

日本照明工業会 セミナー（第12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 : 2022年 1月20日（木）

13 : 30 ~ 16 : 30

場 所 : WEBセミナー（ZOOM会議）

<https://us02web.zoom.us/j/85239320205?pwd=ZTRgT0ZBRVRSUUh4ZTVtbUdsdy9NZz09>

ミーティングID: 852 3932 0205

パスコード: 133263

一般社団法人 日本照明工業会
Japan Lighting Manufacturers Association

Japan Lighting Manufacturers Association
(JLMA)

1

セミナー 次第

	受付開始 (出席者確認)	13 : 00
1.	開 会	13 : 30-13 : 35
2.	講 演 (講演 : 60分 質疑 : 10分)	
2.1	「ISO/IEC 17025: 2017への指摘の事例紹介」	13 : 40-14 : 50
	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)	
	休憩	14 : 50-15 : 00
2.2	「測光・放射測定における不確かさ評価の基礎及びCIEでの最近の話題」	15 : 00-16 : 00
	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)	
3.	総合Q & A	16 : 10-16 : 30
4.	閉 会 (アンケート依頼・受講証明書について)	

連絡事項

- アンケートにご協力ください
受講者皆様の受講(及びその有効性)の確認、今後の内容改善のためご協力をお願いします。
- セミナー受講証明書の発行
必要な方には本日のセミナー受講の証明を講義終了後に発行いたします。終了後 事務局までご連絡ください。
- 質疑
本日のセミナーに関連する質問などは、同送のアンケート用紙への記入ほか、事務局 鈴木(suzuki@jlma.or.jp)にメールで連絡をお願いします。
適宜対応をさせていただきます。

オンライン講演（Webセミナー） セッションマニュアル（１）

オンラインセッションにおける関係者共通の注意事項

PC等のインターネットへの接続には、**LANケーブルの使用を推奨する。**

- ・ **音声は必ずイヤホンまたはヘッドフォンで聞くことを推奨する。**
特に複数で聴講する場合、PCのマイク・スピーカーを使用するとハウリングを起こす可能性があるので、注意が必要です。
なお、複数で聴講する場合には、ハウリング防止機能のあるWeb会議用マイクスピーカーに限り使用が可能です。
- ・ 録音・録画・撮影（スクリーンショットを含む）等は禁止とする。
- ・ 発表、説明、質問を行っているとき、当該者以外は、**マイクとカメラをオフ**にする。
- ・ 通信状態が不安定になってきたら、カメラをオフにする。
- ・ **事務局(司会)** から講演及び発言の許可がでてから**カメラとマイクをオン**にする。
- ・ **事務局(司会)** の指示に従わない場合は、**事務局(司会)** が当該聴講者を強制的にミーティングから退出させることがある。
- ・ 発表への割り込み、勝手な発言など、セッションを妨害する者がいた場合、**事務局(司会)** が当該妨害者をミーティングから退出させることがある。

オンライン講演（Webセミナー） セッションマニュアル（２）

受講者(質問者) へのお願い

1. ミーティングへの参加・退出は自由に行って構わない。
2. 他者が発表、説明、質問を行っているときは、**マイクとカメラをオフ**にする。
3. 講演者に対して質問がある場合は挙手をする。質問は**事務局(司会)** の**発言許可が出た後**に行う。
4. **事務局(司会)** に質問を許可されたときは、カメラ（可能であれば）とマイクをオンにし、**所属と氏名を告げてから質問内容を述べる。**
5. **質問が終わったら挙手を解除する。**
6. 質問の申し出は発表時間内であれば随時受け付けるが、質問数が多い場合や質疑応答の残り時間が少ない場合には、質問できない場合もあり得る。

一般社団法人日本照明工業会セミナー
2022年1月20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

・ 2021年審査における不適合、懸念事項の件数（78審査案件の結果より）

不適合	懸念事項
110件	54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：39案件



3

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、報告書の通知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。**



4

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	3	3
4.2 機密保持	0	1
5 組織構成に関する要求事項	5	4
6 資源に関する要求事項		
6.1 一般	0	0
6.2 要員	21	8
6.3 施設及び環境条件	1	0
6.4 設備	13	5
6.5 計量トレーサビリティ	0	0
6.6 外部から提供される製品及びサービス	7	4



ISO/IEC 17025:2017 箇条別の件数

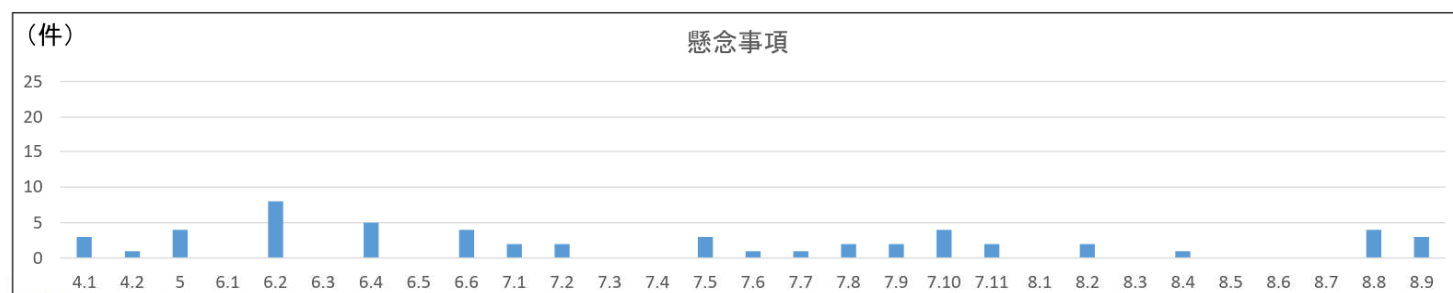
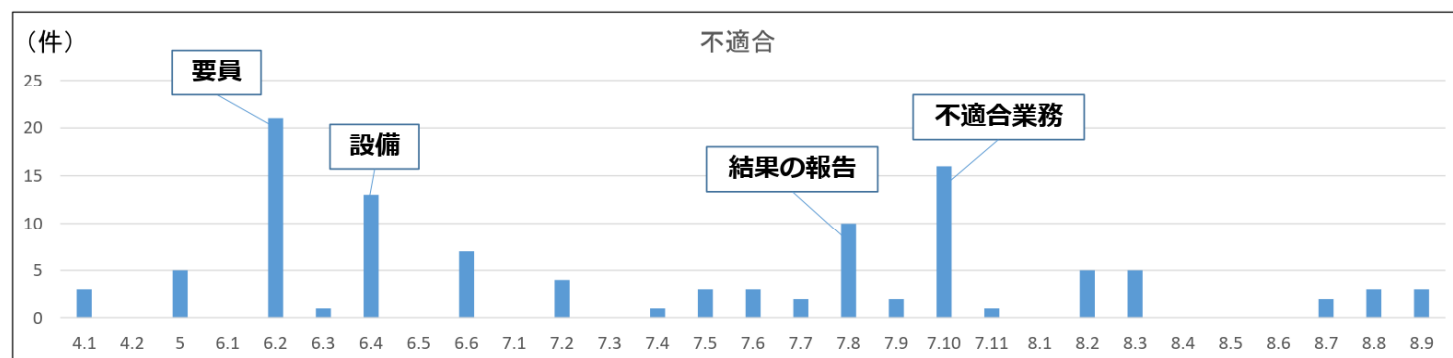
ISO/IEC 17025:2017の要求事項	不適合	懸念事項
7 プロセスに関する要求事項		
7.1 依頼, 見積仕様書及び契約のレビュー	0	2
7.2 方法の選定, 検証及び妥当性確認	4	2
7.3 サンプルング	0	0
7.4 試験・校正品目の取扱い	1	0
7.5 技術的記録	3	3
7.6 測定不確かさの評価	3	1
7.7 結果の妥当性の確保	2	1
7.8 結果の報告	10	2
7.9 苦情	2	2
7.10 不適合業務	16	4
7.11 データの管理及び情報マネジメント	1	2



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)	5	2
8.3 マネジメントシステム文書の管理 (選択肢A)	5	0
8.4 記録の管理 (選択肢A)	0	1
8.5 リスク及び機会への取組み (選択肢A)	0	0
8.6 改善 (選択肢A)	0	0
8.7 是正処置 (選択肢A)	2	0
8.8 内部監査 (選択肢A)	3	4
8.9 マネジメントレビュー (選択肢A)	3	3

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

<4.1 公平性>

4.1.4 ラボラトリは、**公平性に対するリスクを継続的に特定**しなければならない。ラボラトリの活動若しくは他との関係、又はその要員の他との関係をもつことから生じるリスクもこれに含めなければならない。ただし、そのような関係が、ラボラトリにとって必ずしも公平性に対するリスクになるとは限らない。

- ・ 公平性に対するリスクを継続的に特定されていなかった。
- ・ 公平性のリスクの検討・特定が2019年度に1回行われたのち、それ以降は実施されていなかった。



