

## 研究資料

## 照度計相対分光応答度測定の内国比較

正会員 大久保 和明 (松下電器産業株式会社)  
 専門会員 中 川 靖 夫 (埼玉大学)  
 非会員 小 林 健 二 (日置電機株式会社)  
 正会員 千 田 直 道 (横河 M&C 株式会社)

正会員 堀 内 元 美 (松下電子工業株式会社)  
 正会員 戸 沢 均 (株式会社トプコン)  
 正会員 堀 江 和 泉 (ミノルタ株式会社)

# Domestic Intercomparison of Relative Spectral Responsivity Measurements for Illuminance Meters

Member **Kazuaki Ohkubo** (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.)

Member **Motomi Horiuchi** (Matsushita Electronics Corp.)

Fellow Member **Yasuo Nakagawa** (Saitama University), Member **Hitoshi Tozawa** (TOPCON Corp.),

Non Member **Kenji Kobayashi** (HIOKI E. E. Corp.), Member **Izumi Horie** (Minolta Co., Ltd.)

and Member **Naomichi Chida** (Yokogawa M&C Corp.)

## ABSTRACT

An intercomparison of relative spectral responsivity measurements of illuminance meters was carried out among five companies-TOPCON, HIOKI, Minolta Co., Ltd., Yokogawa M&C Corp. and Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.

The spectral responsivity of the illuminance meters were measured by each company's spectral responsivity measurement system calibrated to each company's standard. As a result, the measured values of  $f_s$  ( $f_s$  is error definition of relative spectral responsivity recommended by Japanese Industrial Standard JIS-C-1609) were different within 1.7. The  $f_s$  is identical with  $f'_1$  recommended by CIE.

**KEYWORDS** : illuminance meter, spectral responsivity, Japanese Industrial Standard

## 1. はじめに

照度計は、照明の基本計測機器として重要であり、その分光応答度は JIS<sup>1)</sup>で定められている。しかし、その測定方法の規定や、分光応答度標準のトレーサビリティがなく、その測定は現在、各メーカーにより独自に行われているため、メーカー間の照度指示値に機差があったときの相互関係が不明であり、照度計のユーザには、その点での不安感があった。照明学会「受光器分光応答度測定方法に関する研究調査委員会」<sup>2)</sup>では、その実状を調査するため、国内照度計メーカー 4 機関を含む 5 機関について、照度計の相対分光応答度の比較測定を行った。測定試料は、あらかじめ相対分光応答度を値付けしたシリコンフォトダイオード(浜松ホトニクス製 S1337-1010BQ) 1 個と、照度計(トプコン製 IM-3) 2 台を 1 組としたものを 2 組用意し、各機関の持っている分光応答度標準と、各機関の測定装置を使用して、それぞれの相対分光応答度を測定して、相互に比較した。その結果を報告する。

## 2. 参加機関と測定装置

比較に参加した機関は、日置電機(株)、横河 M&C (株)、ミノルタ

(株)、トプコンの照度計メーカー 4 社と、松下電器産業(株)の 5 機関である。松下電器産業(株)は、照明学会「紫外放射の放射照度測定方法特別研究調査委員会」が、1992年に実施した光検出器分光応答度の国内比較<sup>3)</sup>に参加し、その保持する標準が工業技術院電子技術総合研究所(ETL)、埼玉大学、浜松ホトニクス(株)との間における、シリコンフォトダイオードの分光応答度測定値比較において、平均0.4%、最大1.1%の偏差(波長400~800nmでの標準偏差 $\sigma$ )で一致しているので、今回、相互比較の中央局として参加した。各機関の測定装置及び測定条件を表1に示す。またそれぞれの機関の分光測定装置の入射および出射を含む光学系を図1~図4に示す。このように各機関はそれぞれ異なった光学系、異なった分光応答度標準で、この測定を行った。

照度計の分光応答度を測定する装置に関しては、特に決められた仕様はなく、JIS Z 8724「光源色測定方法」に記載される分光測定に関する規定に準じている場合が多い。今回の相互比較に参加した機関において、機関 A、及び機関 D の測定装置は、日立製自記分光光度計 U4000を改造したもので、装置としては分光透過率、吸光度の測定がベースとなっており、回折格子も刻線密度1200本/mmと高波長分解が得られる仕様となっている。しかし、分散素子がプリズム+回折格子であるため、得られる単色光の強度は小さい。一方、機関 B 及び機関 C は、この目的のために日本分光

