

## 日本照明工業会 セミナー（第16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**：2026年2月26日（木）13：30～17：00

**場所**：ZOOM（Web）+ JLMA大会議室

<https://us02web.zoom.us/j/85029134218?pwd=Q4EBPW6H5NuSa2oeSDbTq3Z5YGag4E.1>

ミーティング ID: 850 2913 4218

パスコード: 986407



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

受付開始（出席確認）		目安時刻
1.	<b>開 会</b> （概要紹介及び受講時の諸事項） 5分	13：30～
2.	<b>講 演</b>	
2.1	<b>「JNLA審査における指摘事例の紹介」</b> （講演：50分 Q&A：10分） 講師：池田直也様 （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）	13：35～
	<b>休 憩</b>	10分
2.2	<b>「測光・放射測定におけるCIEでの最近の話題」</b> 講演：40分 Q&A：10分） 講師：菊池正博様 （一般社団法人日本照明工業会 第2部会国内小委員会 幹事） （大塚電子株式会社）	14：45～
2.3	<b>「測光・放射測定分野における不確かさ評価と産総研での研究トピックス」</b> （講演：40分 Q&A：10分） 講師：丹羽一樹様 （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 総括研究主幹 兼 光放射標準研究グループ 研究グループ長）	15：45～
3.	<b>総合Q &amp; A</b>	16：35～
4.	<b>閉 会</b> （アンケート依頼・受講証明書について）	16：40

