144 分光放射照度標準の国際比較

羽生光宏、香取寛二、齋藤輝文、齋藤一朗、西師毅、小貫英雄、長坂武彦
(電 子 技 術 総 合 研 究 所)

1. はじめに 測光放射測定諮問委員会(CCPR)主催による分光放射照度目盛りの国際比較が13の国立研究所が参加して行われ、中央局であるNIST(旧NBS)から測定結果の概要が報告された。

分光放射照度目盛りの国際比較に関しては、すでに1975年にETLが中央局となってCIE主催で行われており、その時の参加国立研究所は8所であり、また波長範囲は300~800nm(7測定点)であった。今回の国際比較では、波長範囲が250~2400nm(31測定点)へと拡大された。ETLは1971年に250~2500nmの波長範囲において分光放射照度標準を確立しており、国内にその標準値を供給している。本報告では、①今回の国際比較に先立って行った、シンクロトロン放射(SR)の分光分布を標準とする短波長領域(250~500nm)の値の見直し、②今回の国際比較用標準電球(ハロゲン、14A、750W)の分光放射照度の400時間パフォーマンス特性、③新しく設計・製作した分光放射輝度・照度比較測定装置の概要と分光放射照度の目盛り定め方法、④国際比較の結果等について述べる。

2. ETL分光放射照度標準とその標準値の見直し ETLの分光放射照度標準は3種類の黒体放射源(金点、ニッケル1600K、グラファイト2500K)を標準放射源として250~2500nm間の分光放射輝度標準(リボン電球)を先ず確立し、その分光放射輝度標準を基準にして標準用ハロゲン電球に分光放射照度の目盛り定めを行った。さらに、全放射照度標準を基準にした目盛り定めを行い、両者の平均値を分光放射照度標準の値として採用してきた。

上記標準値に関し、グラファイト黒体放射源の短波長領域の放射強度の不足をカバーするため、新しく開発したフォトンカウンティングなどの技法を用いたが、測定の確度には問題を残していた。これを補うものとしてシンクロトロン放射が黒体放射よりよい標準となり得ることが明らかになってきた。そこでETLの電子蓄積リングからのSRと分光放射照度標準電球からの放射の相互比較を250~500nmの波長領域について実施した。図1にその実験を行った比較光学系を示す。

図2は比較測定の結果で、ハロゲン電球によって維持されてきた分光放射照度の値と、そのハロゲン電球が実際に作り出した分光放射照度をSRを基準にして評価した値との比を示してある。ここでは、SRの相対強度を用いており、絶対値に関しては波長500nmにおける比が1になるようにしてある。

図1 比較光学系

図2 測定結果

Spectral irradiance intercomparison.

M.Habu, K.Katori, T.Saito, I.Saito, M.Nishi, H.Onuki, T.Nagasaka

3. 国際比較用標準電球の諸特性 今回の国際比較用電球として採用されたものはNPLが推薦したGECのハロゲン電球(3000K)である。この電球を参加13局所が購入し指定電流1.4Aで400時間のエージングを行ったのち、分光放射照度の目盛り定めをすることが決められた。ETLでは400時間に及ぶエージングのパフォーマンス特性を分光放射照度の変化特性として捕らえ、250~2400nmの波長間で10測定点の計測を行った。図3はその1例を示したもので、400時間のエージングで標準電球としての特性(0.6%/100H)を充たすものは600nm以上の波長領域であり、それ以下では未だ不十分であることを明らかにした。これは電球の寿命とも関係し、短波長領域での標準電球の特性として注意する必要がある。

4. 分光放射照度値の目盛り定め 分光放射照度の比較測定装置は最新の自動制御技術を用いたものを製作した。この装置は、比較測定に必要な種々な実験条件を入力すればコンピュータ制御により自動的に計測が行われる。250~2400nm間31測定に要する時間は約2時間である。

図4は、国際比較用電球のセッティング状態を示すもので、電球の中心から50cmの距離における分光放射照度を目盛り定めする。この目盛り定めは、ETLの分光放射照度の二次標準電球3個を用い、参照用標準電球との相互比較によりその平均値を移し、つぎに、参照用標準電球と国際比較用電球(3個)との相互比較を行って目盛り定めを行った。500nmより短波長域については、SRを基準とした見直しの結果(図2)に従った修正を施した。

5. 国際比較の結果 ETLで目盛り定めした3個の国際比較用電球はデータとともに中央局のNISTに送付した。NISTは、各国から送られた電球をNIST標準によって目盛り定めを行い、終了後各国に返送した。返送された電球に対して各国は、2回目の目盛り定めを行い、そのデータのみをNISTに送付した。CCPR会議(1990/9)の時点では、一部データ未提出の国があるなどの理由から中間報告という形になったが、以下がその時NISTから報告された結果である。NISTにおけるデータ処理法は、全ての電球について参加各研究所での1回目および2回目の測定値

それぞれについて、NISTでの測定値からの差(%)をとり、両者の平均値を計算する。次に各参加研究所ごとに、それぞれの電球についての値を平均し、これを各研究所のNISTからの差(%)とした。図5は、1回目と2回目両方のデータの提出があった9所のうち、データの偏差が大きい1所を除く8所にNISTを加えた9所のNISTからの差(%)を平均して、グループ平均とし、各研究所のグループ平均からの差(%)を示したものである。ETLデータの表示はDで示した。

図3 国際比較用ハロゲン電球の特性

図4 国際比較用電球のセッティング

図5 国際比較の結果