本論文の一部は、平成8年度照明学会全国大会で堀内元美が、また平成9年度照明学会全国大会シンポジウムで大久保和明が講演した。

表 1 参加機関の分光測定装置及び測定条件

Table 1. Specification of participants' spectral responsivity measurement systems

参加機関	中央局	機関 A	機関 B	機関 C	機関 D
分光器	シングル回折格子 P250(ニコン)	プリズム回折格子 U4000(日立)	シングル回折格子 CT50(日本分光)	シングル回折格子 CT25(日本分光)	プリズム回折格子 U4000(日立)
回折格子 ( $\lambda_b$ : プレーズ波長)	600本/mm $\lambda_b = 500\text{nm}$	1200本/mm $\lambda_b = 500\text{nm}$	600本/mm $\lambda_b = 500\text{nm}$	600本/mm $\lambda_b = 500\text{nm}$	1200本/mm $\lambda_b = 500\text{nm}$
焦点距離	258mm	398mm	500mm	250mm	398mm
F ナンバー	4.6	10	5.3	4.3	10
使用光源	Xe ランプ 75W	ハロゲン電球 12V50W	ハロゲン電球 36V400W	Xe ランプ 300W	ハロゲン電球 12V50W
出射側拡散板	石英砂ずり板	なし	石英砂ずり板	なし	なし
分光応答度標準	SiPD S1337 相互比較用	SiPD S1337 ETL 校正94.3	SiPD S1337 ETL 校正92.5	SiPD S1337 ETL 校正94.4	SiPD 530UV ETL 校正84.2
測定波長範囲	340~830nm	360~830nm	360~830nm	380~780nm	380~780nm
波長帯域半値幅	5nm	5nm	5nm	5nm	5nm
測定波長間隔	5nm	5nm	5nm	5nm	5nm

(ETL 校正: 工業技術院電子技術総合研究所での校正年月)

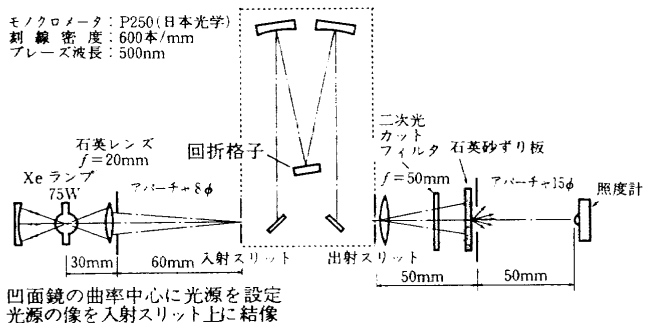


図 1 中央局の測定光学系

Fig. 1 Configuration of the center lab's spectral responsivity measurement system.

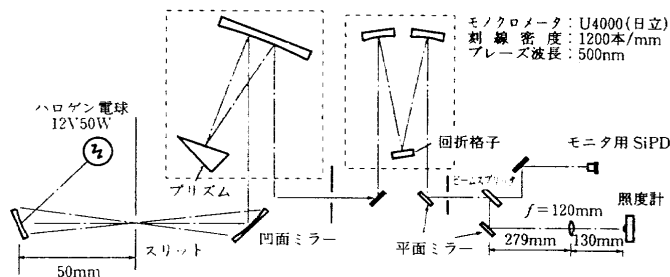


図 2 機関 A, 機関 D の測定光学系

Fig. 2 Configuration of the participant A and D's spectral responsivity measurement system.

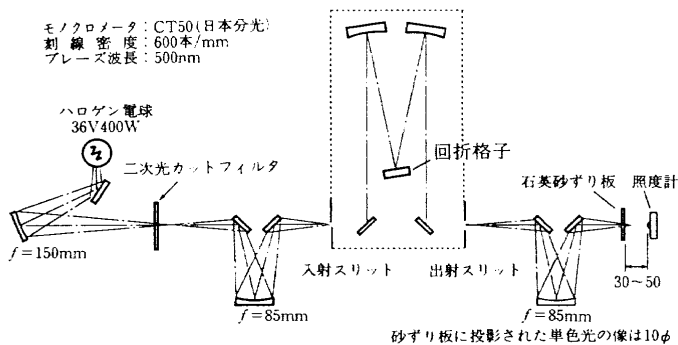


図 3 機関 B の測定光学系

Fig. 3 Configuration of the participant B's spectral responsivity measurement system.

