光源を元に受光面上の照度を校正する手法より、受光面上に受光器を設置することで照度を校正する手法の方が事業者にとってより直接的・簡便であることは言うまでもないが、この場合、人間の目の視感度に良く一致した感度を持つ受光器が必要で、現在の照度供給体系が構築された当時はこのような受光器の入手が困難であったため、標準電球を介した供給体系が選択された。

しかしながら、標準電球は需用が必ずしも多く無いにもかかわらず製造工程が特殊・複雑で、生産維持に際しての負担は大きく、近年の技術革新を背景とした新光源の登場も相まって、製造メーカーは生産中止も視野に入れつつあり、将来の安定供給に懸念が持たれている。また、標準電球は高価にならざるを得ず、登録事業者にとっての負担も大きい。

一方、最近では標準器として良好な性能を有する受光器が市販され始めており、このような受光器の感度（照度応答度）を校正し、特定二次標準器として供給するような新たな照度供給体系を構築出来れば、高額な光度標準電球を使用する事無く直接的かつ簡便な手法で照度を校正する事が可能となるため、登録事業者にとっての利点大きい。

また、照度は、値の同等性を国際的に担保することが不可欠な量として認識され、その国際比較は、測光放射測定諮問委員会（CCPR）の基幹国際比較となっ

ており、従来は電球を巡回器とするもの（CCPR - K3.a）または受光器を巡回器とするもの（CCPR - K3.b）のどちらかに参加することにより国際同等性が担保されてきたが、測光放射測定諮問委員会（CCPR）では、将来的に当該国際比較をどちらかに一本化する検討を始めており、照度応答度標準の校正方法を確立する意義は産業技術総合研究所にとっても非常に大きい。

以上の国内外の状況を踏まえ、産業技術総合研究所では今回新たに受光器の照度応答度校正方法を確立した。但し、登録事業者に寄せられる顧客の校正ニーズは多様で、米国国立標準技術研究所（NIST）やドイツ物理工学研究所（PTB）等、各国標準研においても電球に対する校正サービスと受光器に対する校正サービスが併存させていること等を鑑み、受光器による照度応答度標準の供給は、従来の光度標準電球による供給と並行して実施する。これらを通じて JCSS 制度による標準供給のさらなる普及を促進する。

2．特定標準器

照度応答度標準は以下の 4 個の指定済み特定標準器を使用して実現される。

- ・ 自己校正測定装置（既存）
- ・ 比較受光器（既存）
- ・ 単色平行光発生装置（既存）
- ・ 分光視感効率近似受光器（既存）

3．特定標準器の概要

(1) 特定標準器の概要

- ・ 自己校正測定装置

主として極低温放射計からなる。極低温放射計は入射する光のパワーと入力電力との等価性を保証できる装置であるため、入力電力を電気標準に基づいて校正する事により、入射する光の絶対パワーを校正する事が可能で、比較受光器の校正に用いられる。同一のレーザ光源からの光を極低温放射計、及び、比較受光器で測定し、極低温放射計から得られる入射光の絶対パワーに対する比較受光器信号強度を決定する事で、レーザ波長での比較受光器の分光応答度（A）が校正される。

- ・ 比較受光器

複数の検出器（シリコンフォトダイオード）の配置を工夫し、トラップ配置とすることで、全体の実質的な反射率をほぼ 0 とした受光器。反射率がほぼ 0 であるため、不確かさの小さい分光応答度校正が可能である。

- ・ 単色平行光発生装置

ランプ等白色光源からの光を分光し、ほぼ単色で平行な光放射を発生させ

る事が出来る装置であり、分光応答度が校正された比較受光器と併用することで、分光視感効率近似受光器の分光応答度の校正が可能となる。

比較受光器に当該装置からの光を入射させた際の比較受光器信号強度と比較受光器の分光応答度から上述のレーザ波長での単色光のパワーが評価され、当該装置の持つ内挿機能より、レーザ波長以外での単色光のパワーも評価される。この単色光を分光視感効率近似受光器に入射させ、分光視感効率近似受光器信号強度を測定する事により、分光視感効率近似受光器の分光応答度（B）の校正が可能となる。