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。

- ・ ラボラトリマネジメントの職務は社長と品質管理者で分担して実施しており、各々の職務について「〇〇規定」に規定している。しかし、「品質マニュアル」5.2項では品質管理者がラボラトリマネジメントの職務を行うとしており、規定間で齟齬が生じている。



<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。

- ・ 品質管理要員及び内部監査員に関する力量要求事項が文書化されていない。
- ・ JNLA品質管理者、JNLA技術管理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**

- ・ 試験要員に対しては権限付与されていたが、△△氏及び□□氏に権限を付与するに当たり適切な力量を持っていることを確認するための記録がない。
- ・ 内部監査員に権限付与した記録がない。また、内部監査員の力量を監視する手順がなく、記録がない。



<6.4 設備>

6.4.3 ラボラトリは、設備を適正に機能することを確実にするため及び汚染又は劣化を防止するために、設備の取扱い、輸送、保管、使用及び**計画的な保守の手順を持たなければならない**。

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。

- ・試験室の温度計について、定期点検方法が定められていないほか、校正も行われていなかった。
- ・測定機器の試験設備・機器管理台帳で、一部の測定機器に受入基準が記載されていなかった。



<6.6 外部から提供される製品及びサービス>

6.6.2 ラボラトリは、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。

b) **外部提供者の評価**、選定、パフォーマンスの監視及び**再評価に関する基準**を明確にする。

- ・外部供給者の初回評価に関する基準が定められていなかった。
- ・外部提供者の評価及び再評価に関する基準に係る記録が確認できなかった。



<7.5 技術的記録>

7.5.2 ラボラトリは、技術的記録の変更について、以前の版又は観測原本に遡って追跡できることを確実にしなければならない。**変更の日付**、変更点の表示及び変更
に責任をもつ要員を含め、元のデータ及び変更されたデータ並びにそれらのファイ
ルの両方を保持しなければならない。

- ・ 技術的記録の修正において、品質マニュアルには、日付及び変更に関し責任をもつ要員の
取り決めがなく、記録（〇〇）を確認したところ、修正箇所には修正者のイニ
シャルしか記載されてなかった。



<7.6 測定不確かさの評価>

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。

- ・ 不確かさの推定で使用している計測機器（〇〇、△△、□□）の校正の不確かさの
値が更新されているが、試験結果の不確かさの見直しが行われていない。



<7.7 結果の妥当性確保>

7.7.2 ラボラトリは、利用可能で適切な場合、他のラボラトリの結果の比較によって、そのパフォーマンスを監視しなければならない。**その監視は、計画し、見直さなければならない。**また、次のいずれか、又は両方を含まなければならないが、これらに限定されない。

- a) 技能試験への参加
- b) 技能試験以外の試験所間比較への参加

- ・ 技能試験参加計画が作成されていない。



<7.8 結果の報告>

7.8.2.1 個々の報告書は、少なくとも次の情報を含まなければならない。ただし、ラボラトリが正当な除外の理由をもち、それによって誤解又は誤用の可能性が最小化される場合はこの限りでない。

- b) **ラボラトリの名称及び住所**
- c) 顧客の施設若しくはラボラトリの恒久的施設から離れた場所、又は関連する一時施設若しくは移動施設で実施された場合を含め、**ラボラトリ活動が実施された場所**

- ・ 試験報告書に記載すべき事項として、ラボラトリの名称及び試験依頼者の住所がない。
- ・ 試験報告書において、〇〇試験品質マニュアルでは、報告書に含める情報として、「試験の実施された場所の記載」が取り決められているが、発行された試験報告書の写しを確認したところ、全ての試験報告書に「試験の実施された場所」の記載がなかった。



<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。

- ・ 試験結果報告書において、顧客から提出されたデータが明確に識別されていない。



<7.9 苦情>

7.9.1 ラボラトリは、苦情を受領し、評価し、決定を下すための文書化したプロセスをもたなければならない。

7.9.7 ラボラトリは、可能な場合には、**苦情処理の終了を苦情申立者に対して正式に通知**しなければならない。

- ・ 苦情申立者に対して、苦情処理の終了の正式な通知をしていなかった。



<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。

- ・ リスクレベルに応じて処置を決めることや重大性の評価、容認の可否の手順が定められていない。



<7.10 不適合業務>

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。

- ・ 2020年度の内部監査の不適合事項に対して、処置の記録(重大性の評価等)が残されていなかった。
- ・ 「不具合報告書／対応書」に不適合の重大性を評価した記録が残されていない。



<8.2 マネジメントシステムの文書化>

8.2.2 この方針及び目標は、**ラボラトリの能力、公平性及び一貫性のある運営**を取り上げていなければならない。

- ・ 品質方針にラボラトリの公平性を取り上げていない。
- ・ 方針に、ラボラトリの能力、公平性を取り上げていない。



<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。

- ・ 文書の承認にあたって「記載内容に相違が無ければ、日付や名前、押印などを入力することで承認とする」こととなっているが、各プロセス文書に名前や押印などの承認の識別がなかった。
- ・ 変更があったマネジメントシステムについて、文書が更新されていない。



<8.9 マネジメントレビュー>

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係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係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において、ラボラトリマネジメントからのアウトプットが確認できなかった。



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 不確かさ評価の基礎、 およびCIEでの最近の話題

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)
部 洋司

本日の講演内容

第1部：測光・放射測定における不確かさ評価の基礎

- ① 不確かさ評価に関する基本事項
- ② 測光・放射測定での不確かさ評価例
 - モデル式の構築
 - 感度係数の考慮
 - 標準不確かさの導出

第2部：CIEでの最近の話題

- ① CIEおよびCIE第2部会について（概要紹介）
- ② CIE第2部会での不確かさ評価に関する取り組み
- ③ CIE第2部会活動に関する最新情報

【第1部】

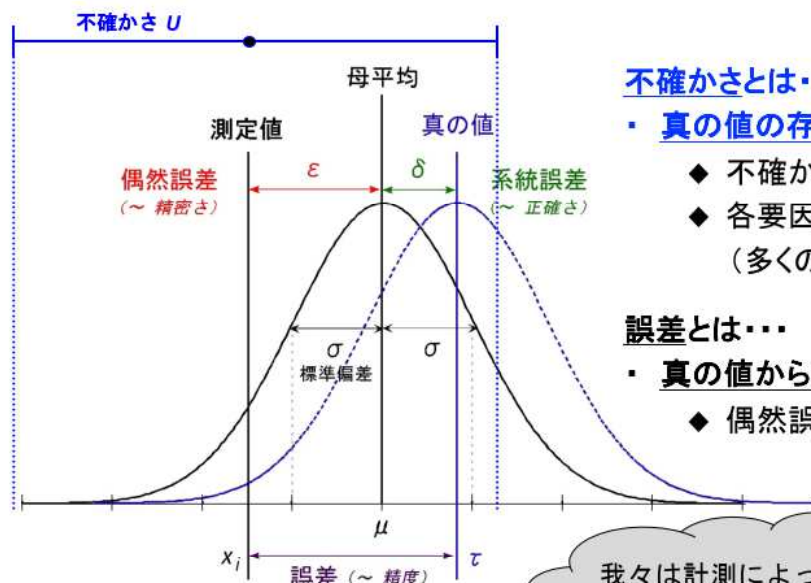
測光・放射測定における 不確かさ評価の基礎

3/48

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)

2021年度JLMAセミナー(2022.1.20: Online)

不確かさと誤差



不確かさとは...

・ 真の値の存在する範囲を示す推定量

- ◆ 不確かさ要因の確率分布
- ◆ 各要因の確率分布の合成
(多くの場合、二乗和の平方根)

誤差とは...

・ 真の値からの外れ

- ◆ 偶然誤差 + 系統誤差

我々は計測によって真の値を知ることはできない！

測定結果が**不確かさの範囲内で一致** → 最良な**測定整合性**の推定方法

4/48

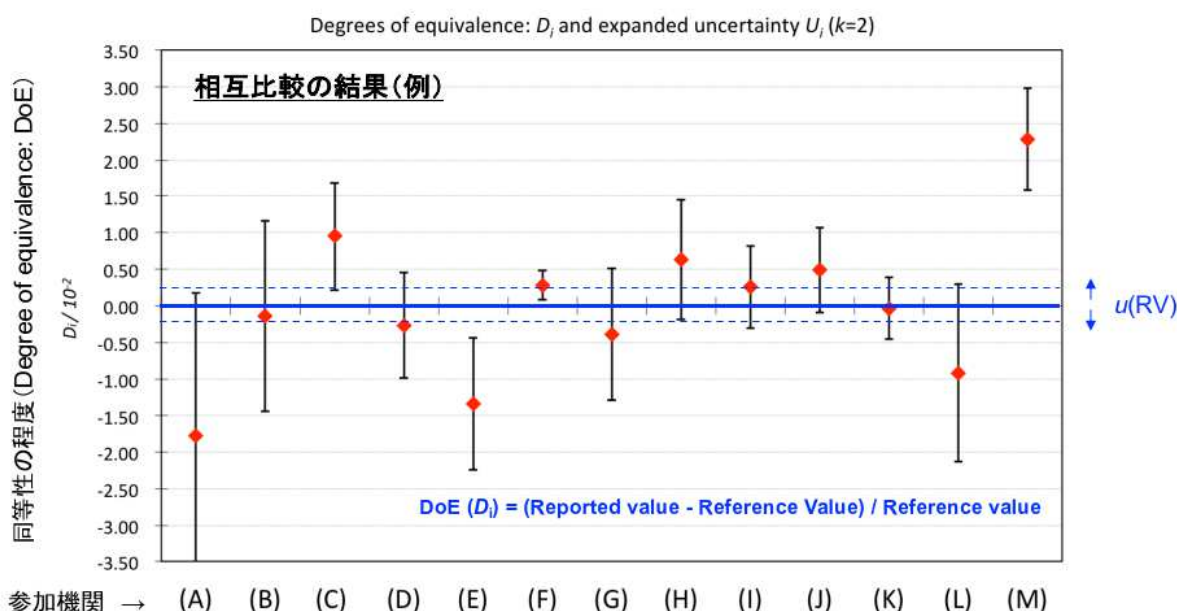
NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)