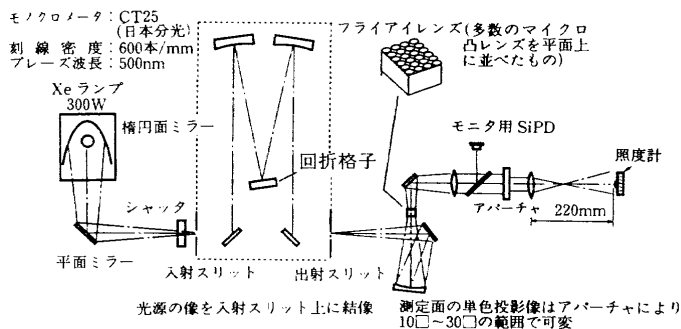


図 4 機関 C の測定光学系

Fig. 4 Configuration of the participant C's spectral responsivity measurement system.

機が独自に設計したものであるが、出射単色光の結像光学系は統一されておらず、メーカーやそれぞれの機関の試行錯誤の跡が見られる。

実際に各メーカーの測定装置の単色光の強度を、今回の比較に使用した照度計で比較した結果を図 5 に示す。

機関 A と機関 D は中央局に比べ出力値が 1 桁以上低下する。これは、中央局が光源 75W の Xe ランプで、分光器がシングル回折格子であるのに対して、機関 A と機関 D の光源が 50W のハロゲン電球と、比較的放射強度が小さいものを用いているためである。

と思われる。

機関 C は中央局と同様のシングル回折格子分光器であるが、出射光学系での単色光のロスが大きいと思われる。

機関 B は入射光学系での焦点距離が長いので、出射スリットから得られる放射束が低下しているものと思われる。なお、出射光学系に拡散板を用いたのは中央局と機関 B であるが、それによって出射スリットからの放射束が他と比べて極端に低下することはなかった。出射光学系に拡散板を用いない場合、スリットを通過して回折格子を照明する光にムラが生じて、その結果、出射単色

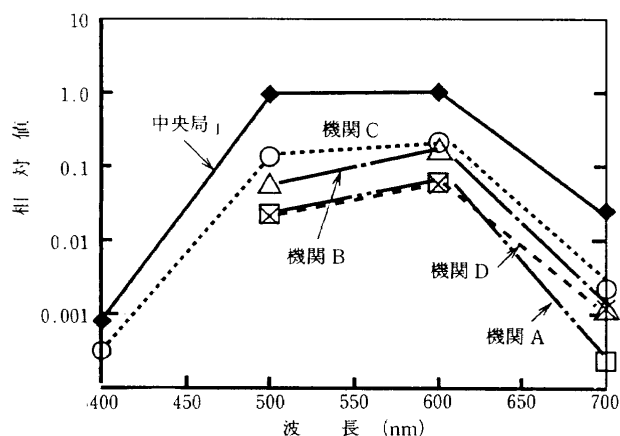


図5 比較照度計の分光応答度測定における各機関の分光測定装置の出力  
Fig. 5 Output of Participants' spectral responsivity measurement systems for transfer illuminance meter.

光（像）の均斉度は悪化する可能性がある。むしろ、出射光学系に拡散板を用いることによって、出射単色光（像）の均斉度が良くなると予想される。

### 3. 比較測定と測定値比較手順

相互比較は、(1)中央局が用意したシリコンフォトダイオードと各機関が使用している分光応答度標準の比較、(2)各機関がそれぞれの分光応答度標準及び分光測定装置を使用して、中央局が用意した照度計の分光応答度を測定した場合の値の比較の2段階で行った。

