

校正等の実施について

光：分光放射照度

1. 背景

分光放射照度とは、面上に入射する光の強さを表す量であって、単位面上に単位波長あたり入射する放射束として定義される。当該量は光源により照射された場所での光の強さ評価や光源のスペクトル評価に不可欠な量であり、照明、情報、材料評価、加工製造、エネルギー、医療分野等で広く用いられている。

現在、波長 250 nm 以上 2500 nm 以下での分光放射照度は JCSS 制度により供給されており、登録事業者が所有する特定二次標準器（分光放射照度標準電球）は、日本電気計器検定所の所有する特定副標準器（分光放射照度標準電球）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（現在の登録事業者数は7者である）。しかしながら、250 nm 以下の放射は、従来より、材料評価、加工製造、医療分野等で広く用いられており、さらに短い波長域の分光放射照度校正を望む声が産業界には多かった。

また、近年の安全性に関する関心の高まりに伴い、IEC と CIE（国際照明委員会）は、放射に対する生体安全基準に関する規格を制定し（IEC62471 / CIE S-009 Photobiological Safety of Lamp and Lamp Systems、特に目及び皮膚に対する紫外放射傷害の露光限界が 200 nm ~ 400 nm に対して定められており、300 nm 以下の放射に対する紅斑・紫外性眼炎のリスクファクターはそれ以外の放射に対して 100 から 1000 倍である）、これを受けて、日本でも 2004 年に JIS 標準仕様書(TS)（JIS TS C 0038 ランプ及びランプシステムの光生物学的安全性）が作成されるに至っている。これらの規格・仕様の大きな特徴は、200 nm 以上の放射に対する安全基準が記載されている事にあり、安全性担保のため、200 nm 以上の放射測定を要求する動きは世界的な主流になりつつある。安全が担保されない場合、商取引の上で不利益を蒙る事が予想される事は想像に難しくなく、当該波長域校正に対する要望は、当該波長域の光源を利用するユーザのみならず、光源製造事業者、光源を利用した製品を販売する事業者にも広がりを見せはじめ、社会的必要性の高まりは著しい。このような高まりを受け、関連事業者の多くが所属する日本電球工業会では、2000 年 4 月より海外標準（NIST, NPL 標準）を導入し、校正サービスを開始していたが（校正実務は埼玉大学に委託）、スケールの妥当性、長期的なサービスの維持等が危惧され、産総研に対しての校正サービス開始の要請が強まっていた。

以上のような背景から、産業技術総合研究所では、分光放射照度標準の JCSS 供給波長範囲を従来の 250 nm 以上から 200 nm 以上に拡張するための研究開発を行い、このたび、200 nm 以上の分光放射照度標準を準備した。これにより、産業界の要求を十分満足する標準供給が可能となった。また、この準備に先立って、産業技術総合研究所では、2006 年 4 月より当該波長域での校正に対応する依頼試験を開始しているが（電球工業会校正サ

ービスはそれに伴い廃止された)、これまで4事業者から複数の校正依頼を受け、2事業者から校正内容の問い合わせを受けるなど、従来の波長250 nm以上2500 nm以下の登録事業者数とそれほど遜色ない数の事業者からの校正利用があった。よって、JCSS 供給波長範囲拡張後の校正サービスの利用も多いと予想される。

2．特定標準器

分光放射輝度照度測定装置(既存)。

3．特定標準器の概要

(1) 特定標準器の構造(図1参照)

分光放射輝度照度測定装置の構成は図1の通りである。

分光放射輝度照度測定装置は、内蔵の分光器設定波長を変えながら校正対象物の放射2を測定した際の検出器系の出力信号をもとに、校正対象物の分光放射照度を決定するための装置であり、内蔵の検出器系の出力信号と分光放射照度の関係は、装置を構成する分光放射照度仲介用標準電球からの放射1を測定した際の出力信号により決定されている。