2021年度JLMAセミナー(2022.1.20: Online)

不確かさはなぜ必要か？

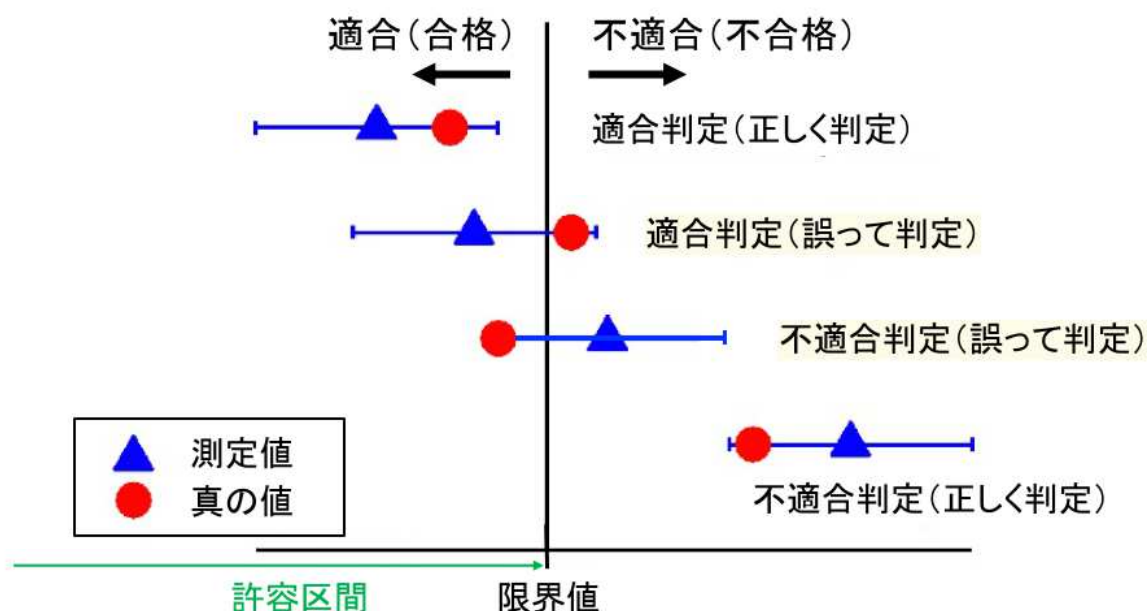
- 計量トレーサビリティを表明するため
 - 切れ目のない校正の連鎖を確保するためには、文書化された不確かさ評価手順、不確かさを伴う校正証明書が必要 【国際文書による定義】
- 計測の信頼性を示す手段として用いるため
 - ISO/IEC 17025：校正・試験機関の能力に対する一般的要求事項
 - 校正能力の第三者認定には、適切な不確かさ評価の手順が必須
- 計測結果の同等性を検証するため
 - 計測の信頼性（測定精度、値の整合性等）を検証する手段として活用
- 国際規格や取り決め等で評価を求められているため
 - 不確かさの報告を必須要件とする国際規格もある
 - 適合性評価への不確かさの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
 - 不確かさとは真の値が存在する範囲を示すもの
 - 測定結果の一致の程度の相場観を与えるもの
 - ユーザーへの必要な情報の提供

相互比較における不確かさの利用



Reference Value: EV (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

適合性評価における不確かさの活用



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

計測における不確かさの表現のガイド (GUM)

[GUM : "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement"](#)

計測における不確かさ評価の考え方について示した計量・計測関連の7つの国際機関による国際文書(国際ガイドライン)

→ **ISO/IEC Guide 98-3 (JCGM 100) (2008年発行)**

※関連文書

- ISO/IEC Guide 98-1 (JCGM 104) : Uncertainty of measurement - Part 1 Introduction to the "Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM)" and related documents
- ISO/IEC Guide 98-3/Supplement 1 (JCGM 101) : Supplement 1 to GUM - Propagation of distributions using a Monte Carlo method
- ISO/IEC Guide 98-3/Supplement 2 (JCGM 102) : Supplement 2 to GUM - Extension to any number of output quantities
- ISO/IEC Guide 98-4 (JCGM 106) : Uncertainty of measurement - Part 4 The role of measurement uncertainty in conformity assessment
- ISO/IEC Guide 98-5 (JCGM 107) : Uncertainty of measurement - Part 5 Evaluation of measurement data – Applications of the least-squares method
- ISO/IEC Guide 98-6 (JCGM GUM-6) : Uncertainty of measurement - Part 6 Developing and using measurement models

不確かさの推定の基本手順

1. 測定・校正手順の記述

2. 不確かさ要因の列挙

3. 数学モデル（モデル式）の構築

- ・測定値とそれに従属する各入力量との関係を表す関数 f を記述
- ・理論式または要求精度に応じた数式でのモデル化

4. 不確かさ成分の分類

5. 各不確かさ成分について標準不確かさを推定

- ・Aタイプ：統計的解析による評価
- ・Bタイプ：統計的解析以外の手段による評価

6. 合成標準不確かさの算出

- ・感度係数の評価（＋相関の評価）

7. 拡張不確かさの算出

- ・包含係数の選定（＋有効自由度の評価）

8. 不確かさバジェット表の作成

※ GUMでは、モンテカルロ計算に基づき不確かさを算出する方法も許容されている。

不確かさバジェット表の作成

不確かさバジェット

個々の不確かさ要因（タイプ）とそれらの標準不確かさ、感度係数、自由度、合成標準不確かさ、拡張不確かさなどを一覧にした表

受光器の照度応答度 $s_{v,i}$ (A/lx)と受光器の読み値 y_i (lx)から
照度 E_v (lx)を求める場合の不確かさバジェット（例）

Symbol	Component	Value x_i	Standard Uncertainty $u(x_i)$	Unit	Type	Sensitivity Coefficient c_i	Unc. Contribution $u_i(y)$
y	Photometer signal	1.819×10^{-6}	2.42×10^{-10}	A	A	9.88×10^7	0.024
y_d	Photometer dark signal	-5.0×10^{-10}	6.10×10^{-12}	A	A	-9.88×10^7	-0.001
$s_{v,i}$	Illuminance responsivity	1.0118×10^{-8}	1.88×10^{-11}	A/lx	B	-1.78×10^{10}	-0.334
c_f	Correction factor	1.000	7.90×10^{-4}		B	179.8	0.142
E_v	NIST illuminance unit	179.83		lx			0.364
Relative expanded uncertainty for NIST illuminance unit ($k=2$)							0.41 %

モデル式

$$E_v = \frac{(y - y_d)}{s_{v,i}} c_f$$

照度 → 受光器出力 (電流) → 暗電流 → 受光器の照度応答度 → 補正係数

NIST SP250-95から抜粋

不確かさ評価で困ること

- ISO/IEC Guide 98-3 (JCGM 100) (GUM)は理論・総論中心であり、具体的な不確かさ評価例(特に測光・放射測定に関する事例)への言及が少ない
→ ガイドの解釈および実装方法について指針が必要
- 不確かさ評価ではモデル式の立てることが要求されるが、具体的なアプローチが明確でない
→ モデル式構築の基本的考え方、実例の蓄積が必要
- モデル式を伴う手順、確率分布に基づく考え方は、一見すると複雑な数学を駆使するイメージを与える
→ 具体的な計算例の蓄積が必要(例:感度係数の導出)

- 不確かさ評価において最も重要な点は、各不確かさ要因の定量評価
- 評価手順(方法)に関する蓄積が重要

モデル式の構築を行うにあたり

GUMで言っているモデル式とは・・・

測定値(真の値の推定値) y と、 N 個の入力量の推定値($x_1, x_2, \dots, x_N$)との間の関数関係(f)を表したもの。

$$y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_N)$$

不確かさ評価の対象となる
測定全体を数式で表現

y に付随する推定標準偏差(合成標準不確かさ) $u_c(y)$ は、各々の入力量の推定値($x_1, x_2, \dots, x_N$)に対する推定標準偏差(標準不確かさ) $u(x_i)$ に基づき決定される。

