

日本照明工業会 セミナー（第13回）

『測光試験所の品質システムと測定の不確かさ評価』

日 時：2023年 3月 9日（木）

13：30～16：30

場 所：ZOOM（Web）+JLMA大会議室



講演 次第

Lighting 5.0

	受付開始（出席確認）	時刻
1.	開 会（概要紹介及び受講時の諸事項）	13：30～
2.	講 演	
2.1	「JNLA審査における指摘事例の紹介」（講演:60分 Q&A:5分）	13：35～
	講師：土屋 年史 様 （独立行政法人製品評価技術基盤機構 認定センター 試験認証認定課）	
2.2	「測光・放射測定におけるCIEでの最近の話題(不確かさ評価の動向ほか)」（講演:40分 Q&A:5分）	14：40～
	講師：薮 洋司 様 （国立研究開発法人産業技術総合研究所 計量標準総合センター 物理計測標準研究部門 光放射標準研究G）	
2.3	「不確かさ評価の基礎」（講演:40分 Q&A:5分）	15：25～
	講師：清水 恵一 様（一般社団法人日本照明工業会 技術部）	
3.	総合Q & A	16：10～
4.	閉 会（アンケート依頼・受講証明書について）	

一般社団法人日本照明工業会セミナー
2023年3月9日

ISO/IEC 17025:2017 への指摘の事例紹介

独立行政法人製品評価技術基盤機構
認定センター 試験認証認定課 土屋年史



1

本日の内容

1. JNLA審査における
不適合、懸念事項の件数
2. 不適合事項の事例紹介



2

1. JNLA審査における不適合、懸念事項の件数

・ 2022年審査における不適合、懸念事項の件数（91審査案件の結果より）

不適合	懸念事項
80件	42件

JIS法、JNLA登録の一般要求事項に対する不適合等の件数は除いています。

不適合、懸念事項の指摘がなかった審査案件数：50案件



JNLA審査における不適合、懸念事項

【不適合】

登録要求事項に対し、事業所が適合していることのエビデンスを示せなかった事項であって、不適合と判断できる客観的証拠がある事項。**是正報告書の提出**を要請します。

【懸念事項】

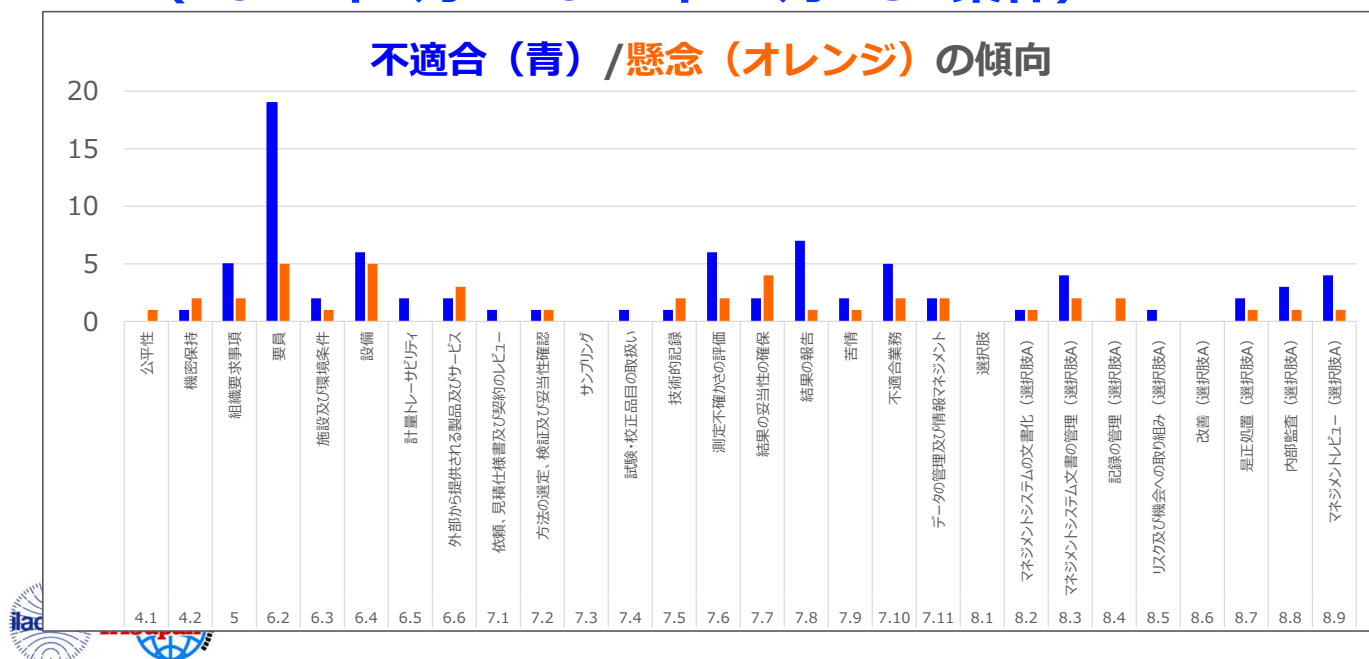
登録要求事項に対し、事業所側が現時点では適合していることを主張し、何らかのエビデンスが提示され、審査側も確認できたが、当該マネジメントシステムを継続的に運用した場合、いずれは「不適合」になる可能性があるとして懸念される根拠（証拠、状況）がある事項。**回答書の提出**を要請します。

*** 不適合に対する是正報告書、懸念事項に対する回答書は、合意日の翌日より登録試験事業者の20営業日目までに提出をお願いしています。**



JNLA審査における指摘事項の傾向 (2022年1月～2022年12月 : 91案件)

不適合 (青) / 懸念 (オレンジ) の傾向



5

ISO/IEC 17025:2017 箇条別の件数

ISO/IEC 17025:2017の要求事項	不適合	懸念事項
4 一般要求事項		
4.1 公平性	0	1
4.2 機密保持	1	2
5 組織構成に関する要求事項	5	2
6 資源に関する要求事項		
6.1 一般	0	0
6.2 要員	19	5
6.3 施設及び環境条件	2	1
6.4 設備	6	5
6.5 計量トレーサビリティ	2	0
6.6 外部から提供される製品及びサービス	2	3

ISO/IEC 17025:2017 箇条別の件数

ISO/IEC 17025:2017の要求事項	不適合	懸念事項
7 プロセスに関する要求事項		
7.1 依頼, 見積仕様書及び契約のレビュー	1	0
7.2 方法の選定, 検証及び妥当性確認	1	1
7.3 サンプルング	0	0
7.4 試験・校正品目の取扱い	1	0
7.5 技術的記録	1	2
7.6 測定不確かさの評価	6	2
7.7 結果の妥当性の確保	2	4
7.8 結果の報告	7	1
7.9 苦情	2	1
7.10 不適合業務	5	2
7.11 データの管理及び情報マネジメント	2	2



ISO/IEC 17025:2017 箇条別の件数

ISO/IEC 17025:2017の要求事項	不適合	懸念事項
8 マネジメントシステムに関する要求事項		
8.1 選択肢		
8.2 マネジメントシステムの文書化 (選択肢A)	1	1
8.3 マネジメントシステム文書の管理 (選択肢A)	4	2
8.4 記録の管理 (選択肢A)	0	2
8.5 リスク及び機会への取組み (選択肢A)	1	0
8.6 改善 (選択肢A)	0	0
8.7 是正処置 (選択肢A)	2	1
8.8 内部監査 (選択肢A)	3	1
8.9 マネジメントレビュー (選択肢A)	4	1

注意：8.2から8.9は、選択肢Bを選択した登録試験事業者の不適合等の件数も含めています。



2. 不適合事項の事例紹介

<5 組織構成に関する要求事項>

5.2 ラボラトリは、そのラボラトリについて総合的な責任をもつ
ラボラトリマネジメントを特定しなければならない。

5.5 ラボラトリは、次の事項を行わなければならない。

b) ラボラトリ活動の結果に影響する業務を管理、実施又は検証する**全ての要員の責任、権限及び相互関係を規定する。**

- ・ 品質マニュアルのマネジメントシステム上の管理者の責任と権限を規定する項目において、ラボラトリマネジメントとしての事業所長の責任と権限が明確に規定されていない。



<6.2 要員>

6.2.2 ラボラトリは、学歴、資格、教育・訓練、技術的知識、技能及び経験に関する要求事項を含め、**ラボラトリ活動の結果に影響を与える各職務に関する力量要求事項を文書化**しなければならない。

- ・ 試験技術者の力量要求事項が文書化されていない。
- ・ 品質管理者、技術管理者、報告書発行責任者の力量要求事項が文書化されていない。



<6.2 要員>

6.2.5 ラボラトリーは、次の事項に関する手順をもち、**記録を保持しなければならない**。

- a) 力量要求事項の決定
- b) 要員の選定
- c) 要員の教育・訓練**
- d) 要員の監督
- e) 要員への権限付与
- f) 要員の力量の監視**

- ・ 内部監査員へのISO/IEC 17025 : 2017の教育の記録が残されていない。
- ・ 品質管理責任者、技術管理責任者についてパフォーマンスの監視が行われていない。



<6.4 設備>

6.4.9 過負荷又は誤った取扱いを受けた設備、疑わしい結果を生じる設備、又は欠陥をもつ若しくは**規定の要求事項を満たさないことが認められた設備**は、業務使用を停止しなければならない。その設備は、それが正常に機能することが検証されるまで、使用を防止するため隔離するか、又は業務使用停止中であることを示す明瞭なラベル付け若しくはマーク付けを行わなければならない。ラボラトリーは、不具合又は規定された要求事項からの逸脱の影響を調査し、**不適合業務の管理の手順を開始**しなければならない。

- ・ 不具合となった設備に対して不適合業務として開始していなかった。
- ・ ○○（計測器）の外部校正を1回／3年と規定しているにも関わらず、この校正周期を超過して外部校正をしていたが、不適合業務の管理の手順を開始していなかった。



<6.4 設備>

6.4.13 ラボラトリ活動に影響を与え得る**設備の記録を保持しなければならない**。記録には、適用可能な場合、次の事項を含めなければならない。

e) 校正の日付、校正結果、調整、**受入基準**及び次回校正の期日又は校正周期。

- ・ 校正対象機器について外部校正後の受入基準が設備の記録に含まれていない。
- ・ ○○の受け入れ基準が明確ではなく、その記録が保持されていない。



<7.6 測定不確かさの評価>

7.6.1 ラボラトリは、**測定不確かさへの寄与成分を特定**しなければならない。測定不確かさを評価する際、サンプリングから生じるものを含み、**重大な全ての寄与成分を、適切な分析方法を用いて考慮**しなければならない。

7.6.3 試験を実施するラボラトリは、**測定不確かさを評価**しなければならない。試験方法によって、厳密な測定不確かさの評価ができない場合、原理の理解又は試験方法の実施に関する実際の経験に基づいて推定しなければならない。

- ・ ○○試験の測定不確かさの評価手順を「不確かさ手順書」に規定しているが、「△△の不確かさ」、及び「□□の不確かさ」の不確かさ要因の算出に不備がある。
- ・ 試験実施者の人数が変わっているにも関わらず、測定不確かさが見直されていないかった。



<7.8 結果の報告>

7.8.2.2 ラボラトリは、その情報が顧客から提供されたものである場合を除き、報告書に記載された全ての情報について責任をもたなければならない。**顧客によって提供されたデータは、明確に識別されなければならない。**さらに、その情報が顧客から提供されたもので、結果の妥当性に影響する可能性がある場合には、免責条項を報告書に記載しなければならない。ラボラトリがサンプリング段階に責任を持たない場合（例えば、試料が顧客から提供された場合）には、結果は受領した試料に適用される旨を報告書に記載しなければならない。

- ・試験成績書内で、顧客によって提供されたデータについて明確に識別されていない。



<7.10 不適合業務>

7.10.1 ラボラトリは、そのラボラトリ活動の何らかの業務の側面、又はその結果が、ラボラトリの手順又は顧客との間で合意された要求事項に適合しない場合（例えば、設備又は環境条件が規定の限界を外れている場合、監視の結果が規定の基準を満たさない場合）に実施しなければならない手順をもたなければならない。

この手順は、次の事項を確実にしなければならない。

b) 処置（必要に応じて、業務を停止する又は繰り返すこと、及び報告書を保留することを含む。）を、**ラボラトリの設定したリスクレベルに基づいて定める。**

c) 以前の結果に関する影響分析を含め、不適合業務の重大さを評価する。

7.10.2 ラボラトリは、不適合業務及び7.10.1のb)～f)に規定する**処置の記録を保持しなければならない。**

- ・リスクレベルに基づく処置や不適合の重大性の評価をした記録が残されていない。



<8.3 マネジメントシステム文書の管理>

8.3.2 ラボラトリーは、次の事項を確実にしなければならない。

- a) 文書の発行に先だって、**権限をもった要員**がその文書の妥当性について**承認を与える**。
- b) 文書を定期的に見直し、必要に応じて更新する。
- c) 文書の**変更及び最新の改訂の状況が識別**される。
- d) 適用される文書の適切な版が使用に際して入手でき、必要に応じてそれらの文書の配布が管理される。
- e) 文書に固有の識別を付す。
- f) 廃止文書の意図しない使用を防止する。目的を問わず、廃止文書を保持する場合は、それらに適切な識別を付す。