Society 5.0に対応する次世代照明

**Lighting 5.0**

**END**

nite



「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  
2026年2月26日（木）

## JNLA審査における指摘事例の紹介

独立行政法人製品評価技術基盤機構 認定センター（IAJapan）

試験認証認定課

## 本日の内容

1. JNLA審査における指摘事項の傾向
2. 不適合事項等の事例紹介

## 審査における不適合、懸念事項

### 【不適合】

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。

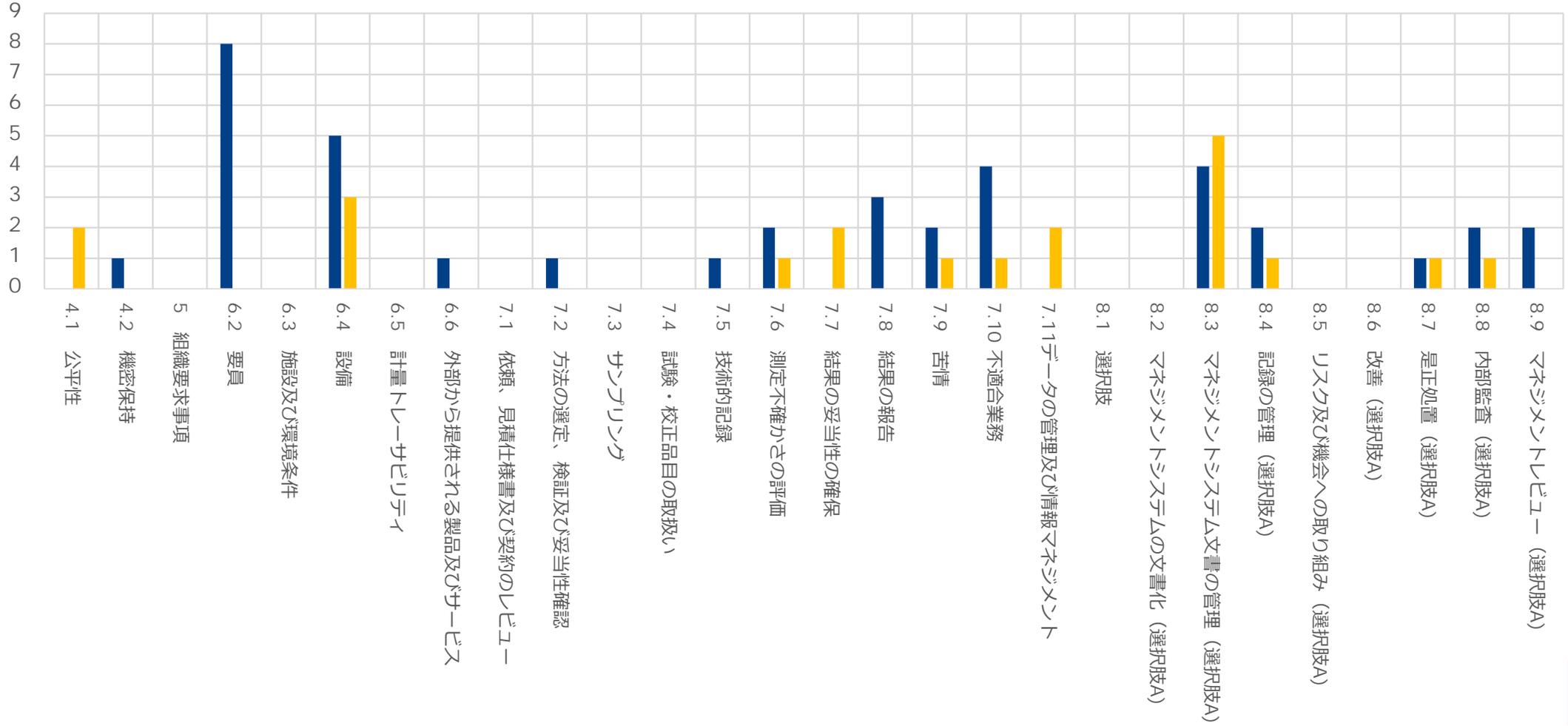
### 【懸念事項】

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  
**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。

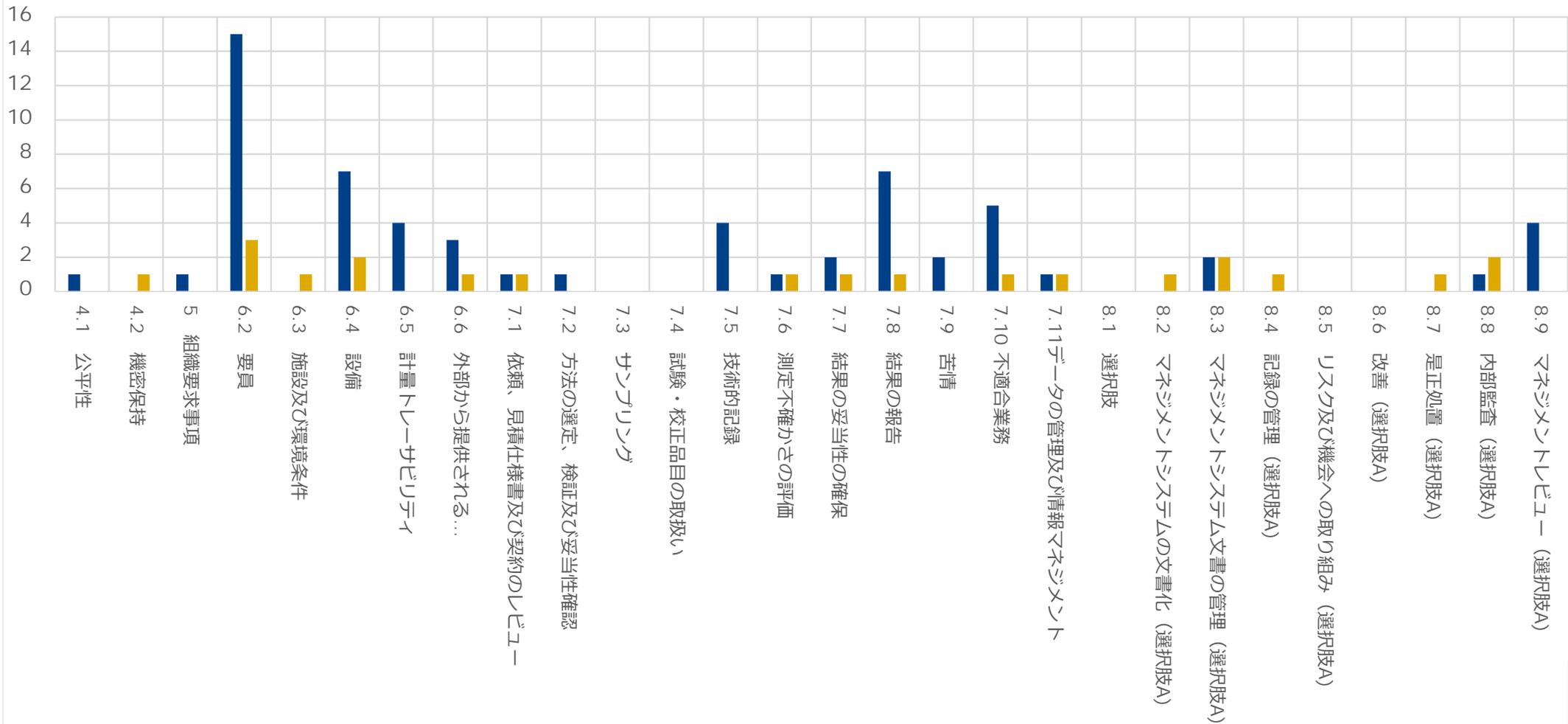
# JNLA審査における指摘事項の傾向（2025年4月～2026年1月）

不適合（青） / 懸念（オレンジ）の傾向



# JNLA審査における指摘事項の傾向（2024年度）

不適合（青）/懸念（オレンジ）の傾向



## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 4.1 公平性 >

4.1.4 ラボラトリーは、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。ラボラトリー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、ラボラトリー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。