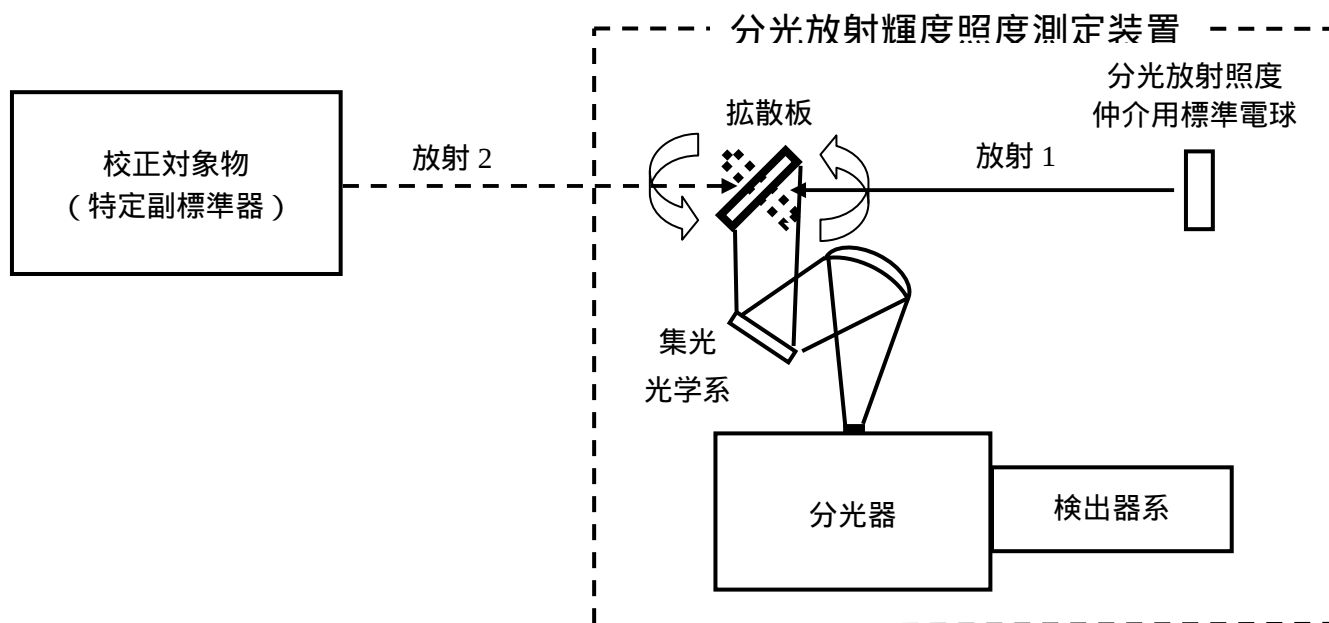


図1 分光放射輝度照度測定装置の構造(現行、250 nm 以上)

(2) 特定標準器による特定二次標準器の校正の方法(図2参照)

分光放射輝度照度測定装置内蔵の分光放射照度仲介用標準電球の放射は、250 nm 以下

の波長域で弱く、分光放射輝度照度測定装置の出力信号が十分ではないため、検出器系の出力信号と分光放射照度の関係を決定することが困難である。そのため、分光放射照度標準の供給波長範囲を従来の 250 nm 以上から 200 nm 以上に拡張するに際しては、高温黒体炉を併用し 250 nm 以下の放射に対しての検出器系の出力信号と分光放射照度の関係を決定する（高温黒体炉からの放射は 250 nm 以下でも十分強く、相対分光分布はプランクの放射式により決定可能である）。

具体的には、1) 高温黒体炉からの放射 2) を分光放射輝度照度測定装置に入射し、内蔵の分光器設定波長を変えながら検出器系の出力信号を測定する。2) 250 nm 以上での検出器系の出力信号と分光放射照度の関係を用いて 250 nm 以上での高温黒体炉の分光放射照度を決定する。3) 2) とプランクの放射式より決定される相対分光分布により、200 nm 以上 250 nm 以下の高温黒体炉の分光放射照度を決定する。4) 1)、2)、3) の結果を用いて、200 nm 以上での検出器系の出力信号と分光放射照度の関係を決定する。