- ・ 各種文書の改訂承認者は品質管理者であるが、品質管理者として認定される前の者が各種文書の承認を行っていた。
- ・ 現場で使用されている作業標準は、変更内容が分からない状況となっていた。



<8.7 是正処置>

8.7.1 不適合が発生した場合、ラボラトリーは、次の事項を行わなければならない。

- b) その**不適合が再発又は他のところで発生しない**ようにするため、次の事項によって、その不適合の原因を除去するための処置をとる必要性を評価する。
 - 不適合をレビューし、分析する。
 - その不適合の原因を明確にする。
 - **類似の不適合の有無、又はそれらが発生する可能性を明確にする。**

- ・ 内部監査の指摘に対して類似の不適合の有無を確認していない。



<8.8 内部監査>

8.8.1 ラボラトリは、マネジメントシステムが**次の状況にあるか否かに関する情報を提供**するために、あらかじめ定めた間隔で内部監査を実施しなければならない。

a) 次の事項に適合している。

- ラボラトリ活動を含めた、ラボラトリ自体のマネジメントシステムに関する要求事項
- この規格の要求事項

b) **有効に実施され、維持**されている。

- ・ 2020年及び2021年に実施された内部監査で、指摘事項への是正処置が取られていることを報告書から確認できなかった。また、2年続けて同じ指摘がされ、有効な改善が行われていなかった。



<8.9 マネジメントレビュー>

8.9.2 マネジメントレビューへの**インプットは、記録**しなければならない。また、マネジメントレビューへのインプットには、**次の事項に関する情報を含めなければならない。**

a)～o)

8.9.3 マネジメントレビューからの**アウトプットは、少なくとも次の事項に関する全ての決定及び処置を記録**しなければならない。

- a) マネジメントシステム及びそのプロセスの有効性
- b) この規格の要求事項を満たすことに関するラボラトリ活動の改善
- c) 必要とされる資源の提供
- d) あらゆる変更の必要性

- ・ マネジメントレビューへのインプット項目とマネジメントレビューからのアウトプット項目は、要求されている全ての項目の内容を網羅していない。



ご清聴ありがとうございました。

認定センター（IAJapan）ホームページ
<https://www.nite.go.jp/iajapan/index.html>

JNLAホームページ
<https://www.nite.go.jp/iajapan/jnla/index.html>

ASNITEホームページ
<https://www.nite.go.jp/iajapan/asnite/index.html>



測光・放射測定における CIEでの最近の話題 (不確かさ評価の動向ほか)

国立研究開発法人産業技術総合研究所
計量標準総合センター (NMIJ, AIST)
薮 洋司

1/36

2022年度JLMAセミナー(2023.3.9)

本日の講演内容

1. CIEについて（全般事項）
2. CIE第2部会の概要
3. 不確かさ評価に関する取り組み
4. 最近の話題
 - 4.1 新設TC
 - 4.2 CIE研究戦略の改訂に向けた検討
 - 4.3 DXに関する諸検討
 - 4.4 錐体分光感度に基づく分光視感効率

2/36

2022年度JLMAセミナー(2023.3.9)

CIE (Commission Internationale de l'Eclairage)

設立: 1913年

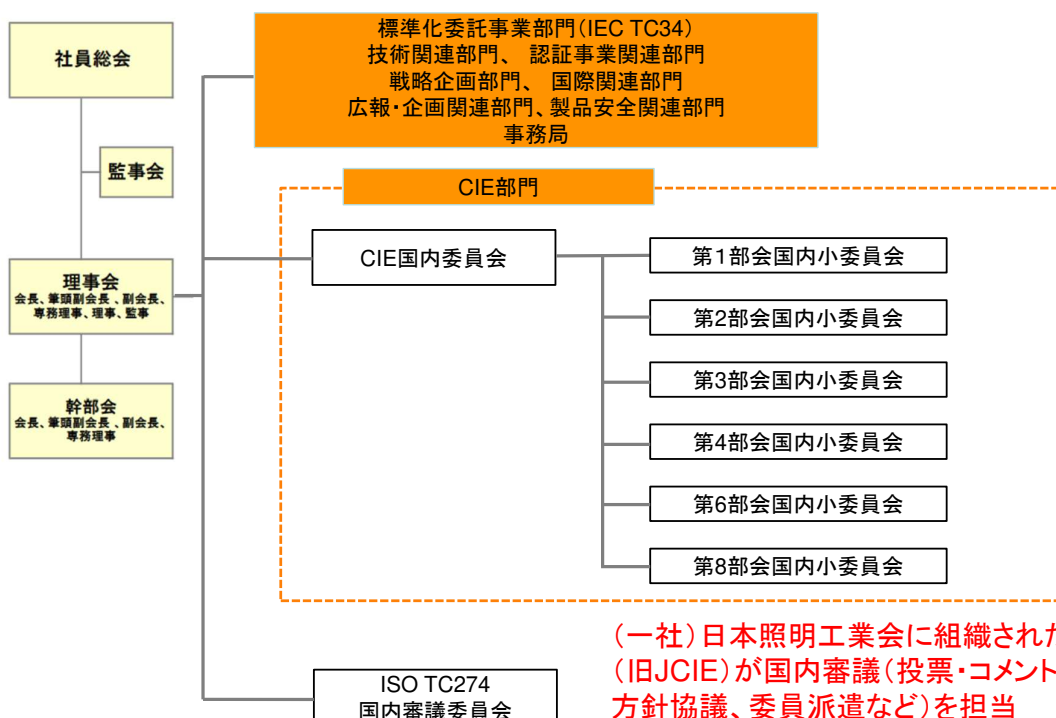
本部: ウィーン (オーストリア)

ミッション: 光(Light)と照明(Lighting)に関連する...

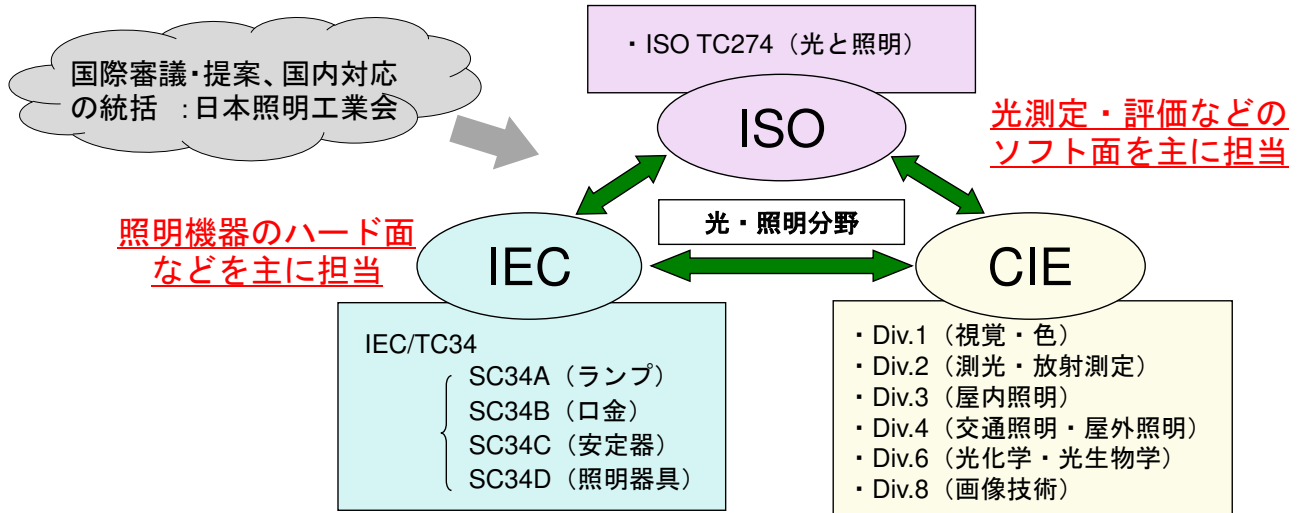
- 1) 国際的な討議の場 (International Forum) の提供
- 2) 計測 (metrology) のための基礎的な標準や手順の開発
- 3) 国内・国際規格の作成のための指針の提供
- 4) 国際規格 (ISO/CIE規格etc.)・技術文書などの作成・出版
- 5) 関連国際団体とのリエゾンや技術協力の構築・維持

組織構造 (部会):

- 第1部会 (視覚と色)
- 第2部会 (光と放射の物理測定)
- 第3部会 (屋内環境と照明設計)
- 第4部会 (交通照明および屋外照明)
- 第6部会 (光生物学と光化学)
- 第8部会 (画像技術)



- ISO(国際標準化機構)、IEC(国際電気標準会議)、CEN(欧州標準化機構)などとMoU(覚書)を締結
 - CIE規格をISO, IECにFDISとしてファストトラック提案が可能
 - デュアルロゴ規格(ISO/CIE規格、IEC/CIE規格)として発行
- 2012年: ISO TC274(光と照明)設立
- 2019年: ISOとCIEの間でパートナー規格開発団体(PSDO)協定を締結



5/36

2022年度JLMAセミナー(2023.3.9)

What we do

Knowledge makes the world a brighter place

Our goals are:

- Providing a forum for open discussion and interchange on scientific fundamentals and applications in all fields related to light and lighting
- Developing international standards within our scope which are also used on a regional basis
- Establishing new findings and techniques in optical radiation, lighting, image technology, and related fields
- Cooperating with other international organizations

SUSTAINABLE GOALS

edges.un.org

CIE Divisions

Each major subject area is the responsibility of one of the six CIE Divisions

- Division 1 Vision and Colour
- Division 2 Measurement of Light and Radiation
- Division 3 Interior Environment and Lighting Design
- Division 4 Photometry and Radiometry
- Division 5 Image Technology
- Division 6 Photobiology and Photochemistry

Division 2 Measurement of Light and Radiation

We develop methods to evaluate all types of optical radiation from the ultraviolet to the infrared. This includes how we measure the radiation and how it interacts with materials.

Working with other organizations

Activities

Why join the CIE global network?

Enlightening minds

6/36

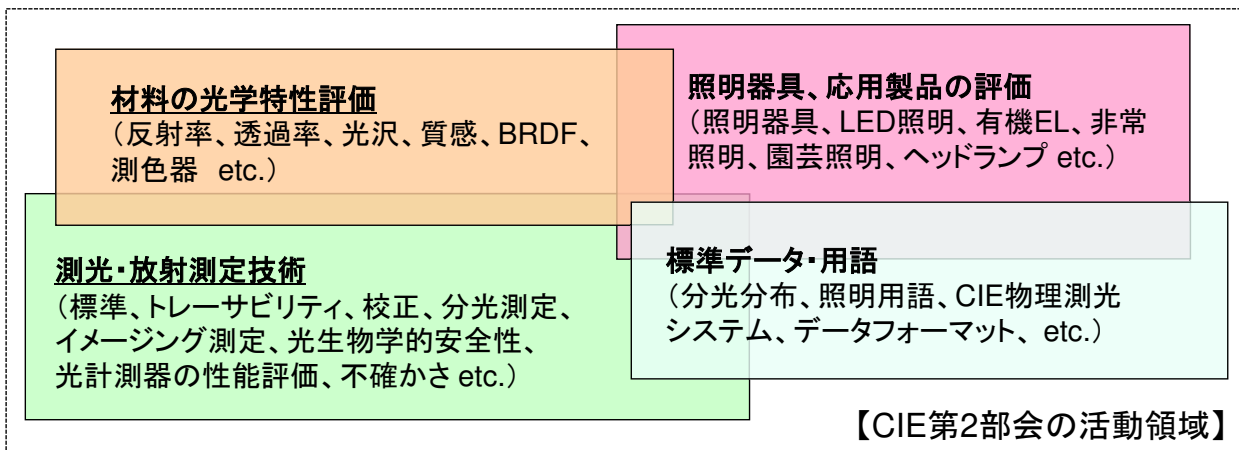
<https://bit.ly/3nDwfX6> (2022年7月発行)

2022年度JLMAセミナー(2023.3.9)

CIE Division 2: Physical Measurement of Light and Radiation (光と放射の物理測定)

● Terms of Reference (活動領域)

紫外・可視および赤外放射、一般的な放射、材料や照明器具の光学的特性などの評価のための標準的な手法について検討すると共に、これらの評価に必要とされる物理検出器およびその他の機器についての光学特性や性能について検討する。



