

照明業界における光源の 測光について

パナソニック(株) エコソリューションズ社
ライティング事業グループ R&Dセンター
鈴木健一

(2012年11月29日 第1回照明器具等判断基準小委員会 報告)

本日の報告内容

はじめに

- ・ 測光の基本事項
- ・ 全光束測定装置概要(積分球)
- ・ LED事業の特徴
- ・ 正しい測定の効果

測光の 難しさ

- ・ 測光装置の性能
- ・ 国家標準の精度
- ・ 標準光源の入手

LED測光 の問題

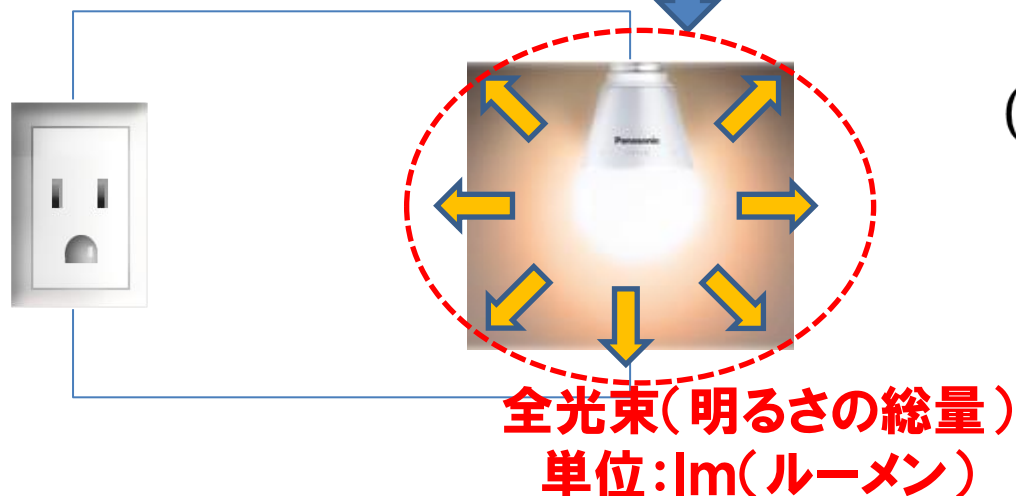
- ・ 受光器の誤差
- ・ 分光器の誤差
- ・ 積分球の誤差

関連活 動紹介

- ・ 北米 ENERGY STAR
- ・ IEA 4E SSL-Annex

まとめ

電力(電気エネルギー)
単位:W(ワット)



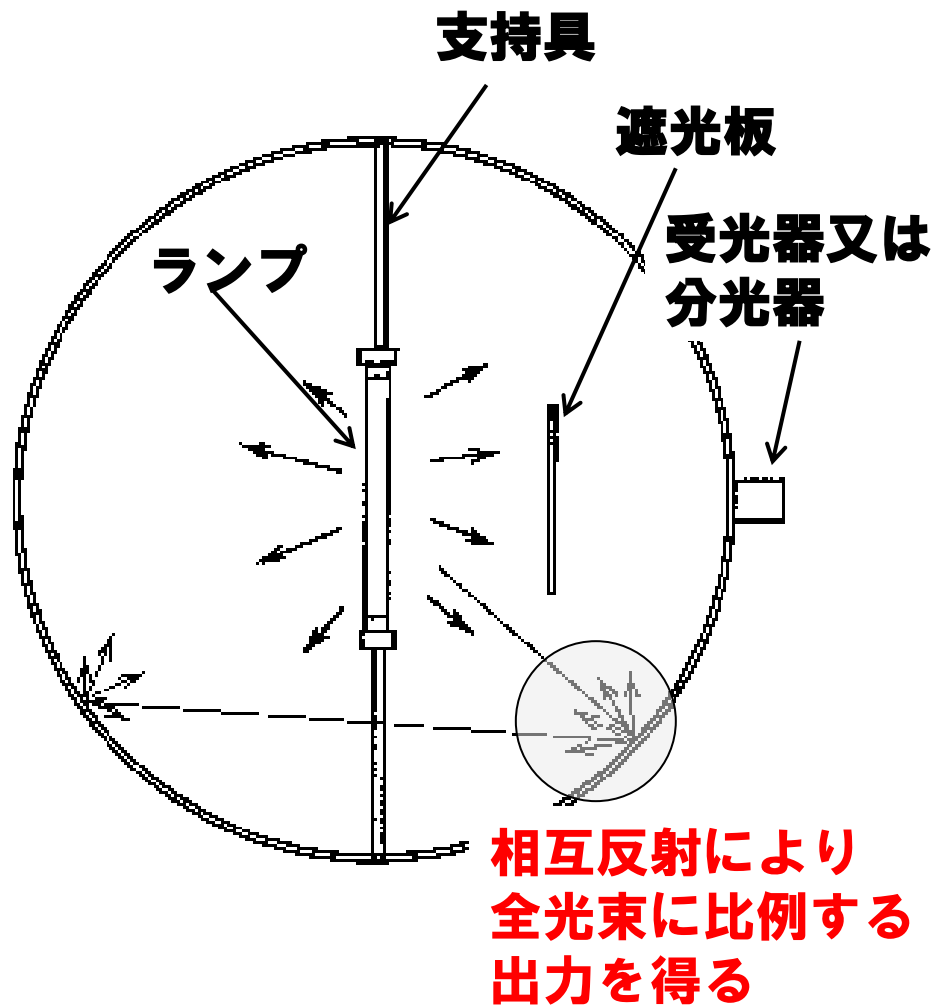
(エネルギー消費効率)