比較測定の手順は、照度計メーカーでなく、かつ、先の分光応答度測定値の国内比較<sup>3)</sup>に参加した松下電器を中央局として、電子技術総合研究所（ETL）の標準をもとに、埼玉大学で分光応答度を値付けしたシリコンフォトダイオードを、分光応答度標準として用い、中央局で比較用受光器と試料照度計の分光応答度を測定した。この分光応答度標準及び比較用受光器は、シリコンフォトダイオード S1337-1010QB（浜松ホトニクス製）を使用した。

分光応答度受光器は、素子単体で使用したが、比較用受光器は、輸送することを考慮し、また受光面の周辺での応答度ムラによる誤差の影響を防ぐため図6に示すケースに装着した。照度計の分光応答度測定値比較用に照度計 IM-3 型（トプコン製）を使用した。

#### 3.1 相互比較の手順

比較用標準受光器及び照度計は、照度計メーカー4機関を2機関ずつの2グループに分け、下記に示す順路で回送した。

- 中央局→機関A→機関B→中央局
  - 中央局→機関D→機関C→中央局
- 中央局で先に述べた分光応答度標準をもとに、中央局が所有する分光測定装置を使用して、比較用受光器及び照度計の分光応答度の測定を行った。
  - 各機関では、それぞれが保有する分光応答度標準の値を確認するため、中央局の用意した比較用受光器を機関保有の標準によって測定した。さらに各機関の照度計の分光応答度測定値の比較を行うために、中央局の用意した照度計 IM-3 型（トプコン製）を機関保有の標準を用いて測定し、その後中央局に試料を返送した。
  - 中央局では、機関から返送された試料を回送前と同様の条件

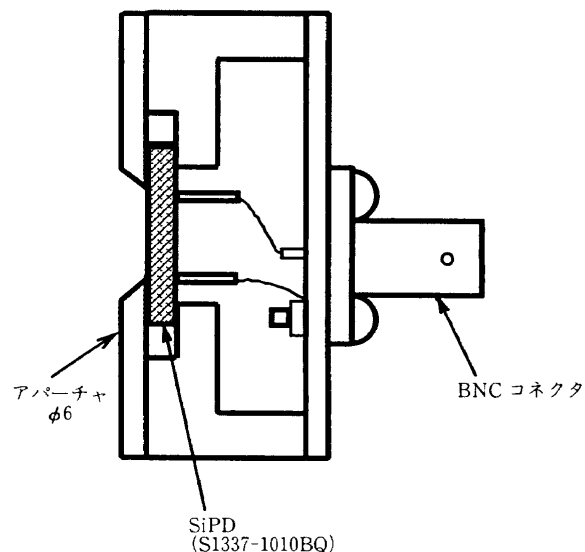


図6 各機関の分光応答度標準の値を比較する比較用受光器の構造  
Fig. 6 Construction of spectral responsivity transfer detector compared with participants' standard.

で再測定し、中央局測定前後の相互差を求めた後、各機関の分光応答度標準と照度計の分光応答度測定値の中央局との比較を行った。

#### 3.2 測定値比較の手順

##### 3.2.1 データの規格化（正規化）と偏差の評価

今回の測定値相互比較について、次の2通りの方法で規格化を行って相互の差を評価した。

- 波長ごとの分光応答度測定値の比較
- 分光応答度の最大値を基準とした比較

(a)は、測定全域の平均値で規格化して、波長ごとの偏差を、それぞれの値の%で比較する方法で、後に述べる「各機関の分光応答度標準の比較」に対して用いた。また、(b)は、分光応答度の最大値（ピーク値）で規格化して、波長ごとの偏差を最大値（ピーク値）の値で除して%で表す方法で、後に述べる「各機関の照度計の分光応答度測定値の比較」に対して用いた。

測定条件として、波長範囲380～780nmを5nmおきに3回測定する。各試料は、測定の再現性の評価も含めて、測定毎に着脱を行うこととした。

##### 3.2.2 各機関の分光応答度標準の比較

各機関及びETLの値（埼玉大学の測定値）を次の手順で規格化した。 $S_s(\lambda)$ ,  $S_c(\lambda)$ なお、 $S_m(\lambda)$ ,  $S_{cm}(\lambda)$ の値は、3回測定したものの対する平均値とする。

$$S_s(\lambda) = \frac{S_m(\lambda)}{\sum_{\lambda=380}^{780} S_m(\lambda)} \quad \text{.....(1)}$$

$$S_{cR}(\lambda) = \frac{S_{cm}(\lambda)}{\sum_{\lambda=380}^{780} S_{cm}(\lambda)} \quad \text{.....(2)}$$