※ 2023年3月現在、18件のTC、7件のJTCおよび11件のレポーターが活動中

2023年3月現在

No.	TC名称	委員長
TC2-62	イメージングフォトメータに基づくニアフィールド配光測定	K. Bredemeier (DE)
TC2-67	自動車用ランプの測光	T. Reiners (DE)
TC2-68	照明用有機ELの光学測定法	薮 洋司 (JP)
TC2-77	第2部会活動における基本戦略と相互交流	T. Bergen (AU)
TC2-78	ランプおよび照明器具の配光測定	T. Bergen (AU)
TC2-79	積分球に基づく測光および分光放射測定	D-H. Lee (KR)
TC2-81	絶対放射測定(CIE65の改訂)	M. Smid (CZ)
TC2-84	LEDパッケージの試験データの報告に関する推奨	A. Poppe (HU)
TC2-85	BRDF測定の幾何パラメータに関する推奨	G. Obein (FR)
TC2-86	イメージング輝度測定装置によるグレア測定	J. Wienold (CH)
TC2-89	光源および照明システムの時間的光変調の測定	Q. Li (CN)
TC2-91	LEDパッケージおよびLEDアレイの光学測定方法	M. Schneider (DE)
TC2-94	全透過率、拡散透過率およびヘーズの測定	H-L. Yu (TW)

No.	TC名称	委員長
TC2-94	全透過率、拡散透過率およびヘーズの測定	H-L. Yu (TW)
TC2-95	光害の測定	C. Bouroussis (GR)
TC2-96	ISO/CIE 19476(照度計および輝度計の性能記述)の改訂	A. Sperling (DE)
TC2-97	CIE S025(LED照明の試験方法)の改訂	A. Thorseth (DK)
TC2-98	CIE130-1998(反射率・透過率の実用測定方法)の改訂	C. Cooksey (US)
JTC-1	CIE191 (薄明視測光システム)の屋外照明への適用(D1,D2,D4)	S. Mucklejohn (GB) *D2: T. Goodman (GB)
JTC-5	CIE S009/IEC62471の見直し(D6,D2,IEC)	J. O'Hagan (GB) *D2: 蔀 洋司 (JP)
JTC-8	光と照明に関する用語(D1,D2,D3,D4,D6,D8)	P. Zwick (AT)
JTC-12	光輝感と粒状性の計測(D1,D2,D8)	A. Ferrero (ES)
JTC-17	光沢度の測定および光沢の知覚(D1,D2,D8)	F. Leloup (BE)
JTC-19	園芸用照明に関する用語(D6,D2)	W. Zhang (CN) *D2: P. Dekker (NL)
JTC-20	ウェアラブル線量計による α -opic量の測定(D6,D2)	M. Spitschan (DE) *D2: F. Stuker (CH)

No.	TC名称	委員長
DR2-64	分光測光器の特性記述法	E. Mofokeng (ZA)
DR2-69	ニアフィールド配光測定装置の妥当性検証のためのガイド文書	J. Ledig (DE)
DR2-80	レーザ応用照明の測光・放射測定	A. Thorseth (DK)
DR2-81	閃光の実効光度の計算	D. Couzin (DE)
DR2-82	adjustment, calibration, verificationの用語の使い分けに関するTN作成	T. Bergen (AU)
DR2-87	光子計測における用語	D-H. Lee (KR)
DR2-89	色補正係数の補完	A. Thorseth (DK)
DR2-90	照明計算用ソフトの妥当性検証のための分光データおよび指標	P. Blattner (CH)
DR2-91	紫外放射計の適切な校正および使用	T. Bergen (AU)
DR2-92	最大視感効果度の標準化に関する推奨	T. Schneider (DE)
DR2-93	CIE198-SP2へのモンテカルロ法の適用	U. Krueger (DE)

- ISO/CIE 23539:2023 Photometry – The CIE system of physical photometry
【CIE物理測光システム(改訂版) ← 測光量の導出方法を規定】
- CIE 251:2023 LED Reference Spectrum for Photometer Calibration
【フォトメータの校正のための白色LEDの参照分光分布】
- CIE x049:2022 Proceedings of the CIE symposium on the advances in measurement of temporal light modulation, October 11, 2022, Athens, Greece
【2022年10月開催のCIEシンポジウム(TLM関連)のProceedings集】
- CIE 250:2022 Spectroradiometric measurement of optical radiation sources
【光源の分光放射測定(CIE63の改訂版)】
- CIE TN 013:2022 Terms related to Planckian radiation temperature for light sources
【プランク放射温度に関連する用語 ← CIE114からの技術エッセンスの再編集】
- ISO/CIE11664-2:2022 Colorimetry — Part 2: CIE standard illuminants/ 2nd edition
【CIE標準イルミナント(改訂版) ← D50をCIE標準イルミナントに追加】

- CIE x048:2021 Proceedings of the Conference CIE 2021, September 27 - 29, 2021
【CIE2021中間大会(オンライン)のProceedings集】
- CIE 247:2021 Guide for the Gonioradiometric Measurement of Upper Air Ultraviolet Germicidal Irradiation Luminaires
【空気殺菌用UV照明器具の配光測定】
- CIE 244:2021 Characterization of Imaging Luminance Measurement Devices
【イメージング輝度計(ILMD)の特性評価法】
- CIE TN 012:2021 Guidance on the Measurement of Temporal Light Modulation of Light Sources and Lighting Systems
【時間的光変調(TLM)の測定に関するガイド】

1. CIE DIS 017-SP2:2023 ILV: International Lighting Vocabulary –Supplement 2: Terms and Definitions for Horticultural Lighting
2. ISO/CIE 23539:2023 Photometry – The CIE system of physical photometry
3. ISO/CIE 11664-2:2022(E) Colorimetry — Part 2: CIE Standard Illuminants
4. ISO/CIE 11664-6:2022(E) Colorimetry-Part 6: CIE DE2000 Colour-Difference Formula
5. ISO/CIE TR 21783:2022(E) Light and lighting — Integrative lighting — Non-visual effects
6. CIE DIS 027:2021 Photometry of road illumination devices, light signalling devices and retroreflective devices for road vehicles.
7. CIE S 017/E:2020 ILV: International Lighting Vocabulary, 2nd Edition

1. CIE 251:2023 LED Reference Spectrum for Photometer Calibration
2. CIE 250:2022 Spectroradiometric measurement of optical radiation sources
3. CIE 249:2022 Visual Aspects of Time-Modulated Lighting Systems
4. CIE 248:2022 The CIE 2016 Colour Appearance Model for Colour Management Systems: CIECAM16
5. CIE 247:2021 Guide for the Gonioradiometric Measurement of Upper Air Ultraviolet Germicidal Irradiation Luminaires
6. CIE 246:2021 Colour Gamuts for Output Media
7. CIE 245:2021 Optical Safety of Infrared Eye Trackers Applied for Extended Durations
8. CIE 244:2021 Characterization of Imaging Luminance Measurement Devices (ILMDs)
9. CIE 243:2021 Discomfort Glare in Road Lighting and Vehicle Lighting
10. CIE 242:2020 Photometry of Curved and Flexible OLED and LED Sources
11. CIE 241:2020 Recommended Reference Solar Spectra for Industrial Applications
12. CIE 240:2020 Enhancement of Images for Colour-Deficient Observers
13. CIE 239:2020 Goniospectroradiometry of Optical Radiation Sources
14. CIE 238:2020 Characterization of AC-Driven LEDs for SSL Applications
15. CIE 237:2020 Non-Linearity of Optical Detector Systems

テクニカルノート(TN):

1. CIE TN 013:2022 Terms related to Planckian radiation temperature for light sources
2. CIE TN 012:2021 Guidance on the Measurement of Temporal Light Modulation of Light Sources and Lighting Systems
3. CIE TN 011:2020 What to document and report in studies of ipRGC-influenced responses to light

※青字は第2部会関連の内容を含むテクニカルノート

その他:

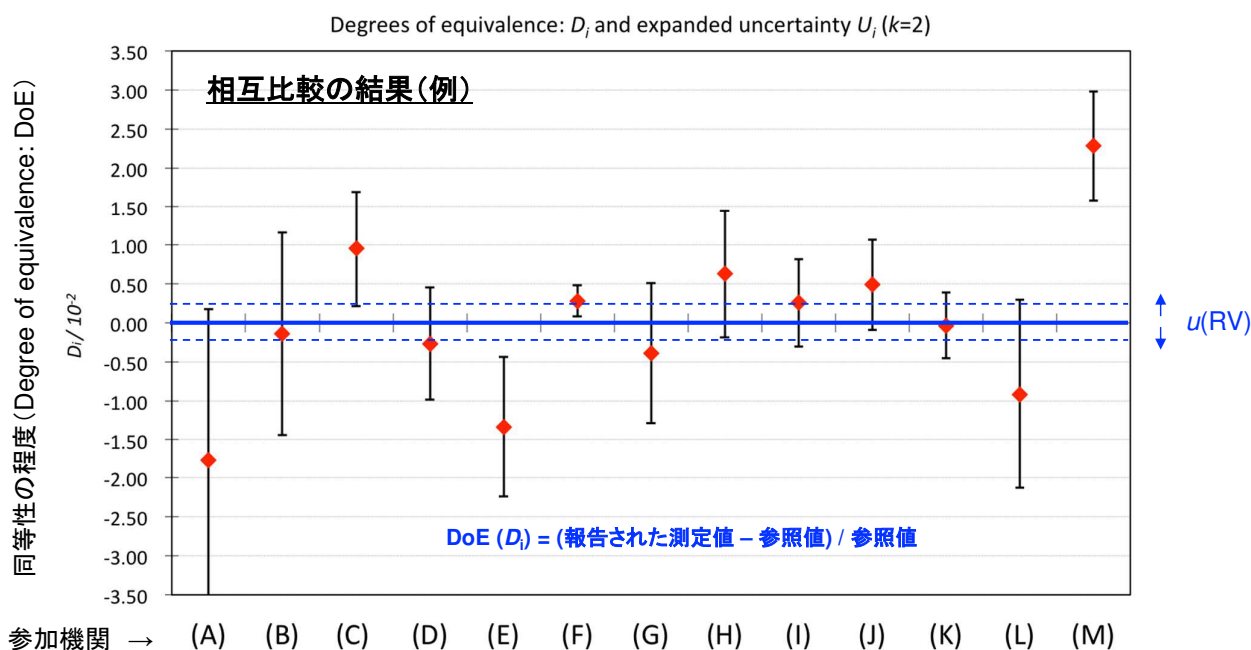
1. CIE x049:2022 Proceedings of the CIE symposium on the advances in measurement of temporal light modulation, October 11, 2022, Athens, Greece
2. CIE x048:2021 Proceedings of the Conference CIE 2021, September 27–29, 2021, hosted by the CIE National Committee (NC) Malaysia online
3. CIE x047:2020 Collection of papers accepted for the 5th CIE Symposium on Colour and Visual Appearance, April 21–22, 2020, Hong Kong, CN

- 原則、CIE第2部会が扱う測定法などに関する**技術報告書 (TR)**には、**測定の不確かさに関する記述**を含める
 - 対象とする計測技術に関する**主要な不確かさ要因**の例示
 - 測定の不確かさを評価する上での**留意事項**
 - ただし、**不確かさの算出手順の詳細は含めない**
(モデル式、不確かさバジェット表を例示しているTRもある)
- 測光・放射測定に係る**不確かさ評価の詳細をまとめた技術報告書**をシリーズ物として作成する
 - **CIE198シリーズ**
 - 測定事例ごとの**付属書**を順次出版する計画
- 測光・放射測定分野における不確かさ評価の重要性の**啓発**、**評価方法の普及**などに力を入れていく
 - CIE規格（試験規格）での**不確かさの報告（表明）**の要求
 - 不確かさ評価に関する**チュートリアル等**

- 計量トレーサビリティを表明するため
 - 切れ目のない校正の連鎖を確保するためには、文書化された不確かさ評価手順、不確かさを伴う校正証明書が必要 【トレーサビリティの要件】
- 計測の信頼性を示す手段として用いるため
 - ISO/IEC 17025：校正・試験機関の能力に対する一般的要求事項
 - 校正能力の第三者認定には、適切な不確かさ評価の手順が必須
- 計測結果の同等性を検証するため
 - 計測の信頼性（測定精度、値の整合性等）を検証する手段として活用
- 国際規格や取り決め等で評価を求められているため
 - 不確かさの報告を必須要件とする国際規格もある
 - 適合性評価への不確かさの概念の取り込みを推奨する国際的な動きあり
- 自らの測定結果を保証するため
 - 不確かさ → 真の値が存在する範囲の表明（統計学的な推定）
 - 測定結果の一致の程度の相場観（≡ 不確かさの範囲内で一致）
 - ユーザーへの必要な情報の提供