- 不確かさの合成の一例
(※相関のある量の取り扱いとは別途注意が必要)

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i)$$

標準不確かさ
感度係数 (入力量のばらつきに対する影響の大きさ)

■ モデル式の構築に必要な情報：

- ・ どのような測定を行っているか？
- ・ 入力量(パラメータとして考慮すべき量)は何か？
- ・ 各入力量に対して考えられる、不確かさ要因は何か？
- ・ 各々の不確かさ要因は、どのように測定に寄与するか？

測光・放射測定での主な不確かさ要因(1)

- 標準器の特性に起因する不確かさ
 - 上位標準に基づく校正不確かさ(校正証明書)
 - 再現性・安定性など
 - 経時変化(校正周期に依存)
 - 不均一性、その他理想の状態からの外れ
- 電気的なパラメータの不確かさ
 - 点灯電圧・電流(I - V 特性)
 - 安定性・再現性など
 - 周波数特性
 - ノイズ(繰返し性)
- 環境条件に起因する不確かさ
 - 温度条件、湿度条件(温度計、湿度計の不確かさを含む)
 - 気圧・風速など?
- 測定条件・手順等に起因する不確かさ
 - アライメントほか
 - 相互反射
 - 不完全な定義、定義からの外れ、その他理想の状態からの外れ

測光・放射測定での主な不確かさ要因(2)

- 光計測機器の特性に起因する不確かさ
 - 波長(目盛り)
 - 帯域幅(スリット関数)
 - 応答度(色補正係数ほか)
 - 再現性・安定性など
 - 斜入射特性
 - 迷光、偏光、ビーム広がり、蛍光など
 - 応答非直線性
 - 見込み角
 - 不均一性
 - 周波数特性
 - ノイズ
 - 分解能
 - (アナログ機器の場合)計器の読み取りにおける偏り
- 補正に伴う不確かさ(補正の不完全さ)
 - 例えば、自己吸収測定、配光補正など
- DUTの特性に起因する不確かさ(含めない場合もある)
 - 例えば、安定性、均一性など

CIE S025 Annex D (抜粋)

表 D.1 - 不確かさのバジェットの例

[球形光束計測 (V(λ)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

[CIE S025 Annex Dから抜粋]

	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
参照標準の校正値	Calibration uncertainty of SI traceable secondary luminous flux standard (case of $U=2.0\%$, $k=2$)	1.0 %			
参照標準の経時変化	Ageing of luminous flux standard lamp (gas-filled tungsten lamp)	0.6 %			
参照標準の点灯電流	DC current uncertainty for standard lamp	0.4 %			
周囲温度の測定	Ambient temperature (and uncertainty of thermometer)	0.3 %			
LEDランプの点灯電圧	Supply voltage of LED (and uncertainty of volt meter)	0.2 %			
異色測光誤差	Spectral mismatch of sphere-photometer system ($f'_1 = 3\%$)	1.7 %		3.5 %	
受光器の応答非直線性	Linearity	0.3 %			
自己吸収補正	Self-absorption correction (residual uncertainty) ^e	0.3 %			
積分球の応答不均一性	Spatial non-uniformity of sphere (difference in intensity distribution from the standard lamp)	0.9 %	1.8 %	0.9 %	1.8 %
測定系の再現性	Repeatability of the sphere system	0.3 %			
測定系の安定性	Stability of the sphere system (between calibrations)	0.3 %			
ニアフィールド吸収	Near-field absorption	0.3 %			
LEDランプの再現性	Reproducibility of test lamp (including stabilization condition)	0.3 %			
参照標準の安定性	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 (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

[CIE S025 Annex Dから抜粋]

	Name of the quantity X_i	Relative contribution to the output standard uncertainty $u_{rel,i}(y)$	
		Broad ^a	Narrow ^b
参照標準の校正値	Luminous flux uncertainty of NMI traceable total spectral radiant flux standard	1.0 %	
参照標準の経時変化	Ageing of luminous flux standard lamp (tungsten halogen lamp)	0.3 %	
参照標準の点灯電流	DC current uncertainty for standard lamp	0.4 %	
周囲温度の測定	Ambient temperature (and uncertainty of thermometer)	0.3 %	
LEDランプの点灯電圧	Supply voltage of LED (and uncertainty of volt meter)	0.2 %	
分光放射計の応答非直線性	Nonlinearity of spectroradiometer	0.8 %	
分光放射計の波長精度	Wavelength uncertainty (0.5 nm ($k=2$))	0.4 %	
分光放射計の迷光	Stray light of spectroradiometer (2 700 K to 6 500 K source)	1.0 %	
分光放射計の再現性	Reproducibility of spectroradiometer	0.1 %	
自己吸収補正	Self-absorption correction (residual uncertainty) ^c	0.3 %	
積分球の応答不均一性	Spatial non-uniformity of sphere (difference in intensity distribution from the standard lamp)	0.9 %	1.8 %
測定系の再現性	Repeatability of the sphere system	0.3 %	
測定系の安定性	Stability of the sphere system (between calibrations)	0.3 %	
ニアフィールド吸収	Near-field absorption	0.3 %	
LEDランプの再現性	Reproducibility of test lamp (including stabilization condition)	0.3 %	
参照標準の安定性	Stability of standard lamps	0.2 %	
	Relative combined standard uncertainty	2.1 %	2.6 %
	Total expanded uncertainty ($k=2$)	4.2 %	5.2 %

どのように最適なモデル式を導くか

- 物理法則(●●の法則)
- 測定方式に沿った標識(例:標準器との比較測定)
- 典型的な不確かさの寄与(例:温度変動の効果、電圧変動の効果)
- 文献情報等から得られたモデル式の構成要素(モジュール)
- これらの組み合わせ

- できるだけ多くの技術情報(CIE技術報告書、解説書(例:過去のJLMAセミナーテキスト)、論文、講演会(例:NMIJ不確かさクラブ)など)を活用し、参考となる考え方を獲得することが望ましい
- ISO/IEC Guide 98-3(JCGM 100)(GUM)の解釈および実装方法には多様な解釈・方法が存在する ← 正解は(おそらく)無数にある
- 不確かさ評価の妥当性の実証に繋がる技術的根拠(例)
 - 確固たる信頼性をもった参照値との比較(技能試験、相互比較など)
 - ISO/IEC17025に準拠した認定審査など
 - 専門家による技術レビューの積み重ね

17/48

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)

2021年度JLMAセミナー(2022.1.20:Online)

モデル式の構築のためのモジュール (例1)

温度依存性

$$x = x'(1 + \alpha_x \cdot \Delta T_a)$$

ある入力量の読み値

温度補正した測定値

ある入力量に対する温度係数
(物性値または器固有の値)

温度変化

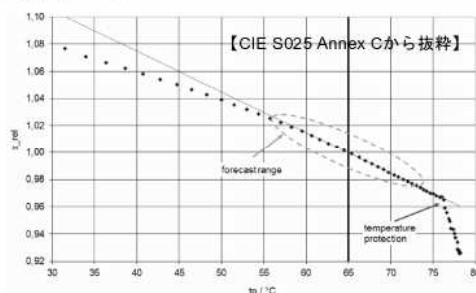
ただし、 $|\alpha_x \cdot \Delta T_a| \ll 1$

$$u^2(x) = u^2(x')(1 + \alpha_x \cdot \Delta T_a)^2 + x'^2 \cdot \{u^2(\alpha_x) \cdot \Delta T_a^2 + u^2(\Delta T_a)(\alpha_x^2 + u^2(\alpha_x))\}$$

標準不確かさ

高次項

● 感度係数の導出



LEDモジュールの温度依存性の測定(例)

性能温度 t_p の測定点での温度に対する
測定対象量(例:光束)の相対変化を実測で評価

→ 直線近似が可能な範囲での推定

$$\alpha_x = -0.3 \text{ } \%/^{\circ}\text{C} = -0.003 \text{ }/^{\circ}\text{C}$$

$$u(\alpha_x) = 0.1 \text{ } \%/^{\circ}\text{C} = -0.001 \text{ }/^{\circ}\text{C}$$

18/48

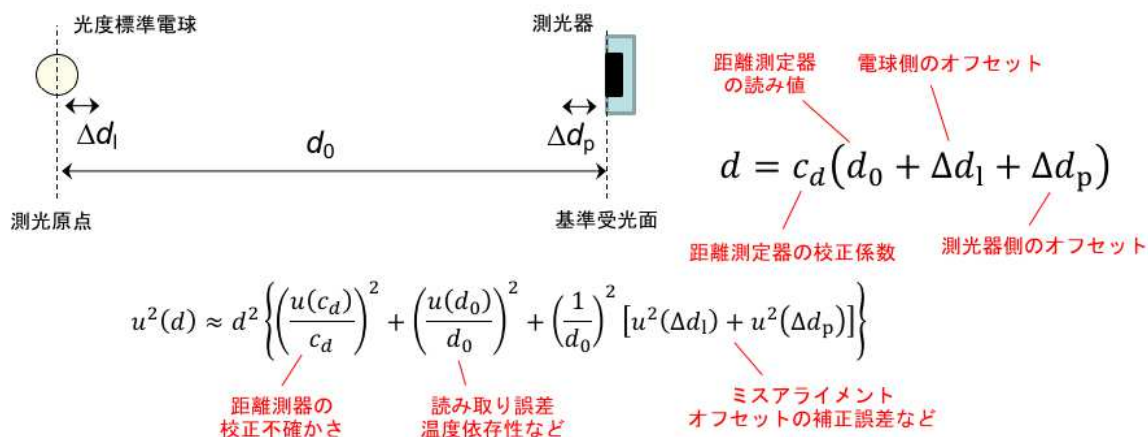
NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)