注記 ラボラトリーの公平性に対する脅威となる関係としては、所有、統治、マネジメント、要員、共有資源、財務、契約、マーケティング（ブランド設定を含む。）、及び新規顧客の紹介に関わる売上手数料の支払い又はその他の誘引条件に基づくものが挙げられる。

・“リスク管理一覧表”に掲げられている公平性に対するリスクの要因が外部からの圧力に偏っており、利害関係、自己のレビュー、肩入れ、過度な親密さ、競合関係など、圧力以外の事項から生じ得るリスクの特定及び排除又は最小化の実証が十分ではないことが懸念される。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 4.2 機密保持 >

4.2.1 ラボラトリーは、法的に強制力のあるコミットメントによって、ラボラトリー活動を実行する過程で得られた又は作成された全ての情報の管理について責任をもちなければならない。ラボラトリーは、公開対象にしようとしている情報を、事前に顧客に通知しなければならない。

顧客が公開している情報、又はラボラトリーと顧客とが合意している場合（例えば、苦情への対応の目的のため）を除き、その他全ての情報は占有情報とみなし、機密としなければならない。

- ・試験依頼書に預かった情報を機密として取り扱うことを明記するよう「○○規程」で定めていたが、確認した依頼書（受付番号XXX1、XXX2）にその旨が記載されていなかった。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 6.2 要員 >

6.2.2 ラボラトリーは、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、**ラボラトリー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。

・内部監査員のA氏とB氏は「〇〇規程」に定めた力量要求事項と異なる基準により資格付与されている。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 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**。

#### e) **要員への権限付与**

- ・教育訓練規程において、内部監査員は「〇〇チェックシート」による力量確認を経て資格付与されることになっているが、資格付与された内部監査員2名について、必要な教育訓練が実施されていたものの、同チェックシートが作成されていなかった。
- ・新規資格者について教育訓練、試験実施能力を評価しているが、試験従事者として権限付与をした記録がなかった。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 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**。

#### f) **要員の力量の監視**

- 管理要員(品質・技術)の力量の監視について**手順**が取り決められていない。
- 要員(試験要員、管理要員、内部監査員)の力量監視の手順が、「〇〇規程」に記載されているが、力量監視の**実施及び記録**がない。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 6.3 施設及び環境条件 >

6.3.3 ラボラトリーは該当する仕様書、方法若しくは手順書に従い、又は環境条件が結果の妥当性に影響を及ぼす場合には、**環境条件を監視し**、制御し、記録しなければならない。

- 標準養生水槽は2箇所設けられおり、1箇所では温度計により温度を記録しているが、各水槽において、水槽の場所及び高さによって温度が  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  に維持されているか**懸念される**。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 6.4 設備 >

6.4.3 ラボラトリーは、設備が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、使用及び計画的保守の手順**をもたなければならない。

・標準養生水槽の温度について、標準養生水槽内の場所（位置）、高さ等によって温度が $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ の範囲に入っていることを確認する**手順**及び記録がなかった。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 6.4 設備 >

6.4.5 測定に使用される設備は、妥当な結果を得るために必要な測定の精確さ及び／又は測定不確かさを達成する能力をもたなければならない。

・ JIS C 7801及びJIS C 8105-5では光源の点灯に用いる交流安定化電源の性能として、電圧変動 $\pm 0.2\%$  ( $\pm 0.5\%$ )、周波数変動 $\pm 0.2\%$ 、ひずみ率 3%以下と規定しているが、年1回の定期点検では電圧変動しか確認しておらず、設備導入時(〇〇年以上前)に周波数変動及びひずみ率を確認して以来、これらの項目について確認を実施していないので、JISで規定している管理幅から逸脱している**懸念がある**。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 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**。

- ・ ○○試験装置に不具合が生じた際に、過去の試験結果に影響がないことを判断していたものの不適合業務を実施していなかった。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 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。

- YY年MM月に〇〇機器を更新し運用を開始しているが、「設備管理規程」に定められている「設備管理台帳」が作成されていない。
- 圧縮試験機、ノギス等の試験設備管を行う管理台帳で、受入基準の記載がなかった。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 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。  
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。**

- ・外部校正を適切な校正機関でおこなっていたが、その校正機関の評価が行われず、登録もされていなかった。
- ・外部提供者の再評価に関する基準及び記録がない。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 7.2 方法の選定、検証及び妥当性確認 >