17/36

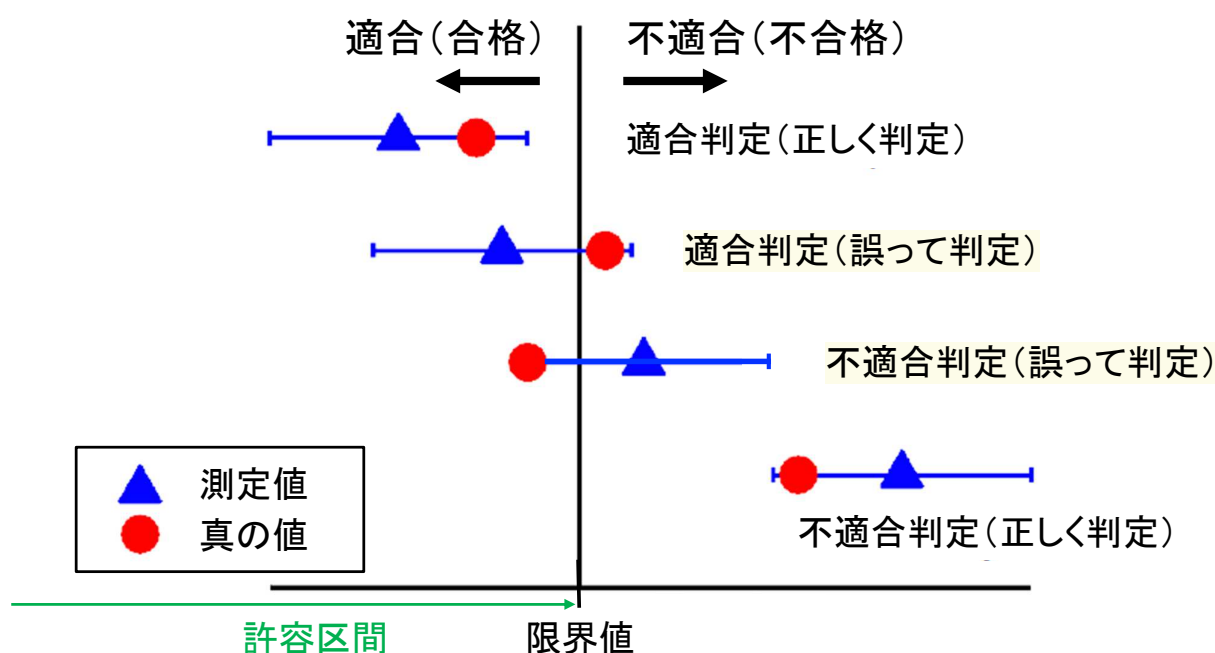
2022年度JLMAセミナー(2023.3.9)



Reference Value (不確かさ等を考慮して導いた参照値 ← 最良推定値)
 に対して、測定結果が不確かさの範囲内で一致することが重要

18/36

2022年度JLMAセミナー(2023.3.9)



測定の不確かさ(の範囲)が許容区間(公差)の終端と重なる場合、適合性評価にはリスクが伴う

- CIE 198:2011 “Determination of Measurement Uncertainties in Photometry”
→ GUM(ISO/IEC Guide 98-3:2008, JCGM100)の解説書
- CIE 198 SP1:2011 “Supplement 1: Modules and Examples for the Determination of Measurement Uncertainties ”
→ 測光・放射測定への適用解説・実例集など
 - SP1.1:2011 “Modules for the Construction of Measurement Equations”
【モデル式の構築に用いる基本モジュール】
 - SP1.2:2011 “Examples for Models with Individual Inputs”
【測光における、モデル式の構築から不確かさバジェット表の作成までの事例】
 - SP1.3:2011 “Examples for Solving of Systems of Equations”
【連立方程式の形式での評価、相関の取り扱い】
 - CIE 198-SP1.4:2011 “Examples for Models with Distributions”
【フィッティングを伴う量(例:分布温度)の取り扱い】
- CIE 198-SP2:2018 “Supplement 2: Spectral measurements and derivative quantities” 【分光測定量、波長積分量に関する取り扱い】

※ CIE第2部会では、テーマ別に順次、Supplementの検討を行っている

CIE S025/E:2015

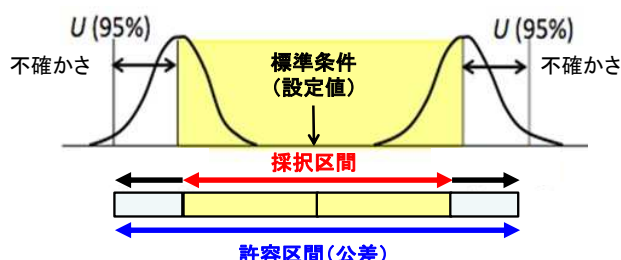
Test Method for LED Lamps, LED Luminaires and LED Modules
(LEDランプ、モジュール、照明器具の試験方法)

■ 特徴1: 測定の不確かさの報告(試験結果)を要求

- 試験結果での不確かさの報告が必須要件となっている
- 他の規格、技術文書と比して一歩踏み込んだ厳しい要求事項

■ 特徴2: 試験条件の設定における不確かさの考慮を要求

- 標準条件+許容区間(公差)を規定
- 許容区間を超えた場合
→ 補正により標準条件での値を報告
- 許容区間内で試験する場合
→ 標準条件への補正は任意
- 測定の不確かさを加味した許容区間
→ ISO/IEC Guide 98-4: 2012 の概念の適用
→ 精度管理幅(ガードバンド)と同様の考え方



21/36

2022年度JLMAセミナー(2023.3.9)

■ CIE S025での不確かさの報告に関する要求事項

- 試験結果での不確かさの報告を必須要件とする
- 代表的な製品タイプ別の不確かさを、一般的な値(Generic Value)で報告することを許容する
 - 蛍光体方式又はRGB(A)方式
 - コンパクト形又は直管形ランプ
 - 配光: 無指向性か指向性(ビーム角がDUTの値の+50 %から -25 %)
 - 相関色温度がDUTの値 ± 15 %以内

■ CIE S025での不確かさの取り扱いに関するその他の運用

- 指針として主要な不確かさ要因を本文中に明示する
- 感度係数の取り扱い、不確かさバジェット表の例などを附属書(参考)として用意する

22/36

2022年度JLMAセミナー(2023.3.9)

表 D.1 - 不確かさのバジェットの例

[球形光束計測 (V(A)受光器+積分球)によるLEDランプの全光束測定の場合]
※ 反射率95 %、内径1.5 m積分球での例

参照標準の校正値
参照標準の経時変化
参照標準の点灯電流
周囲温度の測定
LEDランプの点灯電圧
異色測光誤差
受光器の応答非直線性
自己吸収補正
積分球の応答不均一性
測定系の再現性
測定系の安定性
ニアフィールド吸収
LEDランプの再現性
参照標準の安定性

Name of the quantity X_i	Relative contribution to the output standard uncertainty $u_{rel,i}(y)$			
	Phosphor-type ^a		RGB-type ^b	
	Broad ^c	Narrow ^d	Broad ^c	Narrow ^d
Calibration uncertainty of SI traceable secondary luminous flux standard (case of $U=2,0\%$, $k=2$)	1,0 %			
Ageing of luminous flux standard lamp (gas-filled tungsten lamp)	0,6 %			
DC current uncertainty for standard lamp	0,4 %			
Ambient temperature (and uncertainty of thermometer)	0,3 %			
Supply voltage of LED (and uncertainty of volt meter)	0,2 %			
Spectral mismatch of sphere-photometer system ($f'_1 = 3\%$)	1,7 %		3,5 %	
Linearity	0,3 %			
Self-absorption correction (residual uncertainty) ^e	0,3 %			
Spatial non-uniformity of sphere (difference in intensity distribution from the standard lamp)	0,9 %	1,8 %	0,9 %	1,8 %
Repeatability of the sphere system	0,3 %			
Stability of the sphere system (between calibrations)	0,3 %			
Near-field absorption	0,3 %			
Reproducibility of test lamp (including stabilization condition)	0,3 %			
Stability of standard lamps	0,2 %			
Relative combined standard uncertainty	2,4 %	2,8 %	3,9 %	4,1 %
Total expanded uncertainty ($k=2$)	4,9 %	5,7 %	7,7 %	8,3 %

【CIE S025 Annex Dから抜粋】

表 D.2 - 不確かさのバジェットの例

[分光放射計+積分球 (sphere spectroradiometer)によるLEDランプの全光束測定の場合]
※ 反射率95 %、内径1.5 m積分球での例

参照標準の校正値
参照標準の経時変化
参照標準の点灯電流
周囲温度の測定
LEDランプの点灯電圧
分光放射計の応答非直線性
分光放射計の波長精度
分光放射計の迷光
分光放射計の再現性
自己吸収補正
積分球の応答不均一性
測定系の再現性
測定系の安定性
ニアフィールド吸収
LEDランプの再現性
参照標準の安定性

Name of the quantity X_i	Relative contribution to the output standard uncertainty $u_{rel,i}(y)$	
	Broad ^a	Narrow ^b
Luminous flux uncertainty of NMI traceable total spectral radiant flux standard	1,0 %	
Ageing of luminous flux standard lamp (tungsten halogen lamp)	0,3 %	
DC current uncertainty for standard lamp	0,4 %	
Ambient temperature (and uncertainty of thermometer)	0,3 %	
Supply voltage of LED (and uncertainty of volt meter)	0,2 %	
Nonlinearity of spectroradiometer	0,8 %	
Wavelength uncertainty (0,5 nm ($k=2$))	0,4 %	
Stray light of spectroradiometer (2 700 K to 6 500 K source)	1,0 %	
Reproducibility of spectroradiometer	0,1 %	
Self-absorption correction (residual uncertainty) ^c	0,3 %	
Spatial non-uniformity of sphere (difference in intensity distribution from the standard lamp)	0,9 %	1,8 %
Repeatability of the sphere system	0,3 %	
Stability of the sphere system (between calibrations)	0,3 %	
Near-field absorption	0,3 %	
Reproducibility of test lamp (including stabilization condition)	0,3 %	
Stability of standard lamps	0,2 %	
Relative combined standard uncertainty	2,1 %	2,6 %
Total expanded uncertainty ($k=2$)	4,2 %	5,2 %

【CIE S025 Annex Dから抜粋】

■ 不確かさ報告の要求に対する審議過程での懸念事項:

- IEC Guide115では、不確かさは必ずしも必須要件になっていない
(不確かさを用いない合否判定方法を併記)
- ISO/IEC17025の要求事項ですら、全ての試験結果に対する不確かさの「報告」は求めている
- 不確かさ評価には多くの労力、コストを要する
- 具体的な不確かさ評価に関する知見(実用的方法)が十分に揃っていない



- Expert tutorial/Symposium の開催
- Modular Tutorial(オンラインツール)を整備する方針を確認
→ タスクグループが結成され、具体的な検討に着手(2023年3月時点)
- 実用ガイド文書の整備も引き続き検討中

● TC2-97 Revision of CIE S025(CIE S025の改訂)

- 欧州の研究開発プロジェクトの成果に基づく提案
- 最新の研究開発の知見を考慮した改訂を目指す
- 2022年9月から活動開始
- TC委員長: Anders Thorseth (DK)
- 日本からの委員: 神門 賢二(産総研)、蒔 洋司(産総研)

● TC2-98 Revision of CIE130-1998(CIE130の改訂)

- CIE130-1998(反射率・透過率の実用測定方法)について、最新の研究開発、関連国際規格との整合などを考慮した改訂を目指す
- 2022年9月からとして活動開始
- TC委員長: Catherine Cooksey (US)
- 日本からの委員: 蒔 洋司(産総研)

● JTC20 Wearable alpha-optic dosimetry and light logging methods, limitations, device calibration and data schemes(ウェアラブル線量計による α -opic量の測定)

- ウェアラブル線量計による α -opic量(非視覚効果を含めた網膜由来の作用量)の評価・測定(測定装置、校正、データ様式等)について検討
- 2023年2月に設立 → 現在、メンバー募集中
- TC委員長: Manuel Spitschan (DE) / Florian Stuker (CH)

● CIEの掲げるTop ten priority topics(研究テーマ):2015年策定

1. Recommendations for Healthful Lighting and Non-Visual Effects of Light
【非視覚効果】
2. Colour Quality of Light Sources Related to Perception and Preference
【演色性】
3. Integrated Glare Metric for Various Lighting Applications 【グレア】
4. New Calibration Sources and Illuminants for Photometry, Colorimetry, and Radiometry 【標準光源】
5. Adaptive, Intelligent and Dynamic Lighting 【スマート照明】
6. Application of CIE 2015 Cone-Fundamental-Based CIE Colorimetry 【測色】
7. Visual Appearance: Perception, Measurement and Metrics
【アピアランス】
8. Support for Tailored Lighting Recommendations 【ウェルビーイング】
9. Metrology for Advanced Photometric and Radiometric Devices
【先端計量】
10. Reproduction and Measurement of 3D Objects 【三次元技術】

● CIE第2部会で検討している候補テーマ:

1. New Calibration Standards (Sources, Detectors and Illuminants) for Photometry, Colorimetry, and Radiometry
校正基準(標準光源、検出器、イルミナント等) 【継続テーマ】
2. Metrology for Advanced Photometric and Radiometric Devices
精密計測法・計量(例:分光放射計やイメージング機器) 【継続テーマ】
3. Emerging and alternative measurement devices and techniques
新型デバイス(例:HMD)対応、簡易計測器の正しい取扱い、深層学習など
4. Application of germicidal UV for disinfection purposes
UV殺菌技術の高度化に資する技術活動、校正(光源、放射計)ほか
5. Implementation of the SI Digital Framework concept proposed by CIPM/CGPM
デジタル対応(例:デジタル校正証明書)、ファイルフォーマット、計算ツールなど
6. Horticultural lighting
園芸照明に関する技術的事項(校正・評価方法、測定器、用語など)