$$= \frac{\text{全光束}}{\text{電力}} \text{ lm/W}$$

明るさの種類	定義	単位
光束	明るさの量	lm(ルーメン)
全光束	光源から出る明るさの総量 (全方位の光束)	lm(ルーメン)
光度	光源の光の強さ	cd(カンデラ)
照度	照明されている割合	lx(ルクス)

全光束測定装置概要(積分球)

2012年11月29日
パナソニック 鈴木



積分球構成図

- LEDは蛍光ランプ(既存光源)と事業モデルが異なる。
- LED参入事業者の多くは測光技術が低いため、
JNLA*認定を取得した測光試験所の活用が必要となる。

		蛍光ランプ	LED
事業者	事業形態	垂直統合型	水平分業型
	ものづくり	大量生産	少量多品種 ファブレス
	製品サイクル	長い	短い
	測光スキル	高位平準化 (経験がある)	低く, ばらつく (経験が無い)
市場	参入障壁	高い	低い
	性能ばらつき	小さい	大きい
性能担保	対象	事業者>製品	製品>事業者
	確認データ	事業者自主	JNLA*認定試験所

*JNLA(Japan National Laboratory Accreditation system):JIS法による試験所認定制度

- 日本電球工業会でLED素子の測光規格（JISC8152-1）による巡回試験を実施。
- 正しい測定方法（規格）による測光精度の改善効果を確認。

	メーカーによる従来方法	JISC8152-1
光度	27 %	3 %
全光束	25 %	3 %

- 光の測定装置は、**精度が悪く、単独では精度を担保できない。**
- 精度向上のため、**標準光源との比較測定が必要となる。**

表. 受光器の性能例(JISC1609-1)

性能項目	精密級	一般形AA級	一般形A級
V(λ)近似度	3 %	6 %	9 %
紫外応答	1 %	2 %	4 %
赤外応答	1 %	2 %	4 %
斜入射応答	1.5 %	3 %	6 %
疲労	±0.5 %	±1 %	±2 %
温度	±3 %	±3 %	±5 %
湿度	±2 %	±3 %	±3 %
変調光	±1 %	±2 %	±2 %
直線性	±1 %	±2 %	±5 %