7.2.1.1 ラボラトリーは、全てのラボラトリー活動に関して**適切な方法及び手順を用いなければならない**、また、適切な場合、測定不確かさの評価及びデータ分析のための統計的手法に関するも同様である。

- ・ ○○試験において測定開始点から測定終了点までを測定すべきところ、立会試験で試験片端部から測定終了点までを測定して、試験片端部から測定開始点までの距離を差し引いて算出していた。○○試験手順書も差し引いて算出する手順となっていた。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 7.5 技術的記録 >

7.5.2 ラボラトリーは、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。**

- ・修正を行った技術的記録に対して改訂の履歴がなく、変更者、変更内容及び変更理由が追跡できない。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 7.6 測定不確かさの評価 >

7.6.1 ラボラトリーは、**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。

- ・測定不確かさを算出する場合において、試験要員間の影響が考慮されていない。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 7.8 結果の報告 >

7.8.1.1 結果は、開示する前に、**レビューされ、承認されなければならない。**

- ・結果のレビューが観測原本の計算結果の適切性の確認のみとなっており、試験報告書の記載事項についてレビュー及び承認がされていない。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 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。

d) 全ての構成要素が完全な報告書の一部であることが分かる固有の識別、及び報告書の**終わりを示す明瞭な識別**

・発行された試験証明書に「証明書の終わりを示す識別」の記載がなく、証明書発行に関する手順書である「XX手順書」にも上記の項目を記載する手順が定められていなかった。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 7.8 結果の報告 >

7.8.8.1 発行済みの報告書を変更、修正又は再発行する必要がある場合は、いかなる**情報の変更も明確に識別**し、適切な場合、**変更の理由**を報告書に含めなければならない。

- ・試験報告書が再発行されているが、その試験報告書に変更箇所の識別及び理由が記載されていない。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 7.9 苦情 >

7.9.2 苦情処理プロセスの記述は、いかなる利害関係者にも、要請に応じて入手可能にしなければならない。苦情を受領した時点で、ラボラトリーは、その苦情が、自らが責任をもつラボラトリー活動に関係するかどうかを確認し、関係があれば**その苦情を処理しなければならない**。ラボラトリーは、苦情処理プロセスの全ての階層において、全ての決定について責任をもたなければならない。

- ・試験報告書に対して顧客から不備を指摘され、試験報告書を再発行したが、苦情処理が実施されていない。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 7.9 苦情 >

7.9.6 苦情申立者に伝達される結果は、**問題となっている元のラボラトリ活動に関与していなかった者が作成するか、又はレビューし承認しなければならない。**

注記 これは、外部の要員によって実施することができる。

・発生した苦情について、問題となっている元のラボラトリ活動に関与していなかった者が作成するか、又はレビューし承認されていることの記録がされていなかった。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 7.10 不適合業務 >

7.10.1 ラボラトリーは、その**ラボラトリー活動の何らかの業務の側面、又はその結果が**、ラボラトリー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。

- ・ 不適合業務の処置手順が試験手順又は試験結果に不適合がある場合のみを想定した構成になっており、苦情やマネジメントシステムの運用等で発見した不適合業務が対象となっていない。
- ・ 前回審査以降に不適合業務の実績は無かったが、マネジメントシステムで発生する不適合の処理手順が不明確であり、実際に不適合業務が発生した際に適切な処理が行われないことが**懸念される**。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 7.11 データの管理及び情報マネジメント >

7.11.2 データの収集、処理、記録、報告、保管又は検索に使用されるラボラトリ情報マネジメントシステムは、導入の前に、ラボラトリによって、ラボラトリ情報マネジメントシステム内のインタフェースが適正に機能していることを含め、機能性の妥当性を確認しなければならない。ラボラトリ情報マネジメントシステムは、ラボラトリによるソフトウェアの設定変更又は市販の既製ソフトウェアの変更を含め、**変更が行われる場合には、使用前に承認し、文書化し、妥当性を確認しなければならない。**

- ・「○○検査システム」の管理を、XX管理課で行っていますが、試験所として、変更が行われる場合の使用前の承認、文書化、妥当性確認が行われていることが明確ではありません。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 7.11 データの管理及び情報マネジメント >

7.11.3 ラボラトリ情報マネジメントシステムは、次の事項を満たさなければならない。

- b) **不正な書き換え及び損失から防護されている。**
- d) **データ及び情報の完全性を確実にする方法で維持されている。**

・コントロール文書（紙）の元となるWordファイルを共有フォルダに保存し、閲覧にも利用されているため、意図せぬ書き換えが**発生する恐れがある。**

・電子媒体のマネジメントシステム文書及び記録のオリジナルファイルは、NASに保存されているが、保護がなされておらず、完全性が確保できない**懸念がある。**

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 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) 文書の発行に先立って、**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。**
- c) 文書の変更及び**最新の改訂の状況が識別される。**