- CIEの重点テーマに指定
- CIE理事会傘下にDX Task Groupを設立
- CIE-CIPM Joint Statement “Digital transformation in the international scientific and quality infrastructure” → 校正におけるデジタルデータの取り扱い等
- 主な重点検討課題：
 - 1) 参照デジタルデータの整備
csv.形式でのCIE datasetsの提供を開始
(例：分光視感効率・等色関数) <https://cie.co.at/data-tables>
 - 2) 計算ツールの妥当性評価
有効数字、測定量の定義、波長補間方法など
 - 3) メタデータファイルのフォーマットの検討
機械可読な測定データ（単位、不確かさなどを含む）
例えば、XML, JSON (JavaScript Object Notation) など
<https://doi.org/10.25039/CIE.SC.4taqevcd>

29/36

2022年度JLMAセミナー(2023.3.9)

Digital products clustering and prioritizing



*CIE D2 annual meeting 2022資料（部会長報告）より抜粋

30/36

2022年度JLMAセミナー(2023.3.9)

第25回CCPR(測光・放射測定諮問委員会)会議(2022年5月)でのCIE会長からの話題提供

■ 主な論点:

- CIE標準分光視感効率 $V(\lambda)$ は、1924年に制定された値に基づく。
(注: 内外挿や平滑化などの諸検討を経て、1972年にCIIPMで採択)
- その後の研究により、 $V(\lambda)$ は必ずしも視覚を代表しているとは言えないことが分かっている(短波長側の値、視野条件など)。
- 網膜の知覚情報に基づく科学的な解析等により、視覚表現のシステムを明らかにする取り組みが、長年続けられてきた。
- その集大成の一つとして、CIEでは2つの技術報告書(CIE170-1:2006、CIE170-2: 2015)を出版し、**錐体分光感度(Cone-fundamental)**に基づく等色関数および**分光視感効率 $V_F(\lambda)$** を提唱している。

■ CIE会長からの提案:

- こうした動向を考慮し、カンデラの定義に基づく測光単位の実現において適用される**分光視感効率を $V(\lambda)$ から $V_F(\lambda)$ に置き換える可能性**について、その科学的価値や産業上のインパクトなどの様々な側面から検討する時期に来ているのではないかと？

31/36

2022年度JLMAセミナー(2023.3.9)

分光視感効率 $V(\lambda)$ および $V_F(\lambda)$

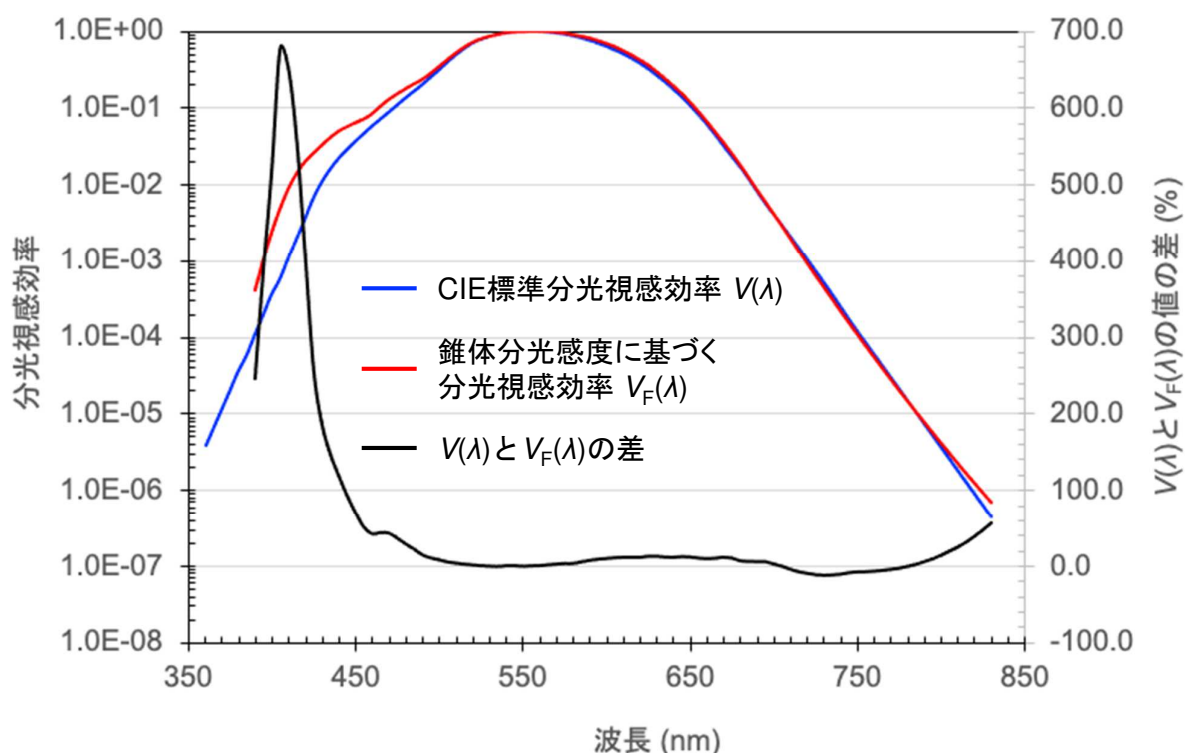


図 $V(\lambda)$ および $V_F(\lambda)$ の値の比較

32/36

2022年度JLMAセミナー(2023.3.9)

■ 代表的な白色光源における測光量の値の差

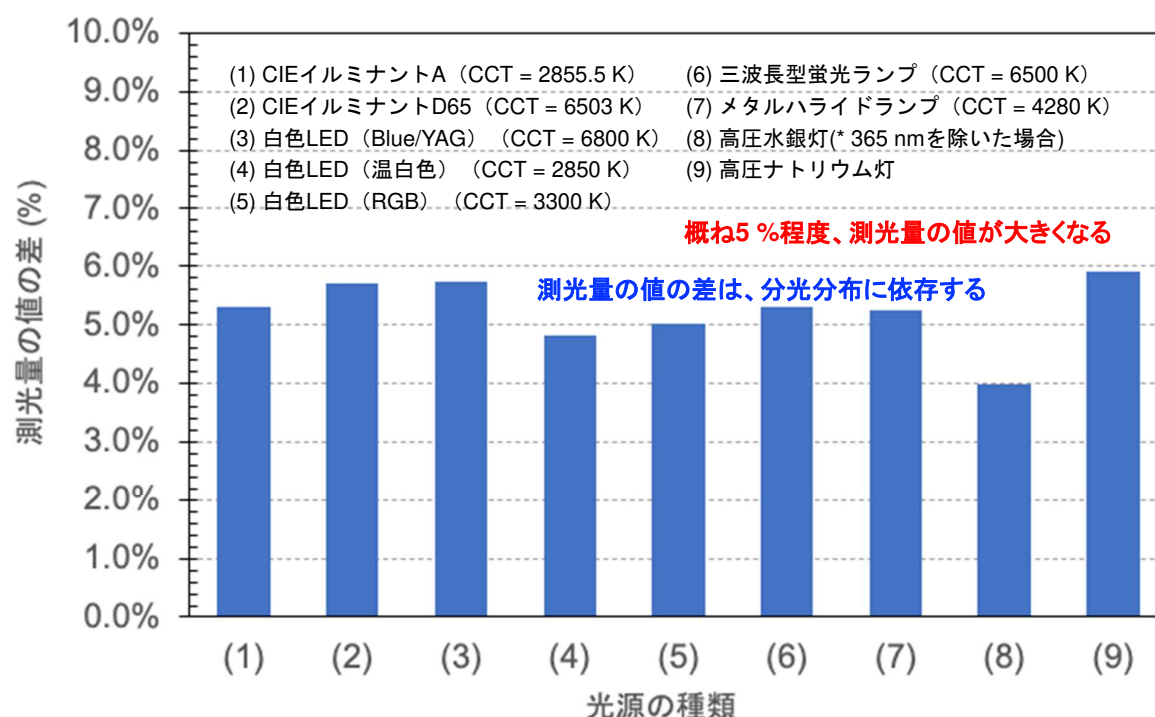


図 $V(\lambda)$ を $V_F(\lambda)$ に置換えた場合の測光量の値の差(代表的な光源の例)

33/36

2022年度JLMAセミナー(2023.3.9)

- 測光・放射測定諮問委員会(CCPR)の戦略企画WG(WG-SP)に、タスクグループ(TG16)を設置
 - CCPR WG SP TG 16 “Cone-fundamental-based photometry” (錐体分光感度に基づく測光)
 - TG長: Yoshi Ohno (US)
 - ToR: To investigate the needs and benefits of introducing the cone-fundamental-based spectral luminous efficiency functions (and the color-matching functions) defined in CIE 170-2:2015 into the SI photometric quantities, and if appropriate, to propose approaches and strategies for introducing the cone-fundamental-based functions and resulting photometric quantities (and basic colorimetric quantities) in the SI.
- 国際照明委員会(CIE)でも、同様の観点から技術課題等を検討するための分野横断型の枠組み(Research Forum: RF)を設立する動きあり
 - CIE2023(2023年9月、スロベニア)でワークショップを開催予定
- 第26回CCPR会議(2024年6月)で合同ワークショップの計画あり

34/36

2022年度JLMAセミナー(2023.3.9)

- ・カンデラの実現に用いる分光視感効率を、 $V(\lambda)$ から $V_F(\lambda)$ に置換えることに対するメリット、デメリットの明確化が必要
- ・賛否両面から、かつ多面的な議論が必要
- ・様々な観点から、広くステークホルダーの意見を募る必要あり
 - 現行の分光視感効率を採用し続けることの何が問題であるか？
 - 新たな分光視感効率を導入することの科学的な意義および度量衡としての意義
 - 産業界での実運用に際しての影響
 - 従来の運用からの連続性、一貫性
 - $V(\lambda)$ を置き換えることなく、代替するシステムの有無

参考文献： 蔀ほか、第25回測光・放射測定諮問委員会(CCPR)：出席報告、照明学会誌 106(6), 322-326 (2022).

- 2023年度：リュブリャナ（スロベニア）
CIE2023（第30回CIE大会）に併設
開催計画：



2023年9月18日から同20日 Conference（研究発表）

2023年9月21日 CIE第2部会会議（半日程度）

※ 2023年8月頃に報告事項メインのオンライン会議を開催予定

2023年9月21日から同23日 TC会議など

- 2024年度：未定
CIE第2部会内にCall for nominations - D2 2024 Annual Meeting
が回覧された（2022年11月）

- 2025年度：未定
CIE中間大会（開催場所未定）に併設して開催予定

一般社団法人日本照明工業会 セミナー
「測光試験所の品質システムと不確かさ評価」

不確かさ評価の基礎

開催日：2023年 3月9日（木）
場所：ZOOM会議+JLMA大会議室を併用
（一社）日本照明工業会 技術部 清水 恵一

1

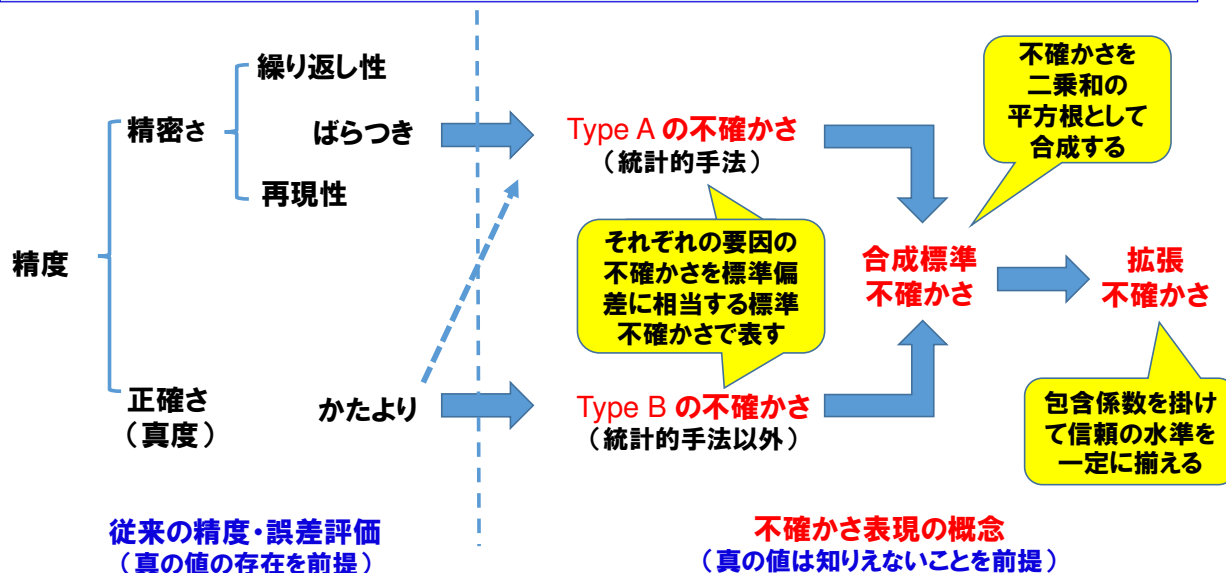
目 次

- はじめに
- 1. バジェットシートの作成手順
- 2. 不確かさの要因
 - 2.1 参照光源に関するもの
 - 2.2 測定対象(DUT)に関するもの
 - 2.3 測定設備に関するもの
- 3. バジェットシートの作成
- 4. バジェットシートの例
- 5. 問題事例
- まとめ