上記のようにして決定された検出器系の出力信号と分光放射照度の関係を用いれば、被校正光源（特定二次標準器）の放射 2) を測定した際の検出器系の出力信号をもとに、200 nm 以上での被校正光源（特定二次標準器）の分光放射照度を決定することが可能となる。

尚、従来の 250 nm 以上 2500nm 以下の校正では、被校正光源として分光放射照度用ハロゲン電球が用いられてきたが、250 nm 以下の波長域で実用的な校正に耐えうるような強い放射を持つ光源は重水素ランプ以外ない、よって、本校正の被校正光源（特定二次標準器）は重水素ランプとする。当該ランプの放射は長波長で弱くなり、実用的な校正に耐えうる波長は 400 nm までに限られ、200 nm 以下の放射は大気中の酸素による吸収により放射が極端に弱くなるため、校正波長範囲は 200 nm 以上 400nm 以下とする。

また、従来の 250 nm 以上 2500nm 以下の校正は日本電気計器検定所の所有する特定副標準器を介して実施されてきたが、日本電気計器検定所の所有する特定副標準器は分光放射照度用ハロゲン電球であるため、250 nm 以下の波長域での放射が弱く、実用的な校正は不可能な上、日本電気計器検定所の所持する比較校正装置では 250 nm 以下の波長域での校正が実質不可能であるため、200 nm 以上 400nm 以下の波長域に関しては、日本電気計器検定所の所有する特定副標準器を介さず、産業技術総合研究所が保管する特定標準器により登録事業者の所有する特定二次標準器を校正する事により実施する。

200 nm 以上 400nm 以下での校正は、従来の 250 nm 以上 2500nm 以下の校正と比較すると、校正波長範囲が狭く、重水素ランプはハロゲン電球と比較して短波長域での放射束が強いため、測定回数を少なくすることが可能で、分光放射輝度照度測定装置を用いた際の校正時間は従来の 1/5 以下になる。よって、特定標準器である分光放射輝度照度測定装置の損耗は少ない。