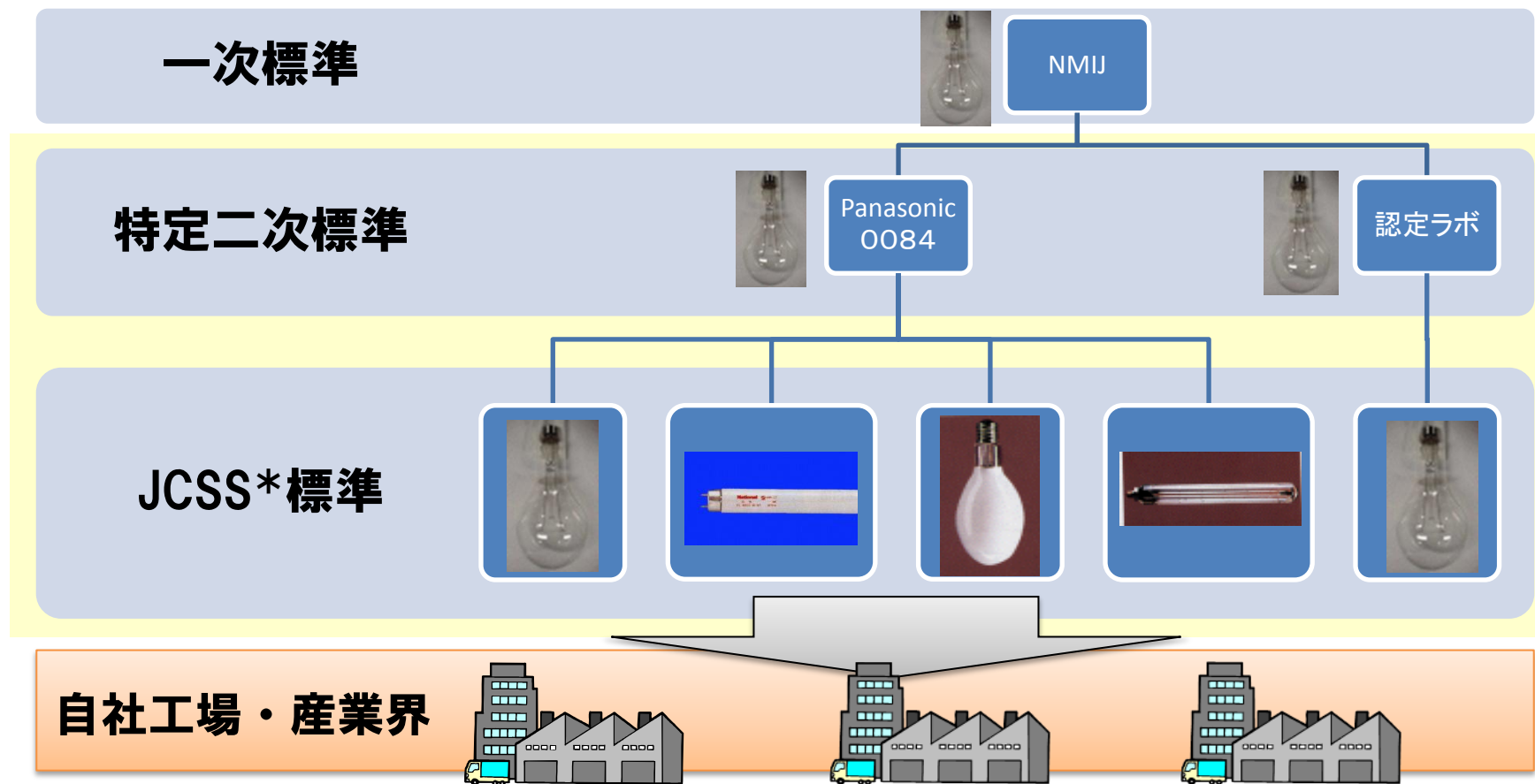
- 測光量の国家標準(国が定める比較の基準)の精度は、他の標準に比べて桁違いに悪い。



測光の難しさ③(標準光源の入手)