2

はじめに（不確かさの概念と用語）

不確かさとは、真の値は知り得ないとを前提に、すべての測定結果をばらつきとして標準偏差に相当する**標準不確かさ**で表す。このばらつきを、実験結果から統計処理するもの(タイプAと呼ぶ)と、それ以外の方法で求めるもの(タイプBと呼ぶ)に分類する。二乗和の平方根として合成して、測定系全体の不確かさを求める。



3

はじめに（バジェットシートの例）

内容説明に先立ち、最終的なバジェットシートのフォームの例を紹介する。
一般的なバジェットシート例は、次のとおり。

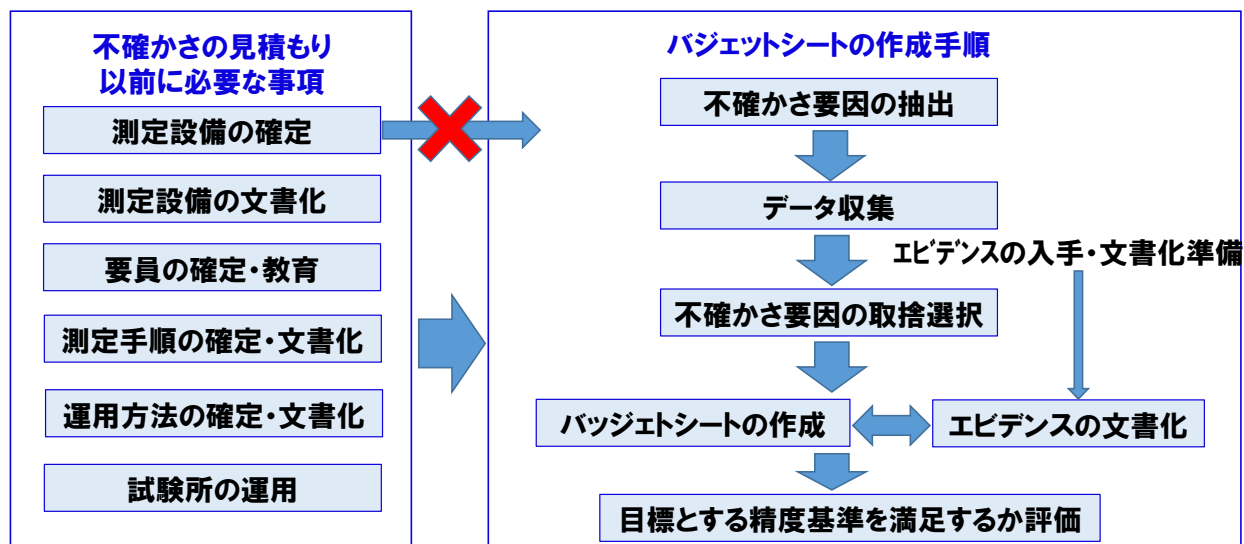
全光束の不確かさ

記号	不確かさの要因	タイプ	値	確率分布	除数	標準不確かさ	感度係数	標準不確かさ (%)
u01	校正値の不確かさ	B	1.4%	正規	2	0.7%	1	0.70
u02	標準電球の経時変化による不確	B	0.45%	矩形	$\sqrt{3}$	0.26%	1	0.26
u03	点灯電圧の精度による不確かさ	B	0.2V	矩形	$\sqrt{3}$	0.115V	3.5 %/V	0.40
u04	相対分光分布・・・	MCS	0.25%		1	0.25%	1	0.25
u05	波長ズレ・・・	B	1.04%	矩形	$\sqrt{3}$	0.6%	1	0.60
u23	DUTの再現性による不確かさ	A	0.31%		1	0.31%	1	0.31
UCW	合成標準不確かさ							1.78
UW	拡張不確かさ ($k=2$)							3.6

4

1.1 バジェットシートの作成手順

測光設備を導入して、いきなり不確かさのバジェットシートを作成しようとしても、行き詰まる。
不確かさの見積もり以前に必要な事項及びバジェットシートの作成手順(フローチャート)を次に示す。



5

1.2 バジェットシートの作成手順(つづき)

効率の不確かさ

消費電力の不確かさ

光源色の不確かさ

全光束の不確かさ

・バジェットシートは、**測定量目ごと**に作ることが一般的。
・不確かさの要因は、測定量目ごとに影響の大きいものを抽出するので、各シートの不確かさの要因を形式的に共通化することは**推奨できない**。

記号	不確かさの要因	タイプ	値	確率分布	除数	標準不確かさ	感度係数	標準不確かさ (%)
u01	校正値の不確かさ	B	1.4%	正規	2	0.7%	1	0.70
u02	標準電球の経時変化による不確かさ	B	0.45%	矩形	$\sqrt{3}$	0.26%	1	0.26
u03	点灯電圧の精度による不確かさ	B	0.2V	矩形	$\sqrt{3}$	0.115V	3.5 %/V	0.40
u04	相対分光分布・・・	MCS	0.25%		1	0.25%	1	0.25
u05	波長ズレ・・・	B	1.04%	矩形	$\sqrt{3}$	0.6%	1	0.60
u23	DUTの再現性による不確かさ	A	0.31%		1	0.31%	1	0.31
ucw	合成標準不確かさ							1.78
uw	拡張不確かさ ($k=2$)							3.6

6

2 不確かさの要因の抽出

不確かさの要因は、各試験所で使用する設備、管理状況、測定手順などに依存するので、個々のケースに応じて抽出する必要がある。測光試験所における測定方法は、測定標準を基準とする比較測定なので、①参照光源(標準電球)に関する要因、②測定対象(DUT)に関する要因、③測定設備に関する要因、に分けて検討すると整理しやすい。

不確かさの要因の例(球形光束計で全光束を測定する場合)

①測定標準(標準電球)に関する要因の例

測定標準の校正值の不確かさ
測定標準の安定性・再現性などに基づく不確かさ
測定標準の経時変化に基づく不確かさ
測定標準の点灯条件に基づく不確かさ など

②測定対象(DUT)に関する要因の例

DUTの安定性・再現性などに基づく不確かさ
DUTの点灯条件に基づく不確かさ など

③測定設備に関する要因の例

積分球及び受光器の $V(\lambda)$ 特性からのずれに基づく不確かさ
積分球の空間的な応答特性の不均一に基づく不確かさ(DUTの配光に関連する)
受光器及び電気系の非線形性に基づく不確かさ など

7

2.1 測定標準(標準電球)に関する要因

測定標準には、JCSS校正証明書のある白熱(ハロゲン)電球を用いる場合が多い。動作原理の異なる参照光源(標準LEDなど)を用いる場合や使用する設備、管理状況、測定手順によってはここに示す要因以外を考慮する必要がある場合もある。

測定標準(標準電球)に関する要因の一般的な例

① 測定標準の校正值の不確かさ(全光束測定の場合)

校正証明書に記載されている校正值の不確かさ($k=2$)の $1/2$ を標準不確かさとして計上
相対分光分布の不確かさに基づく影響も計上が望ましい。(光源色測定では必須)

② 測定標準の安定性・再現性などに基づく不確かさ

一般に、標準電球の着脱、繰返し点滅、要員の違いなどに基づくばらつきを、タイプAとして評価し、実験標準偏差を標準不確かさとして計上

③ 測定標準の経時変化に基づく不確かさ

一般に、標準電球の校正間隔(例:1年 or 点灯時間:30 h)における校正值の変化に基づき、タイプBとして評価

④ 測定標準の点灯条件に基づく不確かさ

点灯電圧(電流)の不確かさに基づく光束の変化をタイプBとして計上
感度係数(後述)を考慮する



注意:WSを使用する場合は、測定標準→WS、WS→DUTの2階層のバジェットを作成する。

8

2.2 測定対象(DUT)に関する要因

測定対象(DUT)に関する不確かさの要因は、測定標準と共通することが多い。
測定標準及びDUTの特性を考慮して、取捨選択する。

不確かさの要因	測定標準の場合	DUTの場合
① 校正値の不確かさ	測定の基礎となる不確かさ	-----
② 安定性・再現性などに基づく不確かさ	実験的に評価して計上する	実験的に評価して計上
③ 経時変化に基づく不確かさ	必須	-----
④ 点灯電圧に基づく不確かさ	必須	測定対象のうち、最も影響の大きいデータを計上
⑤ 電源高調波などの影響	DC点灯なので無関係	影響がある場合は計上
⑥ 周囲温度に基づく不確かさ	白熱(ハロゲン)電球では省略できる場合が多い	測定対象のうち、最も影響の大きいデータを計上
⑦ 測定時間中の特性変化(ドリフト)	必要あれば、安定性・再現性などとして計上する	測定時間が長い場合(例:配光測定)は、測定時間中のDUT特性変化を計上

9

2.3 測定設備に関する要因(球形光束計)

測光設備に関する不確かさの要因の基礎として、**V(λ)受光器**つき球形光束計の設備に関する一般的な例を次に示す。

V(λ)受光器つき球形光束計の設備に関する一般的な例

① 積分球及び受光器のV(λ)特性からのずれに基づく不確かさ

受光器のf1'と不確かさの評価事例がある(p.25参照)

内面塗装の分光反射率を考慮する必要がある

② 積分球の空間的な応答特性の不均一に基づく不確かさ(p.26参照)

遮光板等による空間的な応答特性の不均一の影響はかなり大きい

③ 自己吸収の補正後に残る不確かさ

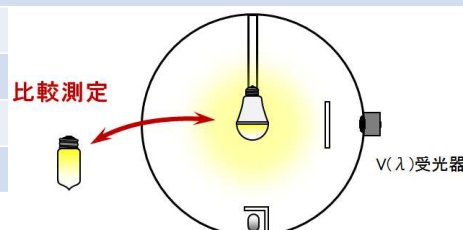
補正の手順、自己吸収補正用光源の安定性、再現性に留意する必要がある

④ 受光器及び電気系の非線形性に基づく不確かさ

⑤ 温度などの環境条件

⑥ 校正間隔における応答特性の安定性

⑦ 内面塗装の蛍光/斜入射特性



10

2.3 測定設備に関する要因(分光放射計つき球形光束計)

光源色、演色評価数などを測定する場合は、**分光放射計**つきの球形光束計を使用する。
 $V(\lambda)$ 受光器つき球形光束計に関する要因に加えて、分光放射計に関連する要因を追加して評価する必要がある。

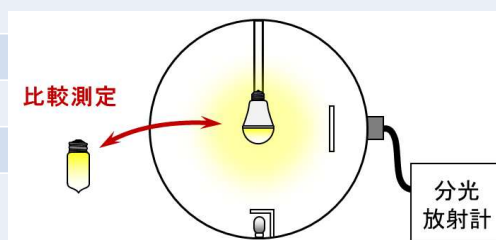
分光放射計つき球形光束計の設備に関する一般的な例

① 積分球及び受光器の $V(\lambda)$ 特性からのずれに基づく不確かさ

→ $V(\lambda)$ 特性からのずれの原因となる標準電球の分光分布の不確かさに基づきMCS等を利用して不確かさを評価する場合が増えている

② 分光放射計に関連する不確かさ

- 1) 波長ズレに起因する
- 2) 非線形性に起因する
- 3) 迷光に起因する
- 4) 繰り返し性に起因する
- 5) スリット波長幅と計算の波長きざみに関連する



11

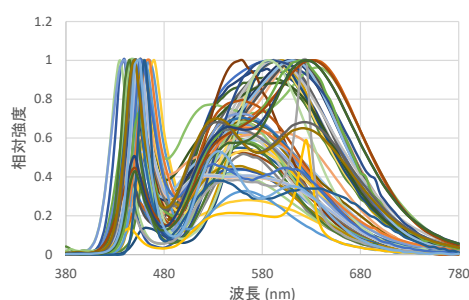
3.1 不確かさに関するデータ収集の方法

不確かさに関するデータ収集には、①実験による、②既存の情報を利用する、③MCSを利用するなどの方法がある。

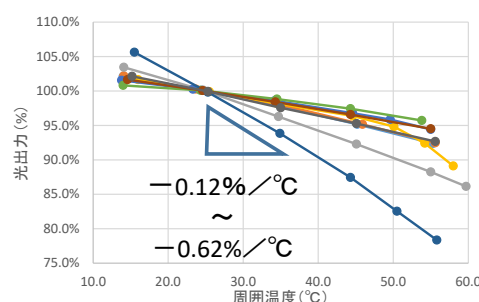
データ利用に際しては、試験所(設備)の**適用範囲**を明確定義にすることが重要。