2021年度JLMAセミナー(2022.1.20:Online)

モデル式の構築のためのモジュール（例2）

測光距離の測定

ある測光距離 d_0 に光度標準電球（測光原点）および受光器（基準面）を設置する場合



- 距離測定器の校正不確かさ：（一般には）校正証明書から取得
- 温度依存性：例1参照（温度係数：熱膨張係数を用いた一次近似のモデル式）
- ミスアライメント、オフセット：例えば実測による最大変化幅の推定（矩形分布）
- 標準器-DUTの置換測定の場合、電球or受光器の何かのオフセットの効果を考慮する

モデル式の構築のためのモジュール（例3）

ランプ電流の測定（シャント抵抗の端子電圧の測定）

$$I = \frac{V}{R}$$

オームの法則

電圧測定に起因する不確かさ

（例：電圧校正値、経年変化、レンジ、温度変化、ノイズ（繰り返し性）etc.）

$$u^2(I) = \left(\frac{1}{R} \cdot u(V) \right)^2 + \left(\frac{V}{R^2} \cdot u(R) \right)^2$$

シャント抵抗の抵抗値に起因する不確かさ要因および対応するモデル式の検討

$$R = R_0 \left[1 + \gamma_R \cdot \Delta t_R + \alpha_R \left\{ \Delta T_{a,R} + \Delta T_{h,R} \cdot (1 - e^{-(t_R/\tau_R)}) \right\} \right]$$

抵抗の校正値

温度係数

駆動時間

経年変化（変化率）

校正後の経過期間

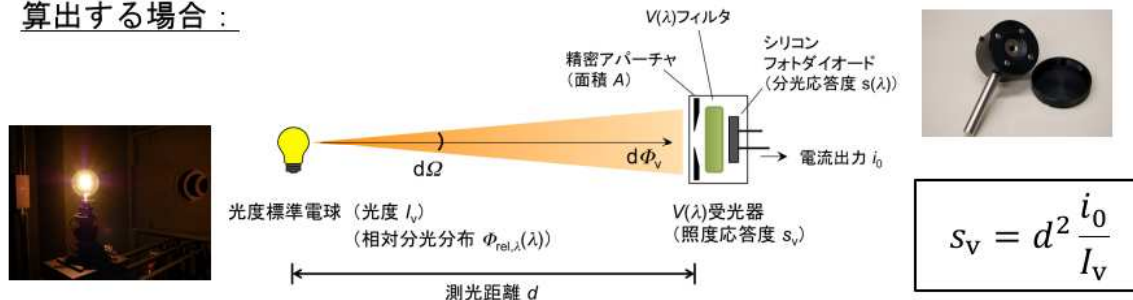
周囲温度の変化

自己加熱による温度変化

時定数

測光・放射測定でのモデル式（例1）

受光器の照度応答度 s_v (A/lx) を、光度標準電球の光度値と逆二乗則から算出する場合：



距離 (電球の位置、受光器の位置の影響)

不確かさ要因を考慮した (より精緻な) モデル式として表現すると・・・

$$s_v = (d + \Delta d_l + \Delta d_p)^2 \cdot \frac{y_0}{G \cdot (1 + c_T \cdot \Delta T) \cdot \cos^n \varepsilon} \cdot \frac{1}{I_v \cdot (1 + c_\theta \cdot \theta) \cdot (1 + c_\varphi \cdot \varphi) \cdot \left(1 + m \cdot \frac{\Delta V}{V}\right) \cdot k_1 \cdot k_2} \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5$$

受光器出力 (電圧)

受光器に起因する要素 (アンプゲイン、温度依存性、余弦則からの外れなどを考慮して導出)

電球に起因する要素 (左から順に、配光/アライメント、電圧特性)

その他の補正因子 (K_1 to K_5)
(電球の経時変化、点灯再現性、色補正係数、非直線性、逆二乗からの外れ)

21/48

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)

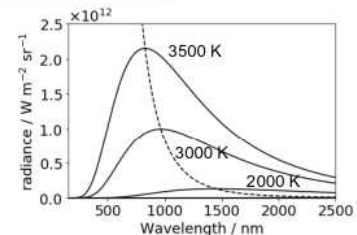
2021年度JLMAセミナー (2022.1.20: Online)

測光・放射測定でのモデル式（例2）

プランクの放射則に基づき、黒体放射炉の分光放射輝度を測定する場合

$$L_{e,B}(\lambda, T, \varepsilon_\lambda) = \varepsilon_\lambda \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/\lambda kT} - 1}$$

$L_{e,B}(\lambda, T, \varepsilon_\lambda)$: 黒体の分光放射輝度、 λ : 波長、 T : 熱力学温度、
 c : 光の速さ、 h : プランク定数、 k : ボルツマン定数、
 ε_λ : 黒体の放射率



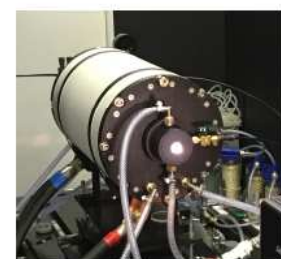
黒体からの放射輝度の温度依存性

各不確かさ要因の寄与

$$u^2(L_{e,B}(\lambda, T, \varepsilon_\lambda)) = \left(\frac{\partial(L_{e,B}(\lambda, T, \varepsilon_\lambda))}{\partial T}\right)^2 u^2(T) + \left(\frac{\partial(L_{e,B}(\lambda, T, \varepsilon_\lambda))}{\partial \lambda}\right)^2 u^2(\lambda) + \left(\frac{\partial(L_{e,B}(\lambda, T, \varepsilon_\lambda))}{\partial \varepsilon_\lambda}\right)^2 u^2(\varepsilon_\lambda)$$

相対不確かさを考え、感度係数を算出

$$\begin{aligned} \textcircled{1} \quad & \frac{1}{L_{e,B}(\lambda, T, \varepsilon_\lambda)} \cdot \frac{\partial(L_{e,B}(\lambda, T, \varepsilon_\lambda))}{\partial T} = \frac{hc}{\lambda k T^2} \cdot \frac{e^{hc/\lambda kT}}{e^{hc/\lambda kT} - 1} \\ \textcircled{2} \quad & \frac{1}{L_{e,B}(\lambda, T, \varepsilon_\lambda)} \cdot \frac{\partial(L_{e,B}(\lambda, T, \varepsilon_\lambda))}{\partial \lambda} = -\frac{1}{\lambda} \cdot \left(5 - \frac{hc}{\lambda kT} \cdot \frac{e^{hc/\lambda kT}}{e^{hc/\lambda kT} - 1}\right) \\ \textcircled{3} \quad & \frac{1}{L_{e,B}(\lambda, T, \varepsilon_\lambda)} \cdot \frac{\partial(L_{e,B}(\lambda, T, \varepsilon_\lambda))}{\partial \varepsilon_\lambda} = \frac{1}{\varepsilon_\lambda} \end{aligned}$$



高温黒体放射炉の例

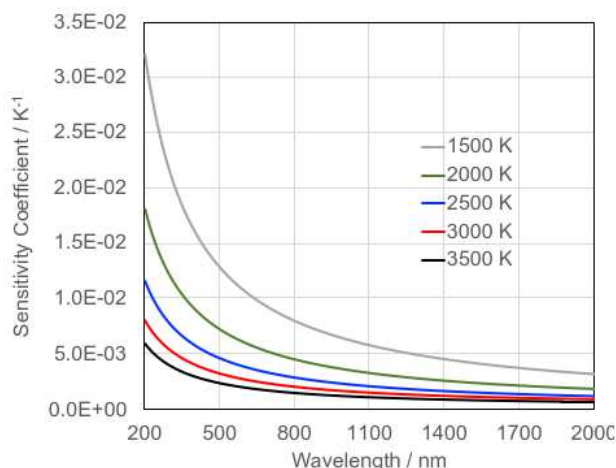
22/48

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)

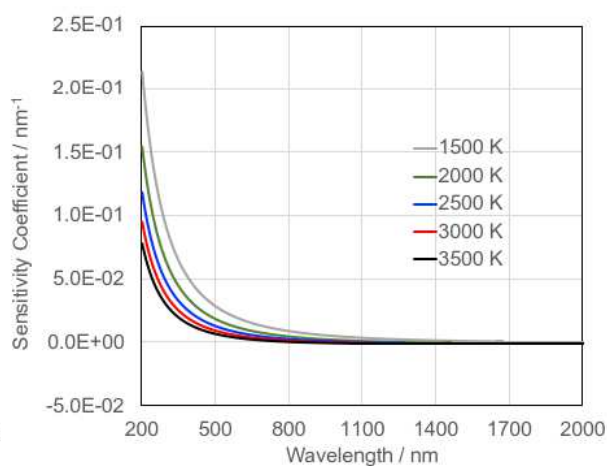
2021年度JLMAセミナー (2022.1.20: Online)