2012年11月29日
パナソニック 鈴木

- 標準光源(測光するための基準器)は, サンプルと同じ標準光源を利用することで高精度化が期待できる。
- しかし, LED電球の標準光源は入手が困難である。

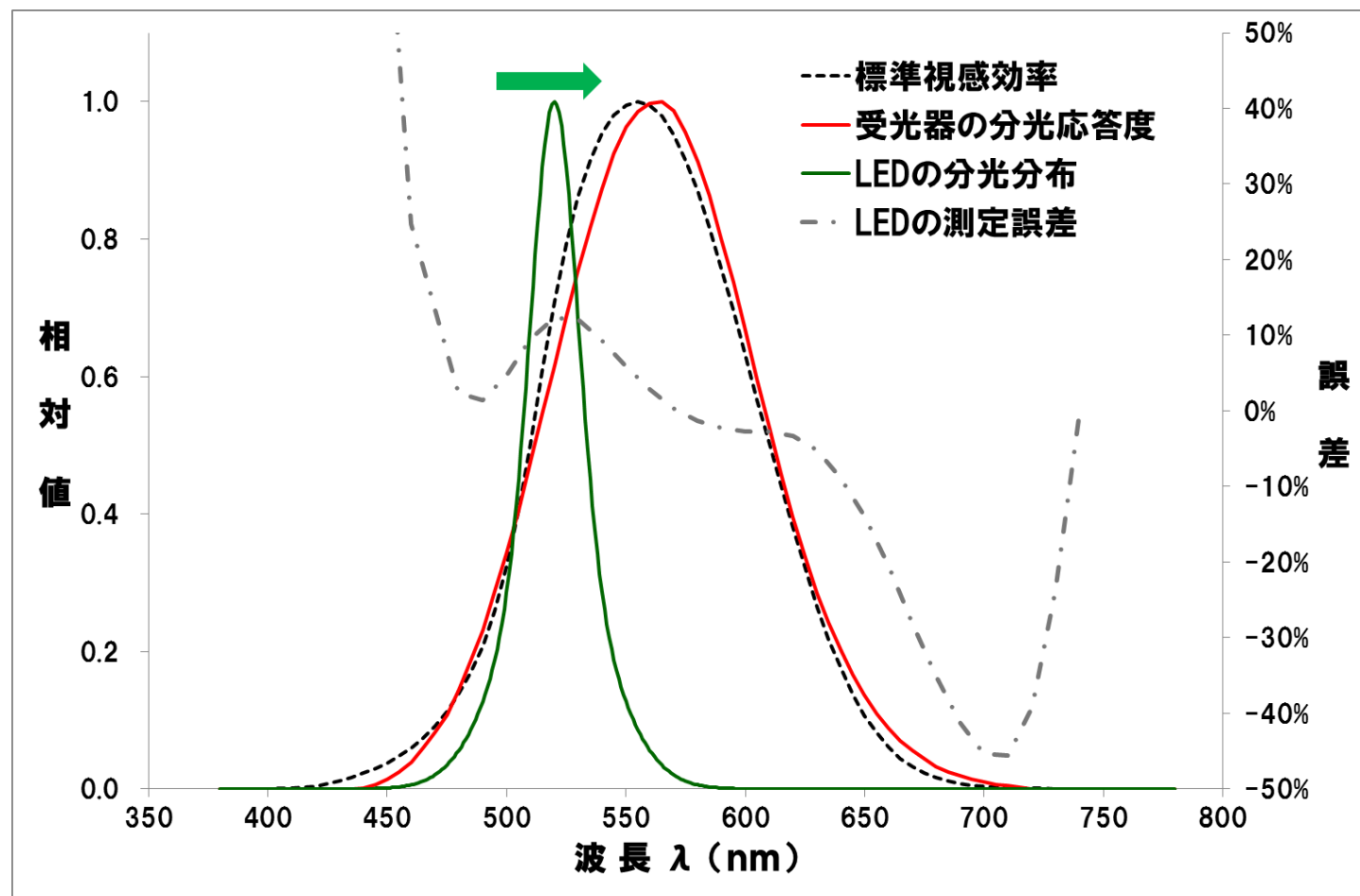


*JCSS(Japan Calibration Service System):計量法による標準光源など供給事業者認定制度

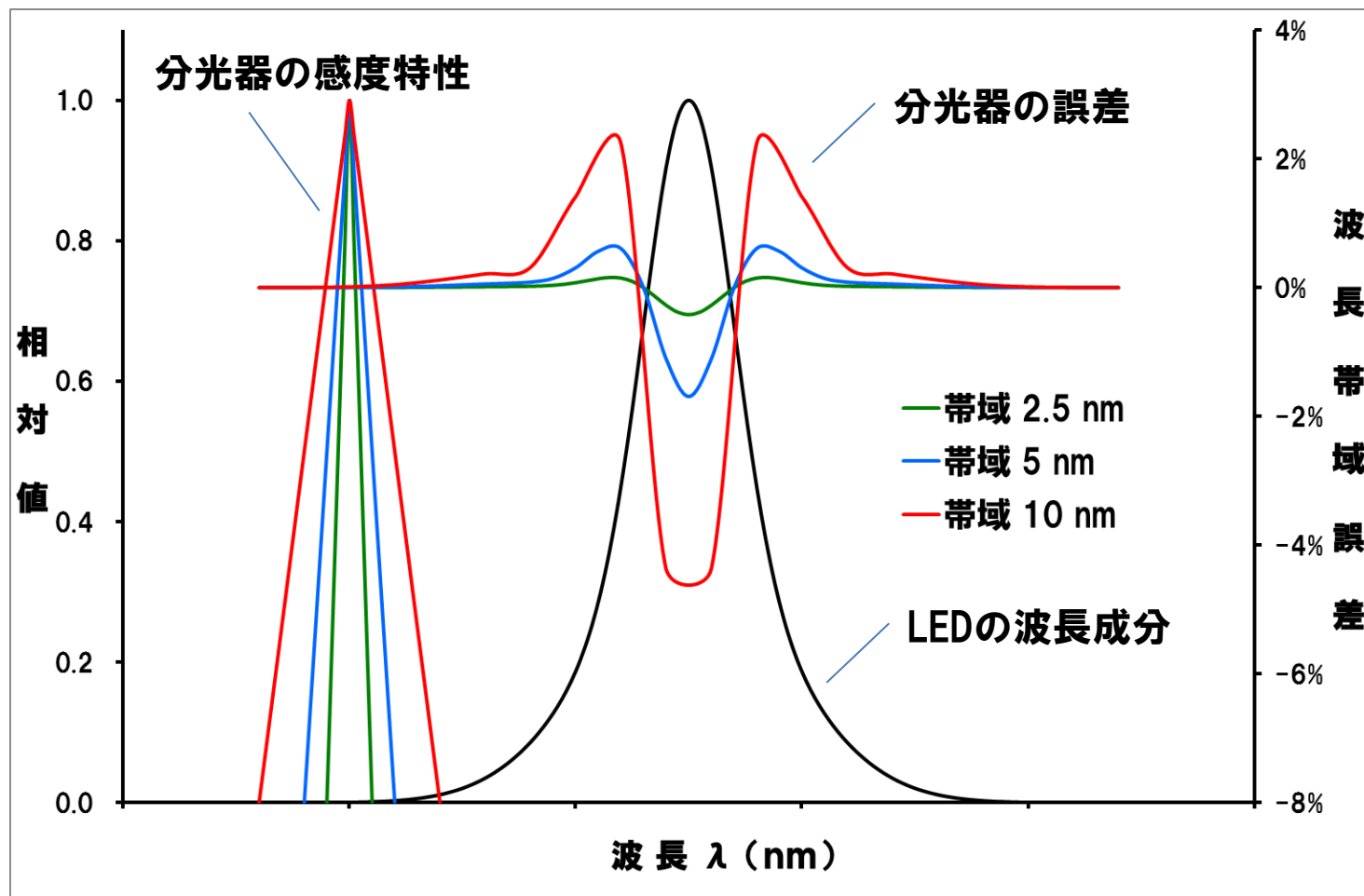
LEDの誤差の例①(受光器の誤差)