各機関の測定値とETLの値との波長ごとの偏差を求め、分光応答度標準の偏差  $R_s(\lambda)$  とした。

$$R_s(\lambda) = \frac{S_s(\lambda) - S_c(\lambda)}{S_c(\lambda)} \times 100(\%) \quad \text{.....(3)}$$

この方法での評価は、 $S(\lambda)$ の値が小さくなるにつれて厳しくなっていく。

### 3.2.3 各機関の照度計の分光応答度測定値の比較

各機関及び中央局の測定値を次のように規格化した。 $(S_i(\lambda))$ ,  $S_{ci}(\lambda)$  なお,  $S_{lim}(\lambda)$ ,  $S_{cim}(\lambda)$  の値は, 3 回測定したものに対する平均値とした。

$$S_i(\lambda) = \frac{S_{lim}(\lambda)}{\sum_{\lambda=380}^{780} S_{lim}(\lambda)} \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$S_{ci}(\lambda) = \frac{S_{cim}(\lambda)}{\sum_{\lambda=380}^{780} S_{cim}(\lambda)} \quad \dots\dots\dots(5)$$

次に各機関の測定値と中央局の測定値との波長ごとの差を, 中央局のピーク値 (555nm の値) で除して, 照度計の分光応答度測定値の偏差  $R(\lambda)$  を求めた。

$$R(\lambda) = \frac{S_i(\lambda) - S_{ci}(\lambda)}{S_{ci}(555\text{nm})} \times 100(\%) \quad \dots\dots\dots(6)$$

この方法は分光応答度の最大値 (ピーク値) が基準となるので, 例えば  $S(\lambda)$  の値が最大値の 1/10 であれば, 偏差 (%) も 1/10 に圧縮されることになる。

### 3.2.4 新旧の JIS に基づく相対分光応答度の比較について (各機関の照度計の分光応答度測定値の結果より)

照度計の分光応答度の評価は, 当然現行 JIS (1993 年発行) によるべきであるが, 旧 JIS (1983 年発行) の評価方法は, いくつかの波長領域に区分して, 分光応答度の標準分光視感効率からのはずれの波長的な偏りが評価ができるため検討した。

(1) 旧 JIS (JIS C1609-1983) による相対分光応答度の比較 (帯域光に対する色補正計数の比較) を 400nm から 760nm までの波長範囲について, 10nm ごとに 37 の波長における相対分光応答度  $\{S(\lambda)\}$  を求め, 次式で計算した。

$$\text{可視域分光} = \frac{\sum_{\lambda=\lambda_1}^{\lambda_2} V(\lambda) \sum_{\lambda=400}^{760} M(\lambda) S(\lambda)}{\sum_{\lambda=400}^{760} M(\lambda) V(\lambda) \sum_{\lambda=\lambda_1}^{\lambda_2} S(\lambda)} \quad \dots\dots\dots(7)$$

ここに,  $\lambda_1$  及び  $\lambda_2$  は, 下記の表の各波長域における最小及び最大の波長 (nm),  $V(\lambda)$  は標準分光視感効率 (標準比視感度),  $M(\lambda)$  は分布温度 2856K の黒体の分光放射発散度の相対値である。

(2) JIS (JIS C1609-1993) による相対分光応答度の比較 (標準比視感度からの外れの評価係数  $f_s$  の比較) を, 380nm から 780nm の波長範囲について, 5 nm ごとに 81 の波長における相対分光応答度 ( $S(\lambda)_{rel}$ ) の測定値から, 標準分光視感効率 (標準比視感度  $V(\lambda)$ ) からの外れ  $f_s$  を, 次の式によって計算した。なお, JIS では  $f_s$  値が 4 % 以下を精密級, 4 % を越え 8 % 以下を一般 AA 級としている。

$$f_s = \frac{\sum_{\lambda=380}^{780} |S'(\lambda)_{rel} - V(\lambda)| \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=380}^{780} V(\lambda) \Delta\lambda} \times 100(\%) \quad \dots\dots\dots(8)$$