- DUTの寸法、質量
- DUTの消費電力、入力電流
- DUTの全光束の値
- DUTの分光分布(白熱電球、蛍光体方式LED、メタルハライドランプ、低圧ナトリウムランプ)
- 配光の違い(全般配光……狭配光、軸対称／非対称配光……)

DUT毎に不確かさを表明することは負担が重い → **適用範囲を包括する不確かさを表明する特性により不確かさの値が変化する場合、必要に応じて場合分けして作成するとよい**



DUTの分光分布の例



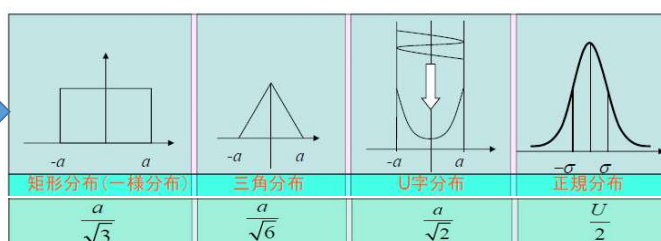
DUTの温度特性の例

12

3.2 確率分布と除数

不確かさに関するデータ収集の方法	タイプ	確率分布の例	除数の例
① 実験による場合			
繰り返し測定を行い、実験結果を統計的に処理する	タイプA	正規	1
不確かさの要因に対応する変動を与え、影響を評価する	タイプB	矩形	$\sqrt{3}$
② 既存のデータを利用する場合			
校正証明書に記載の校正の不確かさ($k=2$)を利用する	タイプB	正規	2
設備の仕様書(準拠JIS)などのデータを利用する場合	タイプB	矩形	$\sqrt{3}$
③ モンテ・カルロ シミュレーション(MCS)を利用する場合			
標準偏差に相当するMCSの結果を採用する		正規	1

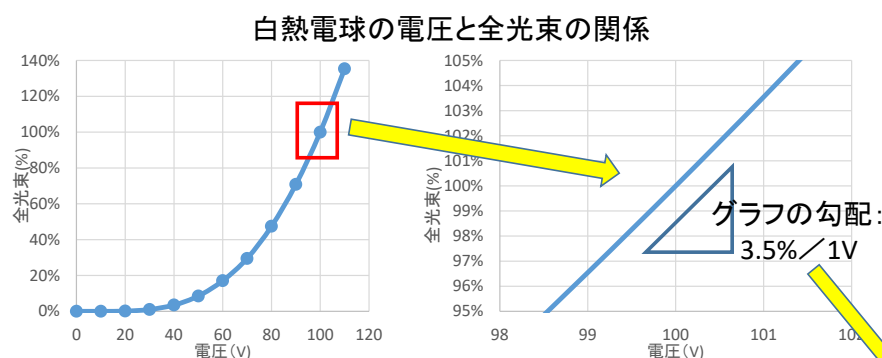
不確かさのテキストには、三角分布やU字分布が紹介されているが、測光のバジェットシートでは、ほとんど利用する機会がない。



13

3.3 感度係数について

バジェットシートに記載する数値に対する量と、不確かさとして評価する量(の次元)が異なる場合は、感度係数を使う必要がある



例:
全光束のバジェットシートにおいて、標準電球の点灯電圧の精度に基づく不確かさを計上する場合、白熱電球の点灯電圧vs.全光束の特性に基づき、次のように感度係数を利用する。

全光束の不確かさ

記号	不確かさの要因	タイプ	値	確率分布	除数	標準不確かさ	感度係数	標準不確かさ(%)	エビデンス
u03	点灯電圧の精度による不確かさ	B	0.2V	矩形	$\sqrt{3}$	0.115V	3.5 %/V	0.40	No.03

14

3.4 不確かさ要因の取捨選択

影響の大きな要因を見逃さない／総合的に適切に評価することが重要
メーカーの試験所の場合、「塵も積もれば山となる」的なバジェットシートは適切ではない
第三者が理解しやすいバジェットシート作成のために不確かさ要因は多すぎないことが適切

不確かさ要因取捨選択の指針

基本の考え方	抽出したものを全てをバジェットシートに加える必要はない
	影響が大きな要因を漏れなく抽出することが重要
	再現性などに関しては、関連する複数の要因をまとめて計上し、要因の数が増えすぎないようにする配慮も有効
切り捨てる目安	最終的な合成標準不確かさに与える影響が小さい要因は切り捨てる
	一番大きな要因の1/10以下のものを選ぶとよい
注意事項	不確かさの値は、DUTによりは異なるので、一律に切り捨てるのではなく、 扱うDUTの範囲を考慮して、最悪値を探す努力が必要
	不確かさの値が小さくても、一般的な設備・方法では主要な不確かさと認識されている要因は、あえて残しておく場合もある

15

3.5 バジェットシートの作成

一般的なバジェットシート書式の例は、次のとおり。
不確かさの要因ごとに、タイプ、値、確率分布、除数、標準不確かさを記入し、必要に応じて感度係数を掛けて、標準不確かさを明示する。各要因の標準不確かさの二乗を加算し、その平方根として、**合成標準不確かさ**を求める。包含係数($k=2$)を掛けて、信頼区間約95%に相当する**拡張不確かさ**を求める。

全光束の不確かさ

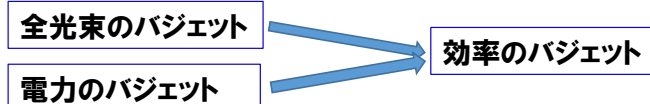
記号	不確かさの要因	タイプ	値	確率分布	除数	標準不確かさ	感度係数	標準不確かさ (%)	エビデンス
u01	校正値の不確かさ	B	1.4%	正規	2	0.7%	1	0.70	}
u02	標準電球の経時変化による不確かさ	B	0.45%	矩形	$\sqrt{3}$	0.26%	1	0.26	
u03	点灯電圧の精度による不確かさ	B	0.2V	矩形	$\sqrt{3}$	0.115V	3.5 %/V	0.40	
u04	相対分光分布・・・	MCS	0.25%		1	0.25%	1	0.25	
u05	波長ズレ・・・	B	1.04%	矩形	$\sqrt{3}$	0.6%	1	0.60	
u23	DUTの再現性による不確かさ	A	0.31 %		1	0.31%	1	0.31	}
ucw	合成標準不確かさ							1.78	
uw	拡張不確かさ ($k=2$)							3.6	

16

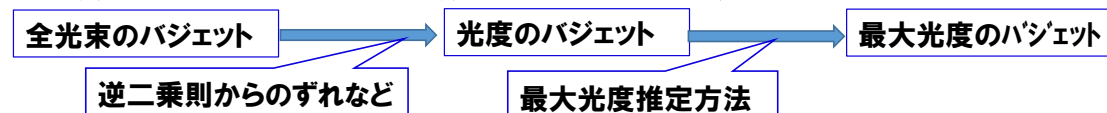
3.6 測定量目と不確かさの関係

- ・ バジェットシートは、測定量目ごとに作成する
- ・ 各測定量目の不確かさは、相互に関係があるので、設備、校正方法、測定手順などに従い適切な順序で連鎖的に組み立てることが適切である。代表的な例を次に示す

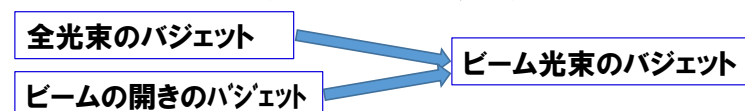
① 効率のバジェットの例(一般例)



② 最大光度のバジェット(全光束標準で校正する配光測定法の場合)



③ ビーム光束のバジェット(配光測定法の場合)



④ 光源色のバジェット



17

3.7 要因毎のエビデンスとの紐つけ

バジェットシートの内容を第三者に理解してもらうために必須

- ・ 各要因には、識別する記号を付与する 例:u01
- ・ 1要因に対して、1葉のエビデンスシートを作成することが望ましい

記号	要 因	除数	標準不確かさ	エビデンス
u01	校正値の不確かさ	1	0.7 %	No.01
u02	経時変化・・・	√3	0.26 %	No.02
u03	点灯電圧・・・	√3	0.4 %	No.03
u04	相対分光分布・・・	√3	0.25 %	No.04
u05	波長ズレ・・・	√3	0.6 %	No.05
u23	DUTの再現性による不確かさ	1	0.31 %	No.23
ucw	合成標準不確かさ		1.78 %	
uw	拡張不確かさ		3.6 %	

シート:No.23 記号:u23
DUTの再現性による不確かさの根拠
評価方法: DUTの全光束繰返し測定
実験結果:

測定値1	807.3 lm
測定値2	806.4 lm
測定値3	812.6 lm
測定値4	809.5 lm
測定値5	808.0 lm
測定値6	813.6 lm
測定値7	812.5 lm
測定値8	809.9 lm
測定値9	810.3 lm
測定値10	812.9 lm
平均値	810.3 lm
実験標準偏差	2.54 lm
標準偏差/平均	0.31%

結論: u23の値を0.31 % と見積もる。

18

3.8 目標とする精度基準を満足するか評価

JLMA指定試験所の精度基準値と比較してみる。基準値を満足しない場合は、不確かさの値が大きい要因を重点として、管理水準を上げるなどの方策を検討して改善を行う。
過少な見積もりを避けること、評価・運営の作業量が増大することを避けるために、不確かさの値を小さくすることに対して、欲張り過ぎない方がよい。

全光束などの精度基準

試験項目		拡張不確かさの 上限値 (k=2)
全光束		4.0 %
効率		4.5 %
最大光度		4.0 %
ビームの開き		1.6 °
ビーム光束		5.6 %
色度	x	0.004
	y	0.004

19

4.1 バジェットシートの例

積分球による全光束測定バジェットシートの例

要 因		標準不確かさ
測定 標準	全光束標準電球の全光束値の不確かさ	0.70 %
	標準電球の経時変化	0.26 %
	標準電球点灯電圧による不確かさ	0.40 %
	標準電球の相対分光分布の不確かさに基づく	0.25 %
設備	分光放射計の波長ズレによる不確かさ	0.60 %
	分光放射計の直線性による不確かさ	0.50 %
	分光放射計の迷光による不確かさ	0.20 %
	自己吸収補正後に残る不確かさ	0.50 %
	空間的な応答特性の不均一に基づく不確かさ	1.08 %
DUT	DUTの周囲温度による不確かさ	0.45 %
	DUTへの供給電圧による不確かさ	0.20 %
	DUTの再現性による不確かさ	0.30 %
合成標準不確かさ		1.78 %
拡張不確かさ (k=2)		3.6 %

注記：上記の数値は、一例である

20

4.2 バジェットシートの例

積分球による光源色バジェットシートの例

まず, x, y 座標の不確かさを求め, T_{cp} など他の測光量の不確かさに変換する

要 因		標準不確かさ		
		x	y	T_{cp}
測定標準	標準電球の相対分光分布の不確かさによる	0.0011	0.0014	45
	標準電球の経時変化	0.0001	0.0001	5
設備	分光放射計の波長ズレによる不確かさ	0.0004	0.0007	16
	分光放射計の直線性による不確かさ	0.0007	0.0003	28
	分光放射計の迷光による不確かさ	0.0007	0.0011	28
DUT	DUTの再現性による不確かさ	0.0002	0.0003	10
合成標準不確かさ		0.0017	0.0020	63
拡張不確かさ ($k=2$)		0.0033	0.0039	126

注記: 上記の数値は, 仮想の例である

21

4.3 バジェットシートの例

積分球による演色評価数バジェットシートの例

不確かさの要因は, x, y 座標の場合と共通でよいと考えられるが, 非線形な応答をする場合があるので, 入力の変動幅の見積もりには注意を要する。

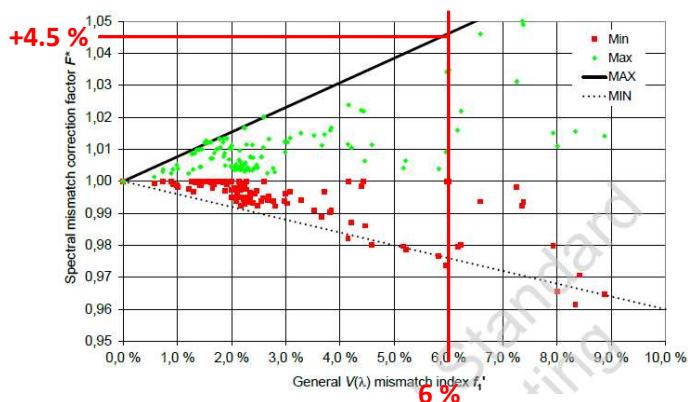
要 因		標準不確かさ		
		R_a	R_o	R_{15}
測定標準	標準電球の相対分光分布の不確かさによる	0.67	3.80	1.27
	標準電球の経時変化	0.10	0.60	0.20
設備	分光放射計の波長ズレによる不確かさ	0.08	0.35	0.15
	分光放射計の直線性による不確かさ	0.23	0.80	0.45
	分光放射計の迷光による不確かさ	0.14	0.62	0.25
DUT	DUTの再現性による不確かさ	0.18	0.90	0.35
合成標準不確かさ		0.76	4.09	1.44
拡張不確かさ ($k=2$)		1.6	8.2	2.9