測光・放射測定でのモデル式（例2）：続き

①熱力学温度に起因する不確かさ $u(T)$ に付随する
感度係数



②波長に起因する不確かさ $u(\lambda)$ に付随する
感度係数

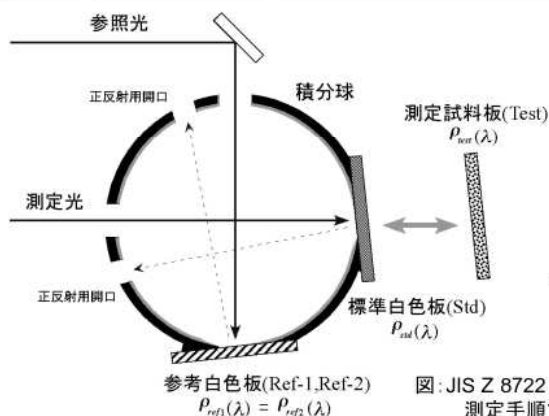


※これらの不確かさは、①黒体の熱力学温度、②対象とする測定波長、依存して変化する。

③放射率に起因する不確かさ $u(\varepsilon_r)$ に付随する感度係数：放射率の相対標準不確かさがそのまま寄与

測光・放射測定でのモデル式（例3）

標準白色板との比較測定に基づき、分光反射率を測定する場合



$R_{x,i}(\lambda)$: 受光器からの出力

※ $x = \text{std}$ (標準白色板)、 test (測定試料)、 ref1, ref2 (参考白色板)

図: JIS Z 8722 (色の測定方法-反射及び透過物体色) に準じた測定手順での比較測定

$$\rho_{\text{test}}(\lambda) = \frac{R_{\text{ref1}}(\lambda)}{R_{\text{std}}(\lambda)} \cdot \frac{R_{\text{test}}(\lambda)}{R_{\text{ref2}}(\lambda)} \cdot \rho_{\text{std}}(\lambda) \cdot \text{corr}(\lambda)$$

$$= \frac{R_{\text{ref1}}(\lambda)}{R_{\text{std}}(\lambda)} \cdot \frac{R_{\text{test}}(\lambda)}{R_{\text{ref2}}(\lambda)} \cdot \rho_{\text{std}}(\lambda) \cdot k_1(\lambda) \cdot k_2(\lambda) \cdot k_3(\lambda) \cdots$$

補正項

$k_n(\lambda)$: 各種補正係数 ($n = 1, 2, 3, \dots$)

例えば、

- 迷光
- 非直線性
- 測定系のドリフト
- 幾何条件のミスマッチ (補正)
- 積分球の応答不均一性
- 蛍光発生の影響

測光・放射測定でのモデル式（例3）：続き

$$f(x_1, x_2, x_3, \dots) = \rho_{test}(\lambda) = \frac{R_{ref1}(\lambda)}{R_{std}(\lambda)} \cdot \frac{R_{test}(\lambda)}{R_{ref2}(\lambda)} \cdot \rho_{std}(\lambda) \cdot k_1(\lambda) \cdot k_2(\lambda) \cdot k_3(\lambda) \cdots$$

ノイズに起因する不確かさ
(繰り返し性)

$$\left(\frac{u(R(\lambda))}{R(\lambda)} \right) = \sqrt{\left(\frac{u(R_{std}(\lambda))}{R_{std}(\lambda)} \right)^2 + \left(\frac{u(R_{ref1}(\lambda))}{R_{ref1}(\lambda)} \right)^2 + \left(\frac{u(R_{ref2}(\lambda))}{R_{ref2}(\lambda)} \right)^2}$$

繰り返し測定 (n回) による、平均値の
実験標準偏差から算出 (Type A)

参照標準 (標準白色板など) の校正不確かさ

$$\left(\frac{1}{y} \cdot \frac{\partial f}{\partial x_i} \right) \cdot u(x_i) = \left(\frac{1}{\rho_{test}(\lambda)} \cdot \frac{\partial f}{\partial \rho_{std}(\lambda)} \right) \cdot u(\rho_{std}(\lambda)) = \frac{1}{\rho_{std}(\lambda)} \cdot u(\rho_{std}(\lambda))$$

校正証明書に記載されている (相対拡張)
不確かさから導出

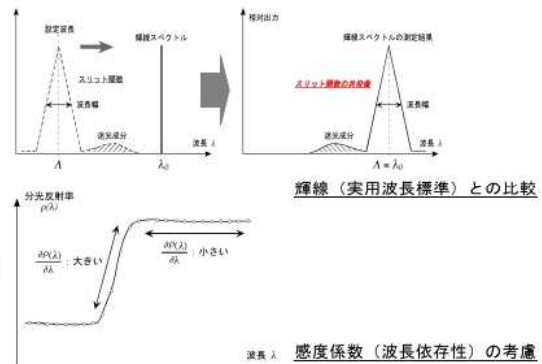
波長に起因する不確かさ

$$\left(\frac{1}{\rho_{test}(\lambda)} \cdot \frac{\partial \rho_{test}(\lambda)}{\partial \lambda} \right) \cdot u(\lambda) \leftarrow (1) \text{ 波長精度}$$

$$= \left(\frac{1}{\rho_{test}(\lambda)} \cdot \frac{\partial \rho_{test}(\lambda)}{\partial \lambda} \right) \cdot \frac{\Delta \lambda}{\sqrt{3}}$$

(2) 測定対象の (分光反射率) 波長依存性
(波長あたりの変化量)

- 1) 基準波長 (低圧水銀灯など) との比較による波長ズレ (最大幅) の評価 (Type B、矩形分布)
- 2) 試料、受光器の分光特性 (波長依存性) と帯域幅を考慮した、
重心波長のズレ (最大幅) の評価 (Type B、矩形分布)



測光・放射測定でのモデル式（例3）：続き

$$f(x_1, x_2, x_3, \dots) = \rho_{test}(\lambda) = \frac{R_{ref1}(\lambda)}{R_{std}(\lambda)} \cdot \frac{R_{test}(\lambda)}{R_{ref2}(\lambda)} \cdot \rho_{std}(\lambda) \cdot k_1(\lambda) \cdot k_2(\lambda) \cdot k_3(\lambda) \cdots$$

ノイズに起因する不確かさ
(繰り返し性)

参照標準 (標準白色板など) の
校正不確かさ

補正係数の不確かさ (例: 迷光の寄与)

$$\left(\frac{1}{y} \cdot \frac{\partial f}{\partial x_i} \right) \cdot u(x_i) = \left(\frac{1}{\rho_{test}(\lambda)} \cdot \frac{\partial f}{\partial k_1(\lambda)} \right) \cdot u(k_1(\lambda)) = \frac{1}{k_1(\lambda)} \cdot u(k_1(\lambda))$$

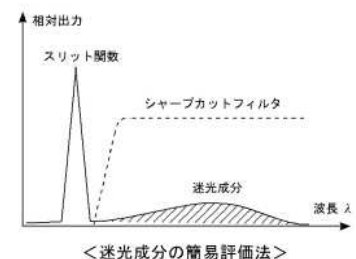
※ 迷光による相対標準不確かさの導出
(≡ 迷光による見かけ上の反射率変化を表式化)

$$\Delta \rho_{stray}(\lambda) = \left(\frac{R_{test,B}(\lambda) + \int_0^\infty R_{test,S}(\lambda) \cdot d\lambda}{R_{std,B}(\lambda) + \int_0^\infty R_{std,S}(\lambda) \cdot d\lambda} \right) - \left(\frac{R_{test,B}(\lambda)}{R_{std,B}(\lambda)} \right) = \frac{R_{test,B}(\lambda) \cdot \left(\frac{\int_0^\infty R_{test,S}(\lambda) \cdot d\lambda}{R_{test,B}(\lambda)} - \frac{\int_0^\infty R_{std,S}(\lambda) \cdot d\lambda}{R_{std,B}(\lambda)} \right)}{R_{std,B}(\lambda) \cdot \left(1 + \frac{\int_0^\infty R_{std,S}(\lambda) \cdot d\lambda}{R_{std,B}(\lambda)} \right)}$$

迷光の寄与

$$\frac{\Delta \rho_{stray}(\lambda)}{\rho_{test}(\lambda)} \approx \frac{R_{std,B}(\lambda)}{R_{test,B}(\lambda)} \cdot \Delta \rho_{stray}(\lambda) = \frac{\left(\frac{\int_0^\infty R_{test,S}(\lambda) \cdot d\lambda}{R_{test,B}(\lambda)} - \frac{\int_0^\infty R_{std,S}(\lambda) \cdot d\lambda}{R_{std,B}(\lambda)} \right)}{\left(1 + \frac{\int_0^\infty R_{std,S}(\lambda) \cdot d\lambda}{R_{std,B}(\lambda)} \right)} \Rightarrow \frac{1}{\rho_{test}(\lambda)} \cdot \frac{\Delta \rho_{stray}(\lambda)}{2\sqrt{3}}$$