2012年11月29日
パナソニック 鈴木

- 測光装置の分光感度が、明るさを感じる曲線(標準視感効率)と完全に一致しないため、LEDの光では誤差が大きくなる。



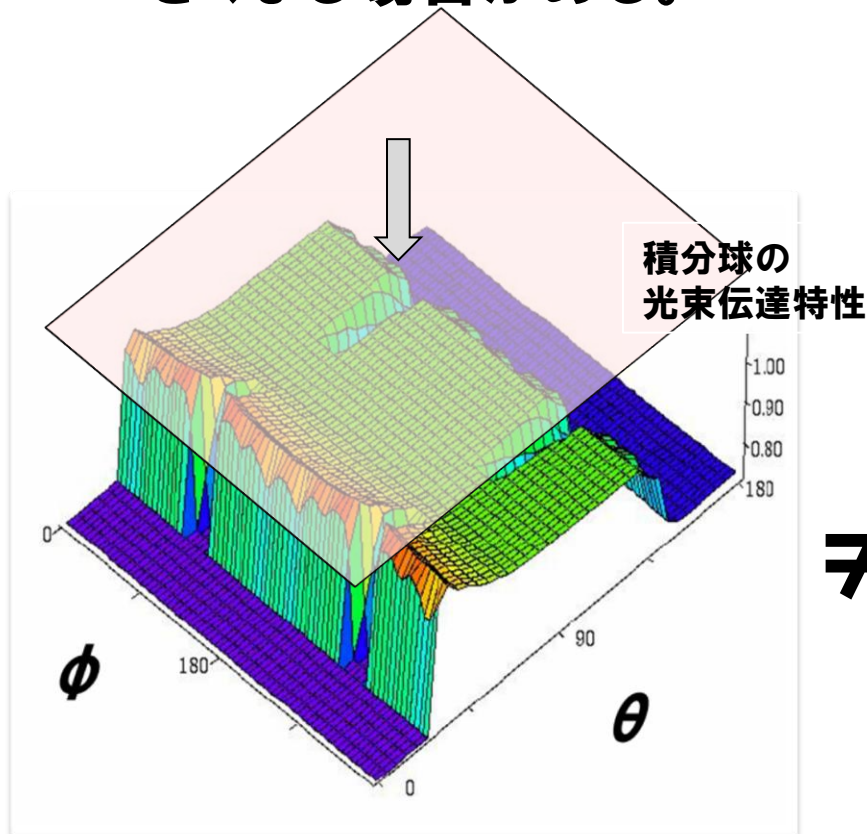
- LEDの波長成分を測定する場合、分光器の誤差が大きくなる。



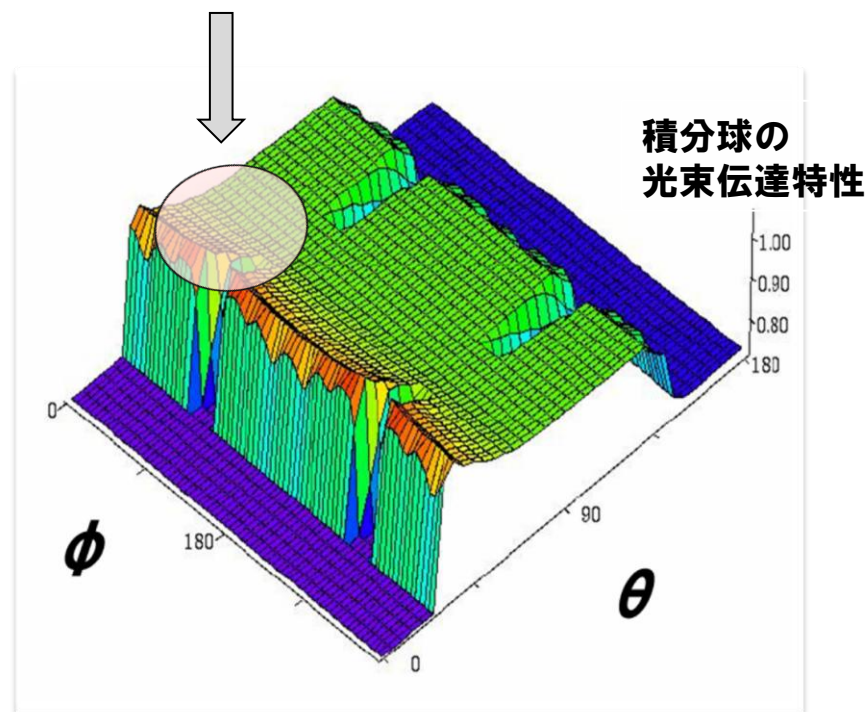
LEDの誤差の例③(積分球の誤差)