なお,  $S'(\lambda)_{rel}$  は, 次の式で表す。

$$S'(\lambda)_{rel} = \frac{\sum_{\lambda=380}^{780} M(\lambda) V(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=380}^{780} M(\lambda) S(\lambda)_{rel} \Delta\lambda} \times S(\lambda)_{rel} \quad \dots\dots\dots(9)$$

ここに,  $M(\lambda)$  は分布温度 2856K の黒体の分光放射発散度の相対値,  $V(\lambda)$  は標準分光視感効率 (標準比視感度),  $\Delta\lambda$  は測定波長間隔 (5 nm) である。なお  $f_s$  は, CIE で定める  $f_1'$  と同等である。

## 4. 結果とその評価

以上の測定は, 1995 年 5 月から 1996 年 1 月までに実施された。その結果は次の通りである。

### 4.1 分光応答度標準の測定値比較

図 7 に, 各機関が, それぞれの分光応答度標準をもとに, 比較用受光器の分光応答度を測定した結果から, 各機関の測定値と ETL の値 (埼玉大学の測定値) の偏差を求め, 分光応答度標準の偏差  $R_s(\lambda)$  として示す。各機関とも, 電総研の値に比べて短波長側で増大する傾向にあり, その程度は機関 D を除き, ほぼ同様であった。機関 D で用いている分光応答度標準は (表 1) にも示すとおり, 10 年以上前に電総研で校正された SiPD530UV であるため, 経年変化が生じたものと思われる。

また, 機関 D 以外の各機関の差は, 各機関に供給した時期 (1994 年) 以降に電総研が目盛修正を行ったためと考えられる。

### 4.2 照度計分光応答度測定値の比較

照度計の分光応答度測定値の中央局の測定値からの偏差を図 8 に示す。機関 B, 機関 C 及び機関 D は, 中央局の測定値に対して, 最大  $\pm 1.5\%$  程度の差があった。

また, 機関 A は, 中央局の測定値に対して, 最大  $\pm 3\%$  程度の差があった。なお A, B, D のように, 照度計の分光応答度の最大値である波長 555nm を境として, その偏差の符号がマイナスから

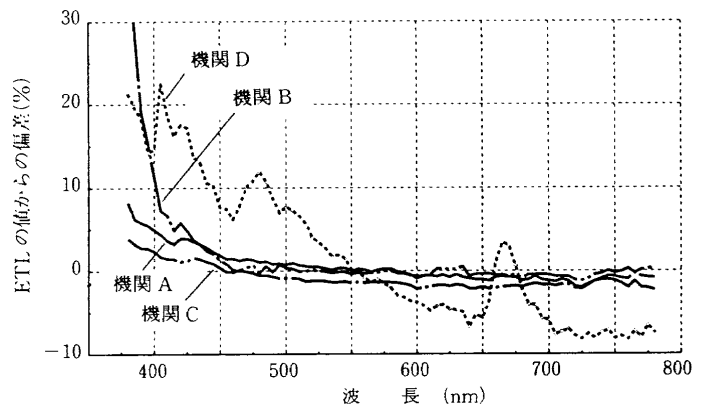


図 7 分光応答度標準の比較

Fig. 7 Percent differences from ETL of all participants' spectral responsivity standards.

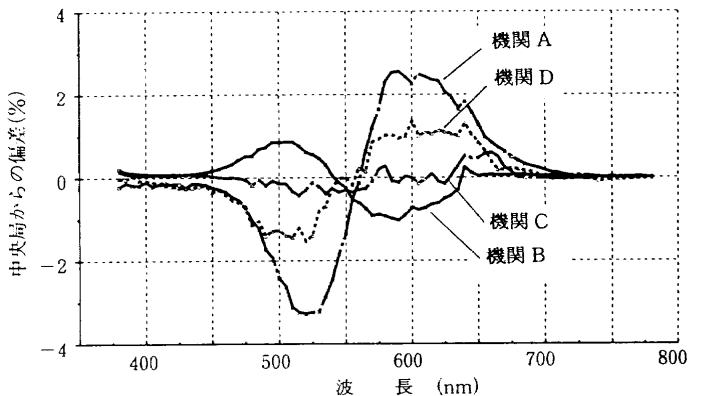


図 8 照度計の分光応答度測定値の比較

Fig. 8 Percent differences from center lab. of all participants' spectral responsivity measurements for transfer illuminance merer.