(Type B、矩形分布)



標準不確かさを求めるためのアプローチ

- 測定対象物と同程度の仕様のサンプル（代表サンプル）を用いた評価データ収集
 - 対象となる不確かさ要因に起因する測定結果の最大変化幅を推定
- 不確かさ要因となるパラメータを微小変化させることによる評価
 - 感度係数（変化率）の算出
 - 校正結果、許容幅などと組み合わせることによる不確かさ算出
- ランダムな要素として読み替えられる場合は、Type A評価も一案
 - 対象とする不確かさ要因が主となる繰り返し測定での標準偏差の推定
- 異なる測定系との対比による最大変化幅の推定
- 文献値の活用（ただし、妥当性についての根拠が必要）

※測光・放射測定における不確かさ評価に関する参考文献は、（一社）日本照明工業会の「文献リスト」にとても丁寧にまとめられています。
https://jlma.or.jp/labo/sikenjo/pdf/jlma_sikenjo_futasikasa_bunken.pdf

その他の関連文献（参考）

- CIE198シリーズ(2011年以降、順次出版), Determination of Measurement Uncertainties in Photometry
- CIE x040:2014, Proceedings of CIE Expert Symposium on Measurement Uncertainties in Photometry and Radiometry for Industry
- CIE x029:2006, Proceedings of the 2nd CIE Expert Symposium on Uncertainty
- CIE x020-2001, Proceedings of the CIE Symposium "Uncertainty evaluation - Methods for analysis of uncertainties in optical radiation measurement"
- CIE第2部会で出版されるTechnical Report
- NIST SP250-95, NIST Measurement Services: Photometric Calibrations
- ほか、NIST SPシリーズ(対象測定技術ごとに、不確かさ評価に関する解説あり) (NISTのウェブサイトからDL可能)
- EMRP-ENG05-1.3.1, Project report: Determining the uncertainty associated with integrals of spectral quantities
- CORM(Council For Optical Radiation Measurements)のProceedings, プレゼン資料など
- Spectrophotometry : Accurate Measurement of Optical Properties of Materials (Experimental Methods in the Physical Sciences), Academic Press (2014).
- Blackbody Radiometry, Volume 1: Fundamentals, Springer Nature (2020).
- Optical Radiometry, Elsevier (2005).
- 国際比較(CCPR Key comparisonなど)の最終報告書 (BIPMのウェブサイトからDL可能)

【第2部】

CIEでの最近の話題

国際照明委員会 (CIE) の概要

CIE (Commission Internationale de l'Eclairage)

設立: 1913年

本部: ウィーン(オーストリア)

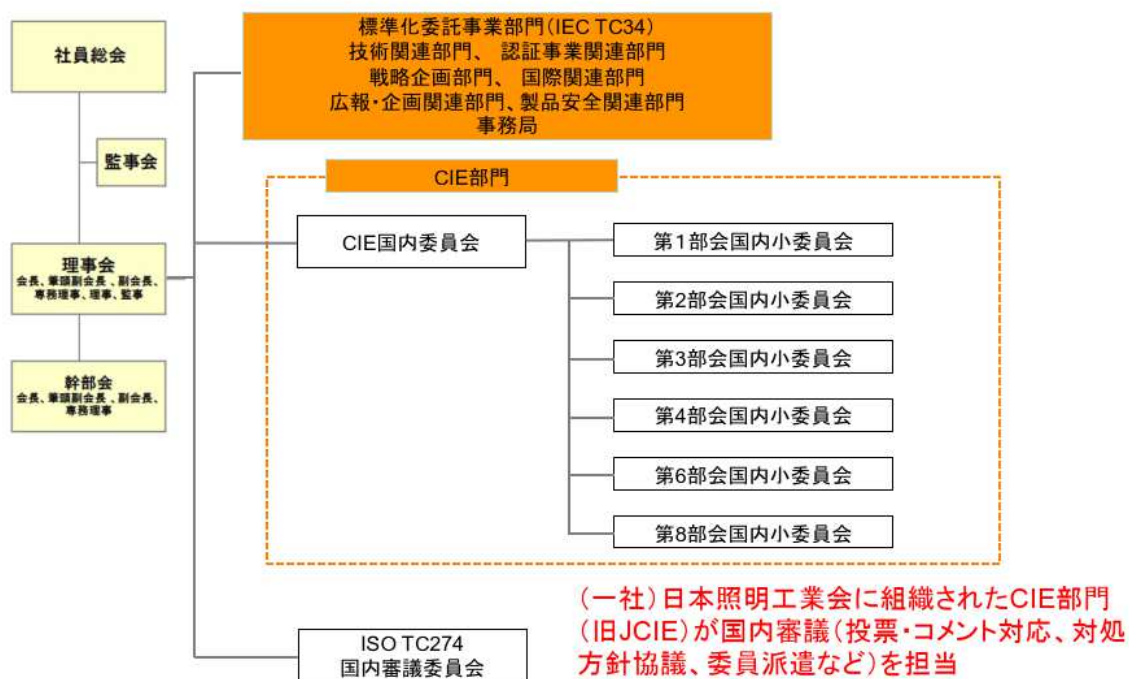
ミッション: 光(Light)と照明(Lighting)に関連する...

- 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.)や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)

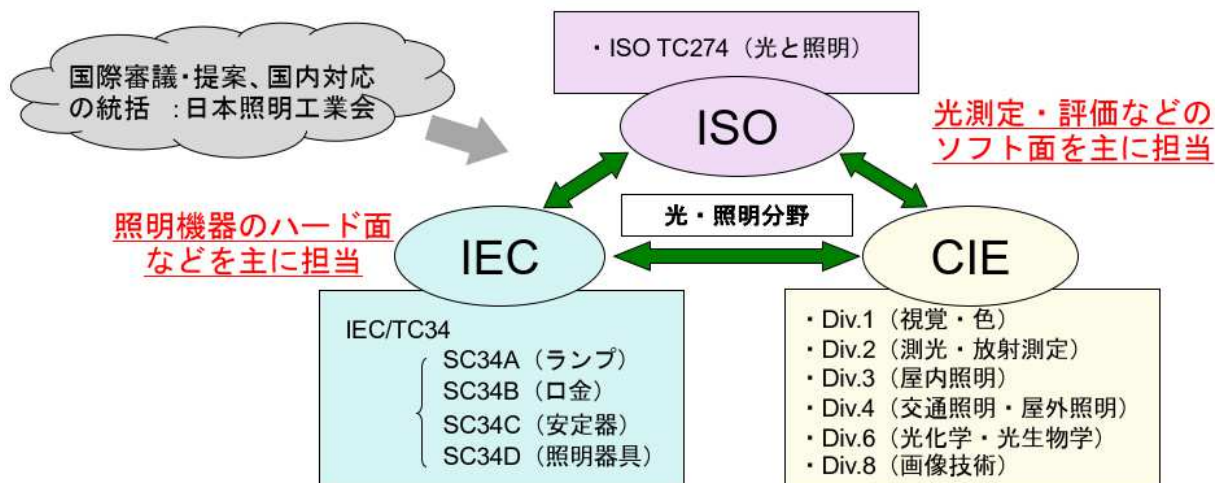
CIE活動の国内体制



日本照明工業会 資料 (抜粋) に基づき作成

CIEと国際標準化

- 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

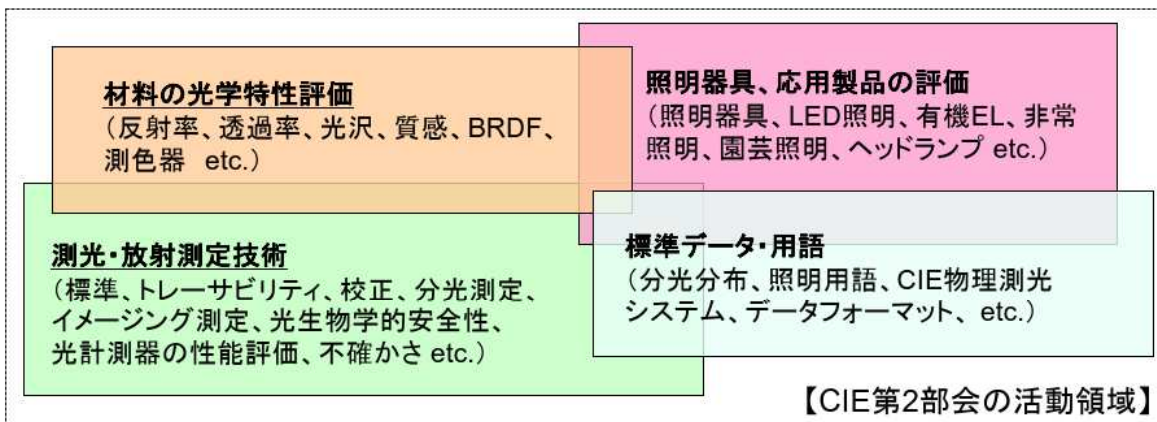


CIE第2部会について

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。



※ 2022年1月現在、20件のTC、6件のJTCおよび14件のレポーターが活動中

CIE第2部会関連技術委員会 (TC)