2012年11月29日
パナソニック 鈴木

- 積分球内部では, 光を照射する部位によって, 出力の変動がある。(下部曲線)。
- LEDの光の強度空間分布(配光)は各種あるため, 誤差が大きくなる場合がある。



≠



①均一配光を照射した場合

②スポット光を照射した場合

LED照明製品の認証基準では、認定試験所のデータを大幅に要求している。

試験所認定範囲における試験方法の記載方法について、照明製品のみ区別され、詳細な記載を要求している。

(指令番号:2011-02)

技能試験などの試験所における能力確認方法について、照明製品のみ独自の基準が追加され、NISTによる能力確認スキームがある。

(指令番号:2011-03)

**試験所は整備されており、測光ラボの延数は425ラボ
(内訳:北米179/中国167/台湾32/香港22/韓国12/シンガポール4/日本2/独2/伊2/英1/ハンガリー1/マレーシア1)。**



International Energy Agency
Efficient Electrical End-use Equipment
Solid State Lighting Annex 2010-2014
ssl.iea-4e.org

Participating Countries: Australia, China,
Denmark, France, Japan, The Netherlands,
Republic of Korea, Sweden, United Kingdom
and United States of America

Contacts:
Management Committee Chair: Peter Bennich
Operating Agent: Nils Borg
Operating Agent Support: Michael Scholand

22 October 2012

Launch of IEA 4E SSL Annex 2013 Interlaboratory Comparison

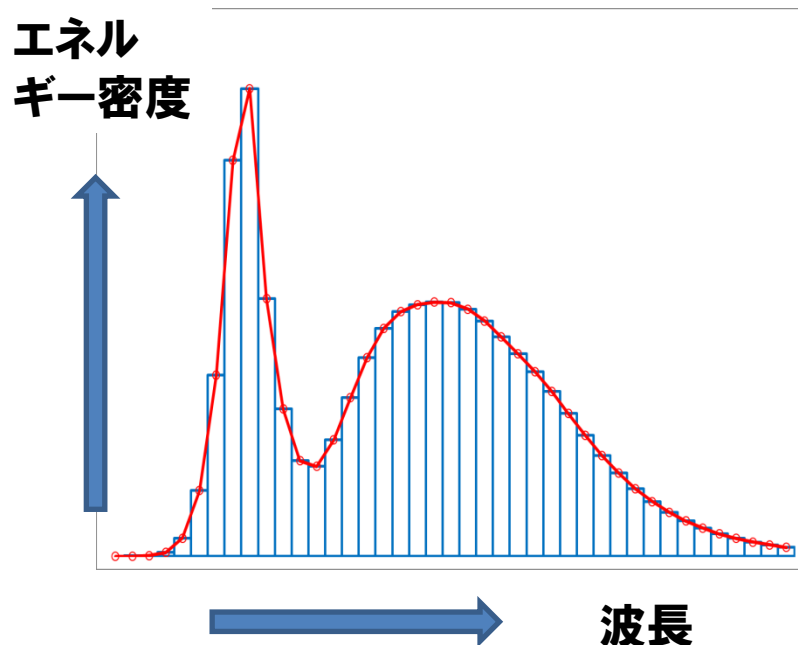
The International Energy Agency Energy-Efficient End-use Equipment Solid State Lighting Annex (IEA 4E SSL Annex) would like to formally announce the launch of the 2013 Interlaboratory Comparison of SSL product testing. We would like to encourage laboratories that are currently testing or wish to test SSL products to participate in this Interlaboratory Comparison (IC). This IC is being organised to investigate the test method and to verify the proficiency of laboratories worldwide for measuring SSL products. To this end, it may be used as evidence of the testing competence of a laboratory similar to a proficiency test for SSL testing accreditation programs by relevant accreditation bodies. The IEA 4E SSL Annex hopes that this work could help to promote establishing SSL testing accreditation worldwide and ultimately lead to a robust and reliable international network of laboratories proficient in SSL testing so that end-users can rely on information given in test reports. The comparison artefacts, measurement quantities, and other details are available in *IEA 4E SSL Annex Interlaboratory Comparison Generic Protocol*, which is available on the Annex's website: <http://ssl.iea-4e.org/task-2-ssl-testing>.