・文書管理台帳を用いて文書の変更状況及び最新の改訂状況を識別することとしているが、これらの状況を確認できる記録となっていない。

・規程や手順書等の改正に際して、文書管理規程で規定された承認者と異なる者により承認が行われていた。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 8.4 記録の管理 >

8.4.2 ラボラトリーは、記録の識別、保管、保護、バックアップ、アーカイブ、検索、**保持期間及び廃棄のために必要な管理を実施しなければならない**。ラボラトリーは、契約上の義務に準じた期間にわたって記録を保持しなければならない。これらの記録へのアクセスは、機密保持のコミットメントに準じなければならない。また、記録は直ちに利用できなければならない。

- ・ 管理対象の記録である「〇〇誓約書」の保存期間が定められていない。
- ・ 文書記録管理規程では、記録の廃棄日を記録廃棄管理表に記録することとしているが、誓約書や資格認定記録などの廃棄日が記録されていなかった。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 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。
- c) **必要な処置を実施する。**

・〇〇規程では、是正処置を実施する不適合の根本原因の分析をXX会議で実施することとしているが、内部監査で発見された是正処置を実施する不適合の原因分析が、手順どおり実施されていなかった。

・〇〇月〇日に発生した苦情である試験値の記載誤りに対する是正処置報告書に、内部監査により処置の確認を行う旨記載があったが、内部監査で対応を行っていなかった。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 8.8 内部監査 >

8.8.2 ラボラトリーは、次の事項を行わなければならない。

- b) 各監査について、**監査基準及び監査範囲を定める**
- d) **遅滞なく、適切な修正及び是正処置を実施する。**

・内部監査のチェックリストにおいて、ISO/IEC17025:2017 の項目が一部抜けており、適切な監査が行われないことが**懸念される**。

・内部監査で確認された不適合2件に対して文書改正で対応する是正がX月XX日に記録されていたが、審査時点で文書改正が行われておらず、計画されていないため、内部監査の適切な修正及び是正処置が実施されているか**懸念される**。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < 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する**全ての決定及び処置を記録しなければならない。**

- ・ マネジメントレビューのアウトプットとして、ISO/IEC17025 : 2017 8.9.3 a)~d)の決定及び処置に該当する記録が残されていない。

## 2. 不適合事項の事例紹介

### < JNLA登録の一般要求事項 >

1.3.1登録試験事業者は、登録証の発行後に IAJapan から提供される標章の清刷（IAJapan が保有する画像データの原本の複製）を**適切に管理**し、清刷を元に標章を複製（サイズの変更は可能、比率の変更は不可）しなければならない。