2022年1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)
TC2-80	光源の分光放射測定(CIE63の改訂)	R. Young (DE)
TC2-81	絶対放射測定(CIE65の改訂)	M. Smid (CZ)
TC2-82	CIE S014-2の改訂	P. Csuti (HU)
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)

CIE第2部会関連技術委員会 (TC)

2022年1月現在

No.	TC名称	委員長
TC2-90	受光器校正のためのLED参照スペクトル	T. Poikonen (FI)
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)
TC2-92	照明器具の光学データの電子フォーマットに関する標準	I. Ashdown (CA)
TC2-93	ISO/CIE23539(CIE物理測光システム)の改訂	T. Thorseth (DK)
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)
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)

不確かさに関するCIE第2部会の基本方針

- 原則としてCIE第2部会が扱う**技術報告書 (TR)**には、
原則として、**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する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**を順次出版していく
- 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

CIE198シリーズ（不確かさガイド）

- 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・事例集など
 - ・ 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を準備する方針

CIE S025（LED光源等の試験規格）

CIE S025/E:2015

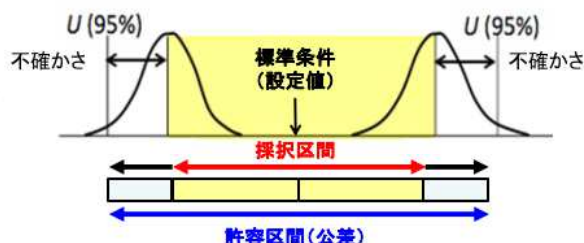
Test Method for LED Lamps, LED Luminaires and LED Modules
(LEDランプ、モジュール、照明器具の試験方法)

■ 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



測定の不確かさの報告について

■ 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
- LED照明等における不確かさ評価のガイド文書を公開文書(Technical Note)として出版する方針を確認【次ページで補足】

CIE S025を補完する不確かさガイド

■ 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)
- 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
- SSLの分野において(産業界に対して)不確かさの概念の導入は時期尚早
- 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の知見(実用的方法)が十分に揃っていない



- LED照明等における不確かさ評価のガイド文書を公開文書(Technical Note)として出版する方針を確認【継続中】



- D2 discussion meeting on MU in support of S025を開催(2021年7月)
- ガイド文書整備に向けた審議における問題点の整理
- Modular Tutorial(オンラインツール)を整備する方針を確認
- ガイド文書整備(例:CIE S025 Annex Dを例にしたStep-by-stepガイド)も検討

最近の第2部会関連CIE出版物【2019年】

- CIE TN 010:2019 Determination of the Optical Beam Axis, Centre Beam Intensity, and Beam Angle of Directional Light Sources
【ビームの開きなどに関する基本的考え方】
- CIE 235:2019 Optical Measurement of LED Modules and Light Engines
【LEDモジュール、ライトエンジンの光学特性評価】
- CIE S 025-SP1/E:2019 Test Method for OLED Luminaires and OLED Light Sources
【OLED光源・照明の試験方法(CIE S025の追補)】
- CIE x046:2019 Proceedings of the 29th Session of the CIE Washington D.C., USA, June 14 – 22, 2019 【第29回CIE大会のProceedings集】
- CIE 18.3:2019 The Basis of Physical Photometry, 3rd Edition
【CIE物理測光システム(第3版)】
- CIE 233:2019 Calibration, Characterization and Use of Array Spectroradiometers
【アレイ分光放射計の校正および特性評価方法】
- CIE 231:2019 CIE Classification System of Illuminance and Luminance Meters
【輝度計および照度計の性能クラス分け】

最近の第2部会関連CIE出版物【2020年】

- CIE 242:2020 Photometry of Curved and Flexible OLED and LED Sources
【曲面光源、フレキシブル光源に対する測光方法】
- CIE S 017/E:2020 ILV: International Lighting Vocabulary, 2nd Edition
【国際照明用語集改訂版: IEC60050-845 2nd Ed.と整合した用語を収録】
- CIE 241:2020 Recommended Reference Solar Spectra for Industrial Applications
【太陽放射の基準分光分布(計算方法、数表)】
- CIE 239:2020 Goniospectroradiometry of optical radiation sources
【ゴニオ分光放射測定】
- CIE 238:2020 Characterization of AC-Driven LEDs for SSL Applications
【AC駆動LEDの光学特性評価】
- ISO/CIE DIS 11664-2:2020 Colorimetry – Part 2: CIE standard illuminants
【CIE標準イルミナントの改訂(D50を標準イルミナントに追加): 最終投票待ち】
- CIE 237:2020 Non-Linearity of Optical Detector Systems
【光検出器の応答非直線性評価】

最近の第2部会関連CIE出版物【2021年】

- 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】

今後の第2部会関連CIE出版物(予定)

- ISO/CIE11664-2:Colorimetry — Part 2: CIE standard illuminants/ 2nd edition
【CIE標準イルミナント(改正版) ← D50をCIE標準イルミナントに追加】
- CIE TN** 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】
- CIE S*** Photometry of road illumination devices, light signalling devices and retroreflective devices for road vehicles
【道路照明、自動車用ランプ、再帰反射体の測光方法 ← CIE S025に準じた簡条構成を有する試験規格】
- CIE TR*** Spectroradiometric Measurement of Optical Radiation Sources
【光源の分光放射測定法 ← CIE63の改訂版】
- CIE TR*** LED Reference Spectrum for Photometer Calibration
【測光器の校正に用いる白色LEDの参照スペクトルに関する技術的事項】

今後予定されるTC提案など

- 2021年9月の部会会議では、具体的なTC設立提案は出されなかった。
- 以下の4件が提案準備(検討中)として紹介された。近く、Collaboration Platform(Discussion Forum)上で提案書のレビューが行われると予想される。
 - 1) 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
 - 2) Revision of CIE130(CIE130の改訂) および
 - 3) Spectrophotometryに関する不確かさ評価のガイド
 - ・ DR2-89報告(Spectrophotometryに関する出版物レビュー)に基づく提案
 - 4) TC on reference spectra for software validation(ソフトウェアの妥当性検証のための参照スペクトル)
 - ・ デジタル製品に関するタスクグループ活動に関連した提案
 - ・ Web上で提供される測光関連の計算ツールの妥当性検証などが主な対象
 - ・ DR2-90の検証内容を踏まえて提案書を準備する予定

CIE Research Strategy (研究戦略)

- 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 Research Strategyの改定に向けて

- CIE Research Strategyの改定に向け、各部会で候補テーマを検討中
- CIE第2部会で検討している候補テーマ(案):
 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第2部会関連会議の予定

- 2022年度: アテネ(ギリシア)
 - ・ 時期は秋頃を予定 (詳細未定)
 - ・ 現時点ではハイブリッド開催を想定(COVID-19の状況次第でオンラインのみとなる可能性あり)
 - ・ WorkshopはTLM(Temporal light modulation)に関するテーマを第一候補としている
- 2023年度: リュブリャナ(スロベニア)
 - ・ CIE2023(第30回CIE大会)に併設
 - ・ 開催日時: 2023年9月17日から23日(仮)
- 2024年度以降: 計画未定

2022年 1月20日
(一社) 日本照明工業会 技術部

(一社) 日本照明工業会セミナー

「測光試験所の品質システムと測定の不確かさ評価」セミナー 参加アンケート

本日はセミナーにご参加・聴講いただきありがとうございます。

今後のために、以下のアンケートにできる範囲でご記入（○印又はチェックボックス（レ））をお願いします。

1. プログラム

(1) 講演 1 : 「ISO/IEC 17025: 2017における指摘の事例紹介」

講師：土屋 年史 様

①	講義内容の難易度は適切でしたか？	難しい	やや難	適切	やや易	易しい
②	講義は、理解しやすさは？	良かった	やや良い	普通	やや 良くない	良くなかった
③	講義資料は、参考になりましたか？	なった		普通		不十分
④	その他ご意見（自由形式）					

(2) 講演 2 : 「測光・放射測定における不確かさ評価の基礎及びCIEでの最近の話題」

講師：部 洋司 様

①	講義内容の難易度は適切でしたか？	難しい	やや難	適切	やや易	易しい
②	講義は、理解しやすさは？	良かった	やや良い	普通	やや 良くない	良くなかった
③	講義資料は、参考になりましたか？	なった		普通		不十分
④	その他ご意見（自由形式）					

(3) アンケート記入、連絡事項ほか

全般のご意見・ご質問がありましたら、自由に記載ください。

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(4) 受講証明書の要否（いずれかを削除ください。 また、必要な方は、記入者欄に記載をお忘れなく。）

受講証明書が 必要です。 必要ありません。

記入者 （差支えなければ ご記入ください。）

ご所属 ： _____

ご芳名 ： _____