- LEDの測光方法, 試験所の確立は国際的重要課題。
- 国際エネルギー機関(IEA)にてSSLの取組が開始。日本も参画(20101~2014)。
- LED電球の測光能力を確認するため技能試験を開催
- 欧州では認定試験所確立に活用(2013)。
- 国内では12機関が参加。試験結果はJNLA認定制度への適用が可能であり,
LED電球の認定試験所確立の加速に活用。

(期間:2012/11~2013/6)

1. **トップランナー基準を策定するためには適切な測定方法が必要(主なLED測定のJISは整備済)。**
2. **しかし、測定方法を実施する上で、測定機器等の誤差が生じることや、誤差を見極めるノウハウが測定事業者に無いなどの問題がある。**
3. **一方、北米では測光関連の認定試験所が確立され、欧州でも2013年度に整備が予定されている。**
4. **以上から、日本でもJNLA認定試験所の活用が必要と考える。**

- 光はエネルギーであり、**波長的広がりや空間的広がりを持つ**
- 波長的広がりを定量化するために、特定の波長幅におけるエネルギー密度の波長分布として取り扱う(分光分布)
- 空間的広がりを定量化するために、各種空間量に対するエネルギー密度を取り扱う(放射束, 放射照度, 放射強度など)
- 波長的及び空間的広がり双方を考慮したものを、分光放射量と呼ぶ(分光放射束, 分光放射照度, 分光放射強度)



放射量	単位
放射束	W
放射照度	$W \cdot m^{-2}$
放射強度	$W \cdot sr^{-1}$
分光放射束	$W \cdot nm^{-1}$
分光放射照度	$W \cdot m^{-2} \cdot nm^{-1}$
分光放射強度	$W \cdot sr^{-1} \cdot nm^{-1}$

(参考資料)物理量と測光量の関係

2012年11月29日
パナソニック 鈴木

$$(\text{測光量}) = K_m \cdot \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} P(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda$$

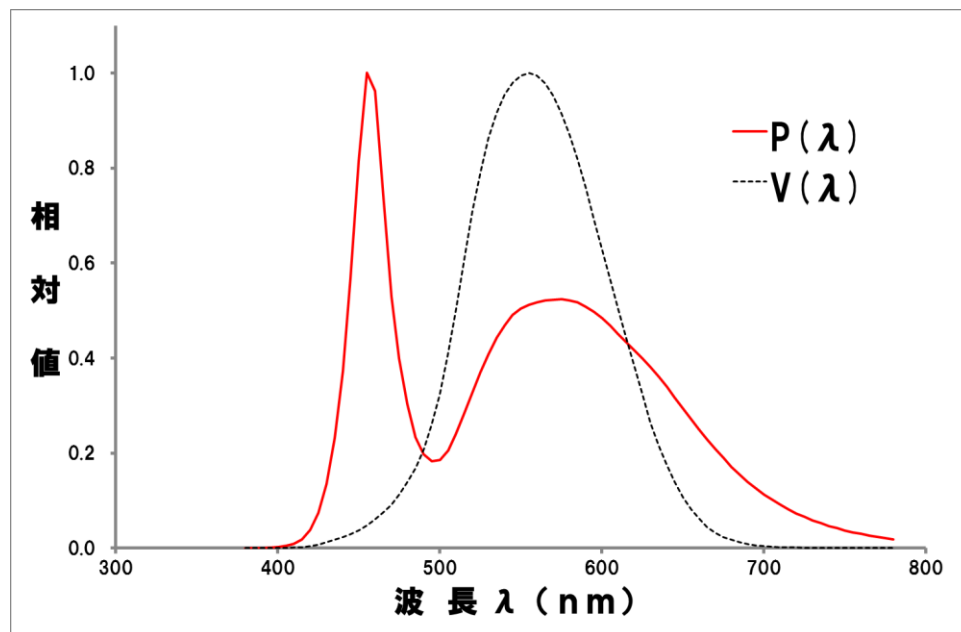
K_m : 最大視感効果度(683 lm/W)

$P(\lambda)$: 分光放射量

$V(\lambda)$: 標準視感効率(ISO 23539)

λ_1 : 可視波長域下限(380 nm)

λ_2 : 可視波長域上限(830 nm)

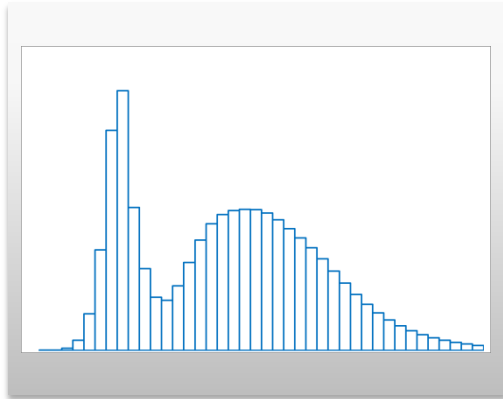


$P(\lambda)$ (単位)	計算される測光量 (単位)
分光放射束 ($\text{W} \cdot \text{nm}^{-1}$)	光束 (lm : ルーメン)
分光放射照度 ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$)	照度 (lx : ルクス, $\text{lm} \cdot \text{m}^{-2}$)
分光放射強度 ($\text{W} \cdot \text{sr}^{-1} \cdot \text{nm}^{-1}$)	光度 (cd : カンデラ, $\text{lm} \cdot \text{sr}^{-1}$)