- ・ IAJapanから提供されたJNLA標章の清刷が管理されていない。

**ご清聴ありがとうございました。**  
今後もよろしくお願ひします。

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

2026年度測光及び不確かさセミナー

菊池正博

CIE 第2部会国内小委員会 幹事

大塚電子株式会社

新技術開発部

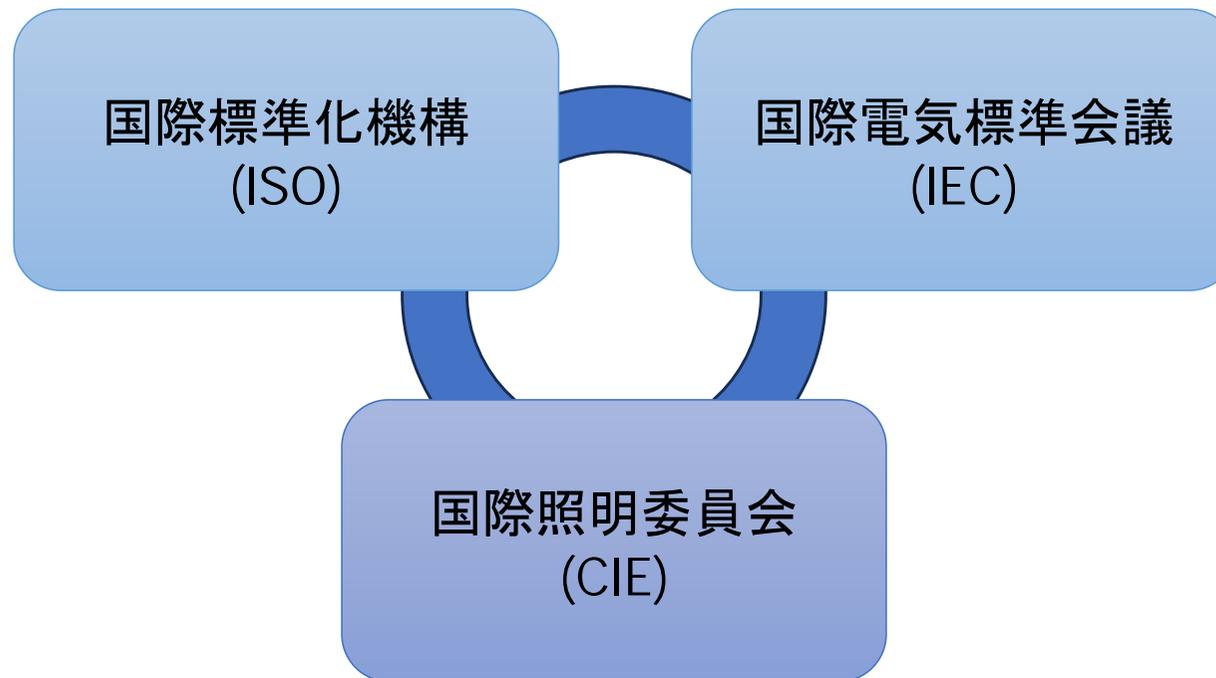
2026/3/7

# 内容

- 国際照明委員会(CIE)について
- 国際照明委員会(CIE)の部会について
- 第2部会の概要について
- 第2部会関連の最近の出版物
- トピックス①
  - TC2-96 ISO/CIE 19476(照度計および輝度計の性能記述)の改訂
- トピックス②
  - TC2-97 CIE S025(LED照明の試験方法)の改訂
- トピックス③
  - RF-05 測光および測色への、CIE 2006錐体分光感度 の適用
- トピックス④
  - その他の議論

# 国際照明委員会(CIE)について

- 国際標準化に関する組織



# メートル条約における組織について

## メートル条約における機関の組織

国際度量衡総会(CGPM)

メートル条約組織の最高機関  
4年ごとに開催される

国際度量衡委員会(CIPM)

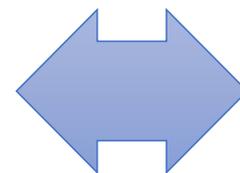
決定事項に関する代執行機関  
異なる国から18名で構成されている

測光・放射測定諮問委員会(CCPR)

国際度量衡委員会の下部組織の1つ  
光度の単位:カンデラ(cd)制定や、国際比較などを通じて、光度・光束・分布温度等の測光量の国際同等性の確保を行ってきた

国際照明委員会(CIE)

関連する国際機関の1つとして存在する



# 国際照明委員会(CIE)について

- 国際照明委員会(CIE)とは
  - 光と照明、色と視覚、光生物学と画像技術の科学と芸術に関連するすべての問題に関して、議論を行い、国際標準化を行う非営利団体



CIEのWebページより <https://cie.co.at/>

# 国際照明委員会(CIE)について

- 活動目的
  - 国際および国内規格の原則、手順に関するガイダンスを提供
  - 学術研究や技術的な知見を共有するためのフォーラムを提供
    - 定期的に国際会議やワークショップを開催し、最新の研究成果や業界のトレンドについて議論
  - 規格や出版物の作成と発行
    - 技術文書やガイドライン、報告書を発行
  - 他の国際機関との連絡と技術的相互作用を維持すること
  - 技術委員会の活動
    - CIE内には複数の技術委員会があり、それぞれのテーマについて、深く研究し、議論を重ねる

# 国際照明委員会(CIE)について

- 光と照明の対象分野について
  - 視覚、測光、測色などの基本的なテーマ
  - 紫外線、スペクトルの可視領域およびIR領域上の自然および人工放射線
  - 環境および美的効果を含む屋内外の光のすべての使用をカバーするアプリケーション
  - 光と放射線の生成および制御のための手段
- 1999年以降、すべての種類のアナログおよびデジタル画像デバイス、記憶媒体、画像メディア
- 画像メディアを使用した画像の通信、処理、再生の光学的、視覚的、計測的内容も含まれている

# 国際照明委員会(CIE)の部会について

視覚と色

第1部会



光と放射の  
物理測定

第2部会



屋内環境と  
照明設計

第3部会



交通と屋外  
照明

第4部会



光生物学と  
光化学

第6部会



画像技術

第8部会



## 第2部会 光と放射の物理測定 概要

- **Terms of Reference**

- 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調査すると共に、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調査する。

- 現在活動中のTCの数: 26

- 主な出版物

- ISO/CIE 23539:2023 Photometry – The CIE system of physical photometry
- CIE 127:2007 LEDの測定
- CIE S 025 / E:2015LEDランプ、LED照明器具、LEDモジュールの試験方法
- CIE 121-1996 照明器具の測光およびゴニオフォトメトリー
- CIE 084-1989光束の測定
- CIE 063-1984 光源の分光放射測定