表2 帯域光に対する色補正係数及び $f_s$ の比較

Table 2. Comparison of participants' color correction factor and  $f_s$  for transfer illuminance meter

帯域光	中央局		機関 A	機関 B	機関 C	機関 D
	色補正係数	再現性				
400~760nm	1.01	0.6%以内	1.02	1.01	1.01	1.02
450~500nm	1.11	5.8%以内	1.18	1.03	1.12	1.20
500~550nm	1.02	2.0%以内	1.07	1.00	1.02	1.04
550~600nm	0.99	0.3%以内	1.00	1.00	0.99	0.99
600~650nm	1.04	1.8%以内	0.99	1.05	1.04	1.01
650~700nm	0.73	2.4%以内	0.65	0.70	0.70	0.70
$f_s$ 値	$4.4_s \pm 0.05$		$5.6 \pm 0.5$	$4.6_s \pm 0.05$	$4.6_s \pm 0.05$	$5.0_s \pm 0.25$

プラスに逆転しているのは、分光応答度のプロフィールが波長軸方向に正または負にずれているためであって、この原因は測定装置の波長目盛のズレによるものと予想される。

#### 4.3 帯域光に対する色補正係数及び $f_s$ の比較

照度計の分光応答度測定値から、波長限定した入射（帯域光）に対する色補正係数及び $f_s$ 値を求め比較した。結果を表2に示す。

機関 A は帯域光に対する色補正係数が600nm 以下では中央局の測定値より大きく、600nm 以上では小さかった。これは、機関 A の測定装置の波長目盛のズレが大きいことに起因するものと思われる。

450~500nm の帯域では、機関 A、機関 D の色補正係数が、中央局の測定値よりも大幅に大きくなった。これは、機関 D については、使用している分光応答度標準の分光応答度の偏差が大きいためと思われる。

また、測定データをもとに、JIS の分光応答度特性試験による $f_s$  (%) のばらつきを求めると、5 機関で最大1.7ポイントであった。現在市販されている照度計の $f_s$  値を考慮すると、ばらつきは最低でも0.5ポイントを下回ることが要求される。

#### 5. まとめ

今回の比較測定より、国内における照度計用受光部の相対分光応答度測定について、現状でも $f_s$  (%) で1.7ポイント以内であることが分かった。差異が生じた原因として、測定に使用する分光応答度標準の値の違い、そして測定装置の波長目盛のズレが挙げられる。しかし、これら2つの要因によって差が大きかった2機関を除いて考えた場合、 $f_s$  (%) の差は0.2ポイント以内で一致することも分かった。したがって、この両機関において今後、分光応答度標準の見直し、および測定器の波長目盛りの再校正を行えば、0.5ポイント以内の一致は達成できると考えられる。

現在分光応答度の値付けは、電子技術総合研究所や、その他の国立研究機関に依頼試験が可能である。しかし、光度や分光放射照度標準のように、トレーサビリティ体系に含まれず、その値の維持や精度の保証はない。（光度標準や分光放射照度標準は、国から認可された校正事業者が、定められた管理基準のもとで定期的には国家標準との突き合わせを行うトレーサビリティシステム（JCSS）制度が布かれている。今後、分光応答度標準のトレーサビリティ体系が確立され、測定装置の波長校正が十分行われれば、高精度な測定が期待でき、また、各機関の分光応答度測定値の差異は縮小されるものと思われる。

#### 参考文献

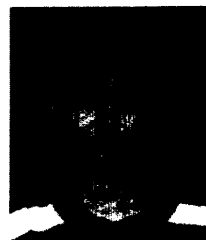
- (1) JIS C1609-1993「照度計」。
- (2) 照明学会：受光器分光応答度測定方法に関する研究調査委員会報告「光電素子の相対分光応答度測定方法」, JIES-007(1997)。
- (3) 中川ほか：「光検出器分光応答度の国内比較」, 照学誌, 77-10, p.658(1993)。
- (4) Methods of characterizing illuminance meters and luminance meters, CIE Pub., No.69 (1987)。