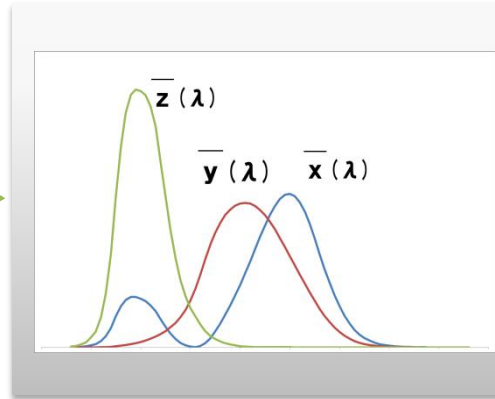
(参考資料)光源色の評価の流れ

2012年11月29日
パナソニック 鈴木

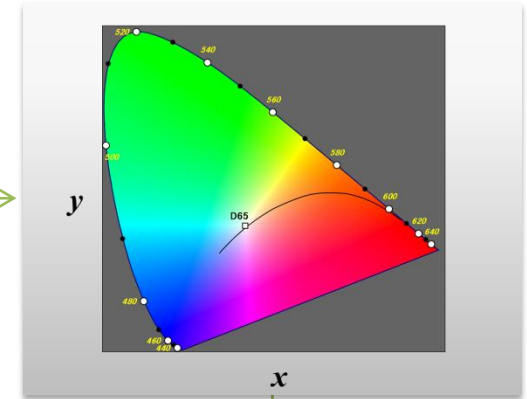
分光分布



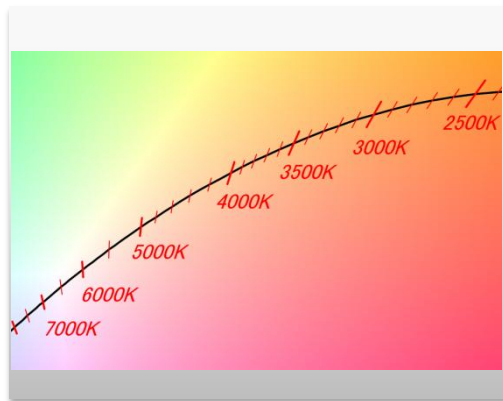
3刺激値X Y Z



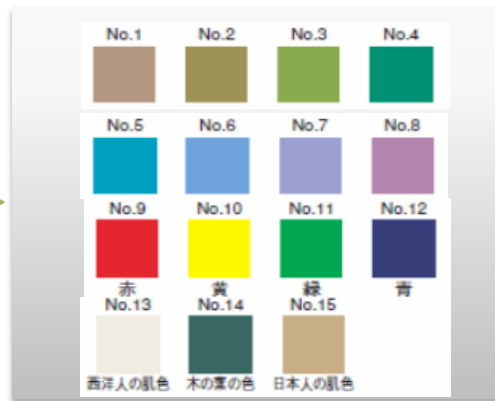
x y 色度図



相関色温度



標準光との色差



演色評価数

$$R_i = 100 - 4.6 \times \Delta E_i$$

R_i : 特殊演色評価数
 ΔE_i : 色票 i の色差
 R_a は $R_1 \sim R_8$ の平均値

(参考資料) PanasonicのJCSS供給サービス

2012年11月29日
パナソニック 鈴木

校正項目		精度, 範囲
全光束	標準電球	1.1 % (5 ~ 40000 lm)
	標準蛍光灯	
	標準HID	
照度	標準電球	1.1 % (1 ~ 40000 lx)
光度	標準電球	1.1 % (5 ~ 10000 cd)
分光放射照度	標準電球	3.1 ~ 6.3 % (250 ~ 2500 nm)
	標準蛍光灯	
	色度 xy	0.003
分光応答度	標準受光器	3.1 ~ 6.3 % (250 ~ 830 nm)
	f _i '	0.4
分布温度	標準電球	17.1 K (1900 ~ 3150 K)

校正項目	精度, 範囲
LED CIE平均化光度	1.4 % (0.01 ~ 1000 cd)
LED 全光束	1.1 % (0.01 ~ 100 lm)
LED 全放射束	1.3 % (250 ~ 1150 nm)
LED 色度	0.003
輝度	1.2 % (5 ~ 350000 cd/m ²)
分光放射輝度	3.3 ~ 5.2 % (250 ~ 780 nm)

(赤字はサービスを拡大したもの)