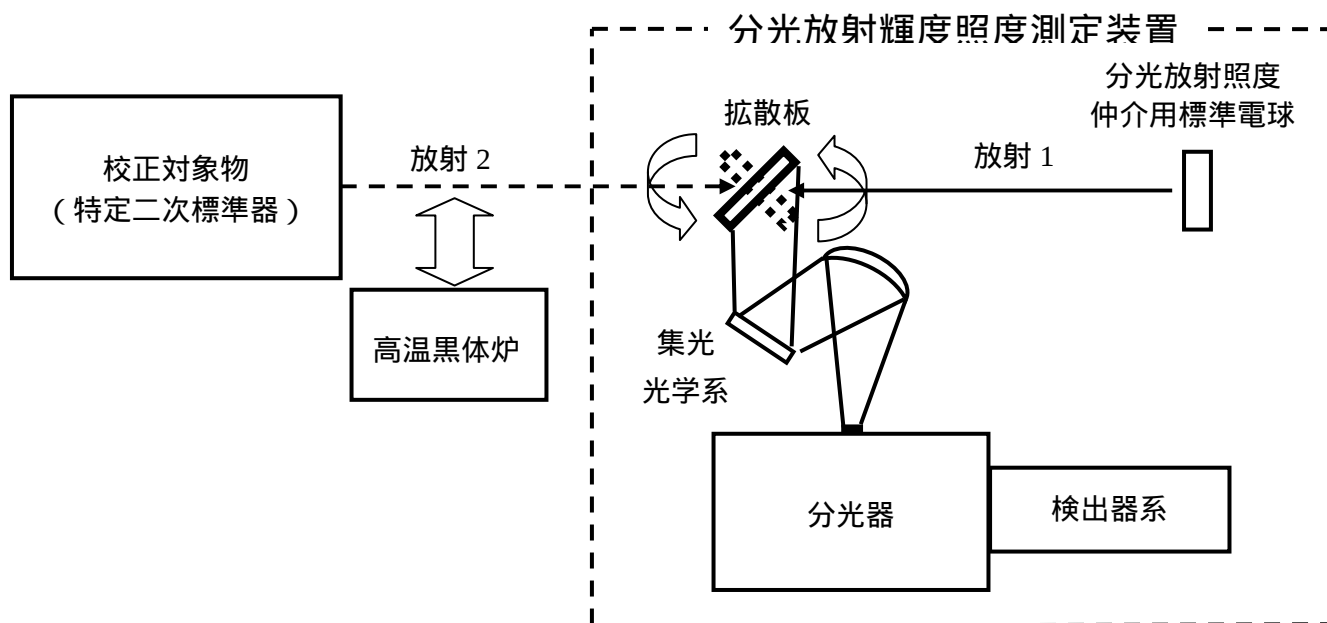


図 2 特定標準器による特定二次標準器の校正の方法

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) 分光放射照度標準電球であって、校正範囲が 200 nm 以上 400 nm 以下のもの

(2) 特定二次標準器の具備条件

(a) 仕様

定格 30 W の重水素ランプであって、ランプ温度を一定に保つ空冷ファンを持つランプハウスに収納されていること。

ランプハウスは側面に円形の光取り出し窓を持つこと。

光取り出し窓は合成石英からなり 25 mm 以上の径を持つこと。

AC100V で動作可能な点灯用の専用電源を持つこと

ランプハウスは H 280 mm, W 100 mm, D100 mm の直方体形状で、底面四隅に M 4 の固定用ネジ穴を持つこと。

固定用ネジ穴の中心は、底面各辺から 11 mm の位置にあること。

ランプハウスの光取り出し窓の中心はランプハウス底面より 140 mm の位置にあること。

(b) 校正範囲

分光放射照度： $(1 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-3}) \mu\text{W cm}^{-2} \text{ nm}^{-1}$

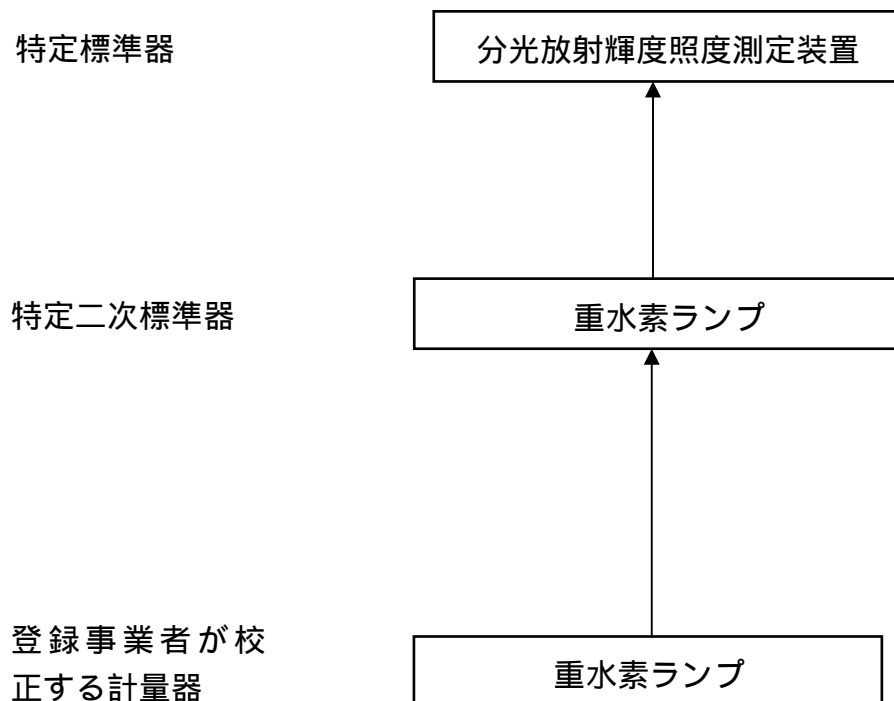
波長：200 nm 以上 400 nm 以下

(3) 特定標準器による校正等の期間

校正周期は2年である。

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、200 nm 以上 230 nm 未満：11.6 %、230 nm 以上 370 nm 未満：5.6 %、370 nm 以上 400 nm 以下：6.0 %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 ($k=2$) は、9 %～14 %程度を想定している。

以上