注記: 上記の数値は, 仮想の例である

22

5.1 問題事例(その1)

V(λ)受光器を使う場合における異色測光の不確かさ(配光測定など)



受光器の $f1'$ と色補正係数の関係
(CIE S025 annexC から引用)

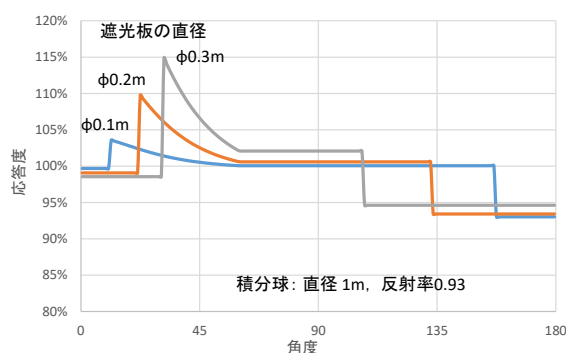
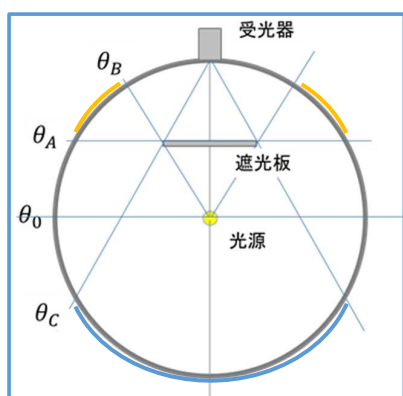
JIS C 1609のAA級照度計を受光器とし、**色補正を施さない場合**、 $f1'$ の値として6%を見込む必要があり、受光器の $V(\lambda)$ 特性からのずれに基づく不確かさとして、大きな値を見積もる必要がある。(ミラーの分光反射率を考慮すると更に拡大)
指定試験所の精度基準を満足できない可能性がある
色補正を実施するには、分光放射測定器を必要とするほか、そのトレーサビリティ確保のための標準器・手順が必要である。また、色補正係数に対する不確かさを表明する必要がある。

23

5.2 問題事例(その2)

積分球の空間応答度及びDUTの配光特性による不確かさ

積分球には、光源から受光器への直射光を遮る遮光板が設けられている。この遮光板の影響によって、積分球の空間的な応答特性は均一ではなくなる。下のグラフは、空間的な応答特性の試算例であり、配光の狭いDUTを測定する場合は、**無視できない不確かさ**を生じるので、適切に評価してバジェットシートに計上することが必要。
遮光板以外にも、DUTの取付ジグ、開閉部の合わせめなどが不均一性の原因となる。



遮光板の影響による積分球の空間応答度試算例

24

5.3 問題事例(その3)

“既知のかたより”を不確かさとして計上する場合は、そのかたよりは確定的に発生するものなので、確率分布を仮定した除数は適用せず、その値自体を不確かさとして扱う。

校正証明書の例

(1) 電力					
レンジ	周波数	力率	表示値	校正値	校正の不確かさ
300 V / 5 A	50 Hz	1	1500.0 W	1497.8 W	0.3 W
150 V / 1 A	50 Hz	1	150.00 W	150.18 W	0.03 W
校正方法: JCSS校正マニュアル***による。					
校正条件: 温度 23±1℃ 湿度 55%±10%					
measuring mode RMS Line filter OFF					
付記: 校正の不確かさは、包含係数 $k=2$ とした拡張不確かさであり、約95%の信頼の水準をもつと推定される区間を与える。					

バジェットシートの例

(1) 効率の不確かさ	
要因	標準不確かさ
全光束測定の不確かさ	1.60 %
電力測定の不確かさ	0.90 % 0.52 %
標準不確かさ	1.84 % 1.68 %
拡張不確かさ($k=2$)	3.7 % 3.4 %

(1) 表示値と校正値の差を不確かさと捉える。

$$150.18 \text{ W} - 150.00 \text{ W} = 0.18 \text{ W}$$

(2) 上で求めた不確かさを 測定する電力に対する比率(%)に換算する。

$$0.18 \text{ W} \div 20 \text{ W} = 0.90 \% \quad (\text{測定する電力を20 Wと仮定})$$

~~(3) 矩形分布と仮定し、 $\sqrt{3}$ で除して標準不確かさを求める。 $0.90 \% \div \sqrt{3} = 0.52 \%$~~

(3) 既知のかたよりは、その値自体を不確かさとして扱う。

25

まとめ

1. 測定の不確かさを表明するバジェットシートは、**設備を導入しただけでは作成できない**。試験所の**運用方法**、**測定手順**、**扱うDUTの範囲**などを定めて、文書化し、運用実績を積む必要がある。
2. 測定の不確かさの要因は、測定設備、測定方法、試験環境によって大きく異なり、**画一的なものはない**。
3. 測定不確かさ評価とは、試験所の要員が漠然と感じていた**測定のバラツキの定量化作業**であり、これによって試験結果の信頼性が実証される。
4. **個々の要因の評価法を具体的に示すことは困難**だが、できる限り**参考文献等**を紹介するので、各試験所のレベルアップに活用願いたい。(次頁:参考文献7)

謝辞

この資料の作成にあたり、ご指導を賜った 独立行政法人製品評価技術基盤機構 認定センター(IA Japan)の石毛浩美様に感謝いたします。

26

1. CIE S 025/E:2015“Test Method for LED Lamps, LED Luminaires and LED Modules”
URL <http://cie.co.at/publications/test-method-led-lamps-led-luminaires-and-led-modules>
- 1.5 JCIE-003 CIE S 025/E:2015「LEDランプ、モジュールおよび照明器具の試験方法」解説
URL https://www.jlma.or.jp/siryo/pdf/jcie_shuppan.pdf
2. TS Z 0033:2012 “測定における不確かさの表現のガイド”
URL <http://www.jisc.go.jp/app/jis/general/GnrTSTRSearch.html>
3. 光における不確かさの要因項目として、JCSSの技術的要求事項適用指針
登録に係る区分:光 JCT21400 NITE
URL <http://www.nite.go.jp/data/000001491.pdf>
4. 不確かさの入門ガイド ASG104 NITE
URL <http://www.nite.go.jp/data/000050641.pdf>
5. CIE 198 Determination of Measurement Uncertainties in Photometry
URL <https://cie.co.at/publications/determination-measurement-uncertainties-photometry>
6. CIE 198 SP1 Determination of Measurement Uncertainties in Photometry Supplement1 :
Modules and Examples for the Determination of Measurement Uncertainties
URL <https://cie.co.at/publications/determination-measurement-uncertainties-photometry-supplement-1-modules-and-examples-0>
7. ~~工業会指定試験所制度 不確かさ文献リスト~~
URL http://jlma.or.jp/labo/sikenjo/pdf/jlma_sikenjo_futasikasa_bunken.pdf

27

2.3.3 測定設備に関する要因(配光測定装置)

配光測定装置に関する不確かさの要因は、分光応答特性については、 $V(\lambda)$ 受光器つき球形光束計の場合を参考に抽出できる。そのほか、配光測定に特有な不確かさの要因の例を次に示す。

$V(\lambda)$ 受光器つき 配光測定装置の設備に関する一般的な例

① 受光器の $V(\lambda)$ 特性からのずれに基づく不確かさ

光路にミラーがある場合は、ミラーの分光反射率を考慮する

② 測定角度間隔に基づく不確かさ

角度座標の繰り返し性・再現性についても検討することが望ましい

③ 迷光による不確かさ(測定室の床、壁などの反射)

④ ミラーの平坦度及び偏光の影響

⑤ 取付け部、ジグ、遮光板などによる遮光(ケラレ)に基づく影響

⑥ 受光器及び電気系の非線形性、時間的応答性

⑦ 温度などの環境条件に基づく不確かさ

⑧ 校正間隔における応答特性の安定性



28

3.8 目標とする精度基準を満足するか評価

JLMA指定試験所の精度基準値と比較してみる。基準値を満足しない場合は、不確かさの値が大きい要因を重点として、管理水準を上げるなどの方策を検討して改善を行う。
過少な見積もりを避けること、評価・運営の作業量が増大することを避けるために、不確かさの値を小さくすることに対して、欲張り過ぎない方がよい。

全光束などの精度基準			相關色温度 T_{cp} , 演色評価数		
試験項目		拡張不確かさの 上限値 ($k=2$)	試験項目		拡張不確かさの 上限値 ($k=2$)
全光束		4.0 %	T_{cp}		$0.0305 \times T_{cp} - 33 \text{ K}$
効率		4.5 %	R_a		1.7
最大光度		4.0 %	R_9		$0.000353 \times T_{cp} + 5.9$
ビームの開き		1.6 °	R_{10}		4.0
ビーム光束		5.6 %	R_{11}		4.0 ^{a)} - $0.000093 \times T_{cp} + 3.5$ ^{b)}
色度	x	0.004	R_{12}		8.0 ^{a)} - $0.000259 \times T_{cp} + 4.8$ ^{b)}
	y	0.004	R_{13}		2.5
			R_{14}		1.5
			R_{15}		2.8

a) $4880 \text{ K} \leq T_{cp} \leq 5120 \text{ K}$ b) $T_{cp} < 4880 \text{ K}$ or $5120 \text{ K} < T_{cp}$

29

4.4 バジェットシートの例

配光測定装置による全光束バジェットシートの例

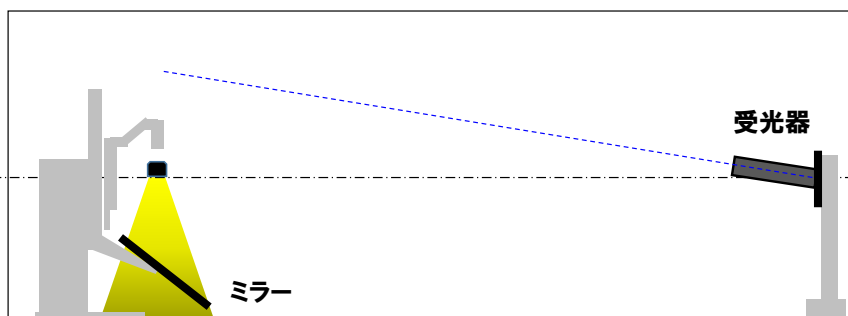
要 因		標準不確かさ
測定標準	全光束標準電球の全光束値の不確かさ	0.80 %
	標準電球の経時変化	0.40 %
	標準電球点灯電圧による不確かさ	0.40 %
設備	受光器（ミラーを含む）の $V(\lambda)$ 特性からのずれに基づく不確かさ	2.1 %
	受光器の直線性による不確かさ	0.30 %
	空間迷光による不確かさ	0.60 %
DUT	DUTの周囲温度による不確かさ	0.30 %
	DUTの点灯電圧による不確かさ	0.20 %
	DUTの測定時間中ドリフトによる不確かさ	0.30 %
	DUTの再現性による不確かさ	0.30 %
合成標準不確かさ		2.48 %
拡張不確かさ ($k=2$)		5.0 %

注意: 上記の数値は、一例である

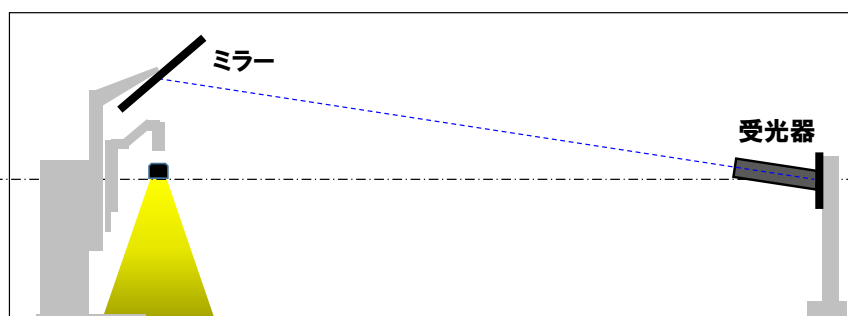
30

5.4 問題事例(その4)

配光測定における迷光の見積もり



ミラーと受光器の位相を
反転させて、上方空間
から反射して来る光を
迷光として評価
→床面と天井(壁面)の
反射を経た光を評価す
るので、**見積もり不足**
となる



床面からの反射を照明
器具の背面から見込む
状態が、迷光の大きな
成分を形成する
上半球全体から反射し
て来る光を迷光として評
価することが望ましい

31

ご清聴ありがとうございました

Society 5.0 に対応する次世代照明

Lighting 5.0

END