## 第2部会関連の最近の出版物

### 原案作成した主な規格類

- 光-CIE物理測光システム

ISO 23539:2023(E) Photometry - the CIE system of physical photometry

- 照度計および輝度計の性能記述

ISO/CIE 19476:2014 Characterization of the Performance of Illuminance Meters and Luminance Meters

- LEDランプ, モジュールおよび照明器具の試験方法

CIE S 025/E:2015 Test Method for LED Lamps, LED Luminaires and LED Modules

CIE S 025-SP1/E:2019 Test Method for OLED Luminaires and OLED Light Sources

- 自動車用ランプ等の測光方法

CIE S 027:2024 Photometry of road illumination devices, light-signalling devices and retroreflective devices for road vehicles

## 第2部会関連の最近の出版物

---

### CIE技術報告書(Technical Report :TR)

- 測光用の参照分光分布(CIE L41)

CIE 251:2023 LED Reference Spectrum for Photometer Calibration

- 光源の分光放射測定(CIE63の改訂)

CIE 250:2022 Spectroradiometric measurement of optical radiation sources

# トピックス①

## TC2-96 ISO/CIE 19476 (照度計および輝度計の性能記述)の改訂

- 活動目標
  - LED光源の普及に伴うスペクトル多様化への対応
  - 2019年に実施されたSystematic Reviewの結果を考慮した改訂
  - 電球自体が国内外において、入手困難になっており、そのなかで照度計、輝度計の電球を主体とした評価を見直す
- 検討内容
  - $V(\lambda)$ からの外れ  $f_1'$  の見直しが必要かどうかについて
  - 受光器の校正用光源としてCIE L41の追加を検討
  - 紫外応答、赤外応答指標の導出方法
  - 応答非直線性、変調光特性の評価方法
  - 追加項目の要否について
- 現在の文書審議状況
  - 2025/7に最新の文書が提示