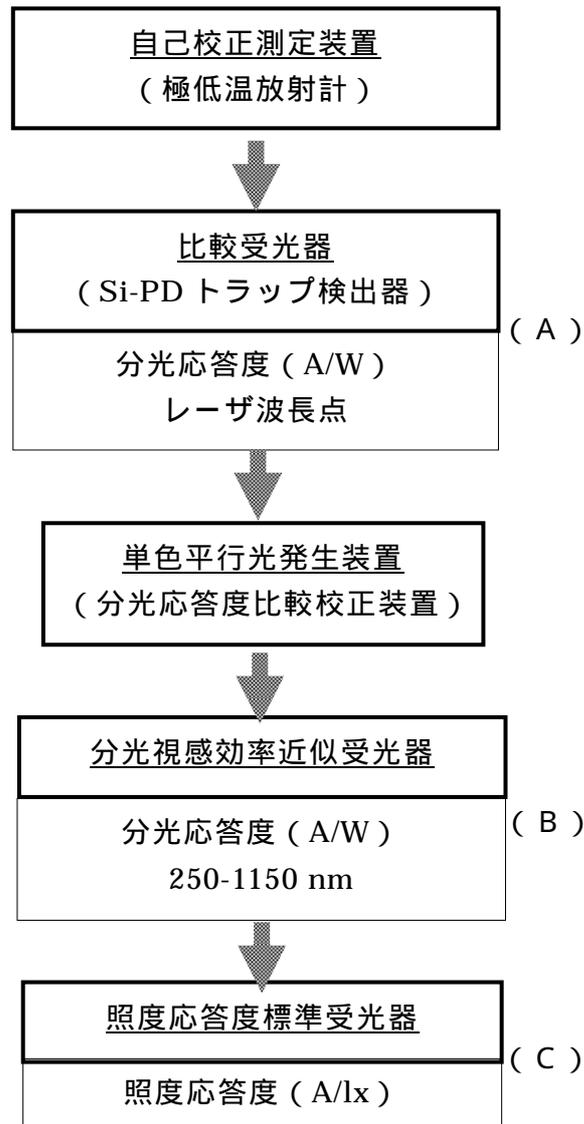
・ 分光視感効率近似受光器

人間の目の視感度（分光視感効率）に近似した分光応答度を持つ受光器であり、近似度は単色平行光発生装置と比較受光器の組み合わせによる分光応答度校正により確認されている。開口面積が校正された精密アパーチャとの組み合わせにより設置位置での照度（及び、測定対象電球の光度）を校正する事が可能である。

（2）特定標準器による特定二次標準器の校正の方法

上記の特定標準器群を用いることにより、光源の光度、および、その光源が測定面で実現する照度を校正することが可能となる。同一測定面に特定二次標準器を設置し、特定二次標準器の信号を測定して、上記で校正された照度に対する特定二次標準器の信号比を求めることにより、特定二次標準器の照度応答度（C）が校正される。

これら特定標準器等を使用して照度応答度標準を実現する体系を以下に模式的に示す。



4 . 計量法第 135 条第 1 項に基づく校正実施機関

独立行政法人産業技術総合研究所

5 . 特定二次標準器

(1) 照度応答度標準受光器

(2) 特定二次標準器の具備条件

(a) 受光面は平面状でかつ透過型拡散板を有していること。

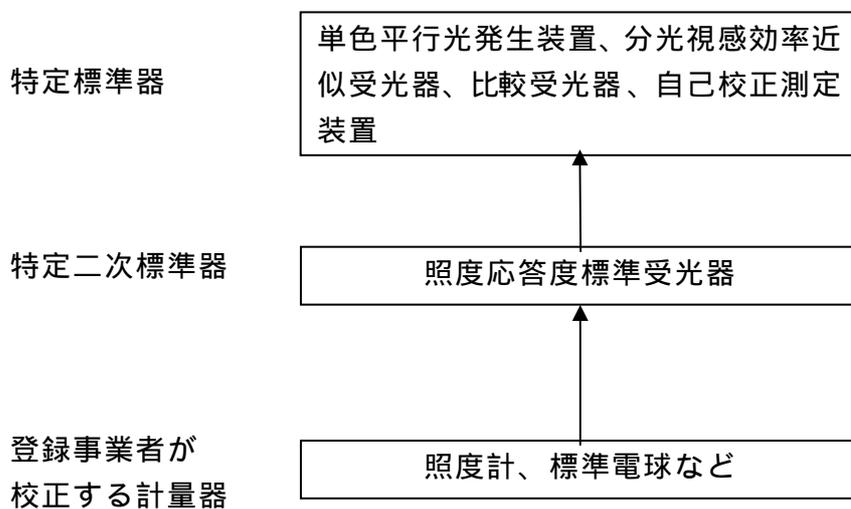
(b) BNC 端子を介した電流による出力信号の取り出しが可能であること(変換

コネクタ等による変換も含む)

- (c) 本体形状が $37 \text{ mm}\phi \sim 50 \text{ mm}\phi \times 45 \text{ mm} \sim 47 \text{ mm}$ 程度の寸法を持つこと。
 - (d) 本体部に固定用の M6 ネジ穴を持ち、ネジの方向が光軸と直交していること。
 - (e) 当該受光器は平面上での照度を測定する機器であること。また、照度測定面が当該受光器のいずれの位置にあるか指定されていること。
 - (f) f_1' が 3.5 % 以下であること。
 - (g) 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。
 - (h) 以下の各項目について不確かさの評価が行われており、かつ次の条件を満たすこと(実験的に不確かさ評価が実施されているか、あるいは論文等、引用可能な信頼性のある文書で公知となっているデータを元にした不確かさ評価が可能であること)。ただし、既に、適切に不確かさ要因が評価され、特定二次標準器としての十分な品質が確認できているものは除くこととする。
 - (ア) 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 $\pm 0.2 \%$ 以内であること。
 - (イ) 照度応答度の温度依存性
 - 23 ± 2 における温度依存係数が $\pm 0.2 \%$ K⁻¹ 以内であること。
 - (ウ) 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 $\pm 0.2 \%$ 以内であること。
- (3) 特定標準器による校正等の期間 (校正等の周期)
- 1 年

6. トレーサビリティの体系図及び測定の不確かさ

(1) トレーサビリティの体系図



(2) 測定の不確かさ

特定標準器による校正等における測定の相対拡張不確かさ ($k = 2$) は、0.70% を予定している。

登録事業者が行う校正における測定の相対拡張不確かさは ($k = 2$) は、1% 程度を想定している。