(受付日1997年12月26日／採録日1998年5月7日)



おおくぼ かずあき  
大久保 和明 (正会員)

松下電器産業株式会社照明研究所  
〒619-0237 京都府相楽郡精華町光台3-4  
昭和28年4月2日生まれ。昭和54年3月埼玉大学大学院工学研究科電子工学専攻修士課程修了。同年4月松下電器産業株式会社に入社し、松下電子工業株式会社照明事業部に出向。昭和57年5月松下電器産業株式会社照明研究所に所属し現在にいたる。主として測光測色および紫外・赤外の放射測定に関する研究に従事。平成7年博士(学術)、昭和63年照明学会研究奨励賞、平成3年照明学会論文賞受賞。電子情報通信学会、日本色彩学会会員。



ほりうち もとみ  
堀内 元美 (正会員)

昭和45年9月20日生まれ。平成3年3月京都女子大学短期大学部文化国語専攻卒業。同年4月松下電器産業株式会社に入社し、照明研究所で測光、光計測機器の校正を担当。平成9年3月松下電子工業株式会社電子総合研究所に異動。平成10年4月より、松下電器産業株式会社研究本部健康医療開発推進室勤務。（本研究は、照明研究所在籍中に行った。）



なかがわ やすお  
中川 靖夫（専門会員）

埼玉大学工学部電気電子システム工学科  
〒338-0825 埼玉県浦和市下大久保255

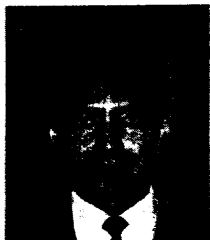
昭和9年12月15日生まれ。昭和32年3月東京都立大学工学部電気工学科卒業。同年3月理研光学工業株式会社（現株式会社リコー）入社。昭和40年4月埼玉大学助教授。現在同学教授（工学部電気電子システム工学科）。電気電子計測、計測データ処理、オプトエレクトロニクスの講義を担当。紫外・赤外放射測定、分光測定方法の研究に従事。昭和43年工学博士。昭和41年日本写真学会技術賞、昭和45年照明学会研究奨励賞、昭和54年照明学会賞、平成3年照明学会論文賞、平成3年通商産業大臣賞受賞。電気学会、応用物理学会、日本分光学会、日本写真学会、日本赤外線学会、OSA各会員。



とざわ ひとし  
戸沢 均（正会員）

株式会社トプコン技術本部研究所  
〒174-8580 東京都板橋区蓮沼町75-1

昭和30年10月9日生まれ。昭和54年3月千葉大学工学部電気工学科卒業。同年4月、東京光学機械株式会社（現株式会社トプコン）に入社。産業機器技術部にて照度計、紫外線強度計、色彩輝度計、分光放射計などの開発・設計に従事。平成9年4月技術本部研究所に移籍し現在にいたる。日本照明委員会会員。



こばやし けんじ  
小林 健二（非会員）

日置電機株式会社技術部第2研究室  
〒386-1192 長野県上田市小泉81

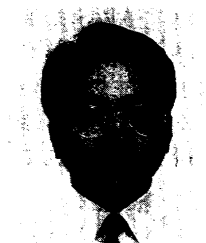
昭和38年7月15日生まれ。昭和62年3月名古屋大学理学部物理学科卒業。同年4月、日置電機株式会社に入社。照度計、抵抗計の開発に従事。電子情報通信学会会員。



ほりえ いずみ  
堀江 和泉（正会員）

ミノルタ株式会社計測機器事業部  
〒442-8558 愛知県豊川市金屋西町1-8

昭和23年1月27日生まれ。昭和41年3月愛知県立豊橋工業高校電気科卒業。同年4月ミノルタ株式会社に入社。色温度計、色彩計等各種測光測色機器の開発・設計に従事。現在、計測機器品質保証室勤務。



ちだ なおみち  
千田 直道（正会員）

横河M&C株式会社  
〒400-0057 山梨県甲府市高室町155

昭和32年10月16日生まれ。昭和55年3月東京理科大学理学部応用物理学科卒業。同年4月、横河電機株式会社に入社し、光ディスク評価装置、光パワー標準の開発に従事。平成8年より現職。