# 受光器の校正用光源としてCIE L41の追加

校正用光源として、従来はA光源から計算

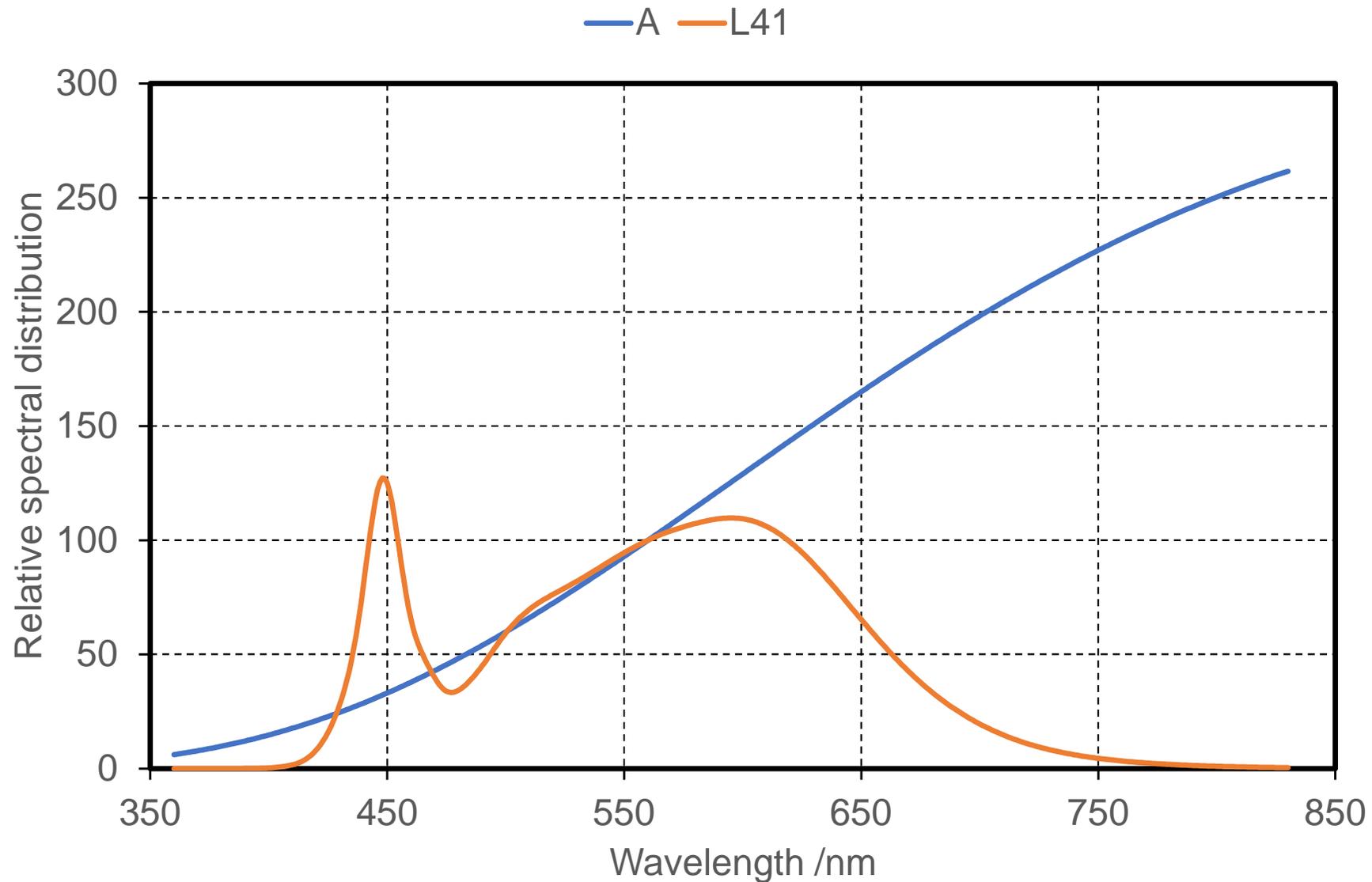


今後はCIE L41のようなLED光源も考えられる

## CIE L41光源とは

- 相関色温度4103 K
- 実際のタイプの異なる1 500種類のLEDの分光分布と100以上のフィルター測光器の相対分光感度との異色測光誤差の解析から選択された
- 紫外放射と赤外放射がない
- 校正の目的だけに使用する

# CIE標準イルミネラントAとCIE参照スペクトルL41



# CIE L41光源基準となると

## 以下のことが考えられる

- $f_1'$  を見直さないといけないのではないか
- 受光器基準とするなら中間光源としてCIE L41をつかうことになる
- 受光器側の分光応答度をつかって色補正係数を算出しないといけない
- A光源に対する平均的なずれを表す指標をLED基準にしているのか
- CIE L41を忠実に再現できるLEDがあるのかどうか

# その他の議論されている内容

- UV領域の応答について
  - UV応答指標の定義を検討
  - UV-LEDを用いた評価方法を検討
- IR領域の応答について
  - 近赤外領域の感度について検討
  - 測定誤差要因の議論
- 変調光の応答について
  - PWM光に対する指示値の周波数依存を議論
  - 周波数特性の評価方法を検討
- 測定限界
  - 検出限界の指標を議論

## トピックス②

# TC2-97 CIE S025(LED照明の試験方法)の改訂

- 活動目標
  - CIE S025:2015および追補(CIE S025-SP1:2019)の改訂
- 検討内容
  - 測定の不確かさに関する付属書の改訂(不確かさ例、モンテカルロ法に基づく評価の追加など)
  - 電気パラメータの測定方法に関する見直し
  - 配光測定に関する要求事項の見直し
  - Near field ゴニオメータと一般的な配光測定装置の同等性の検証
  - CIE S025:2015とCIE S025-SP1:2019の統合
- 現在の文書審議状況
  - WD審議中

# 主な内容

- 測定の不確かさに関する付属書の改訂
  - 不確かさのTRがいくつか出ているため追加する
- 対象はLED,OLED,照明全般となる
- 配光測定に関する要求事項の見直し
  - 測定対象物の点灯姿勢は実際に使用する姿勢になっている
  - 点灯姿勢がかわっても、不確かさに含めてもいいのではないか
  - 測定方法もTypeA~Cどの方法でもいいのではないか
- Near field ゴニオメータと一般的な配光測定装置の同等性の検証
  - 配光プロファイルの同等性および全光束値の同等性
  - ニアフィールドに関しては、TCが別にあり、その結果を盛り込む可能性がある

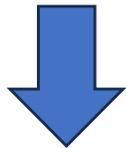
## トピックス③

# RF-05 測光および測色への、 CIE 2006錐体分光感度 の適用

- 目的
  - 現行の測光・測色の体系を、錐体分光感度に基づく分光視感効率および等色関数で置換える、または追加することに対する議論
- 検討内容
  - 分光視感効率関数を置き換える可能性について
  - 従来からの体系からの変更に伴う様々な影響

# 分光視感効率関数を置き換える可能性について

分光視感効率関数 $V(\lambda)$ および等色関数



・今まで約100年運用されてきた

CIE2006錐体分光感度(CIE170-1, CIE170-2)に基づく関数 $V_F(\lambda)$

- ・ CIE170-1 視覚的な色の知覚を年齢や視角の関数としてモデル化
- ・ CIE170-2 異なる条件下での色の一致をより正確に行うための方法

## ・メリット

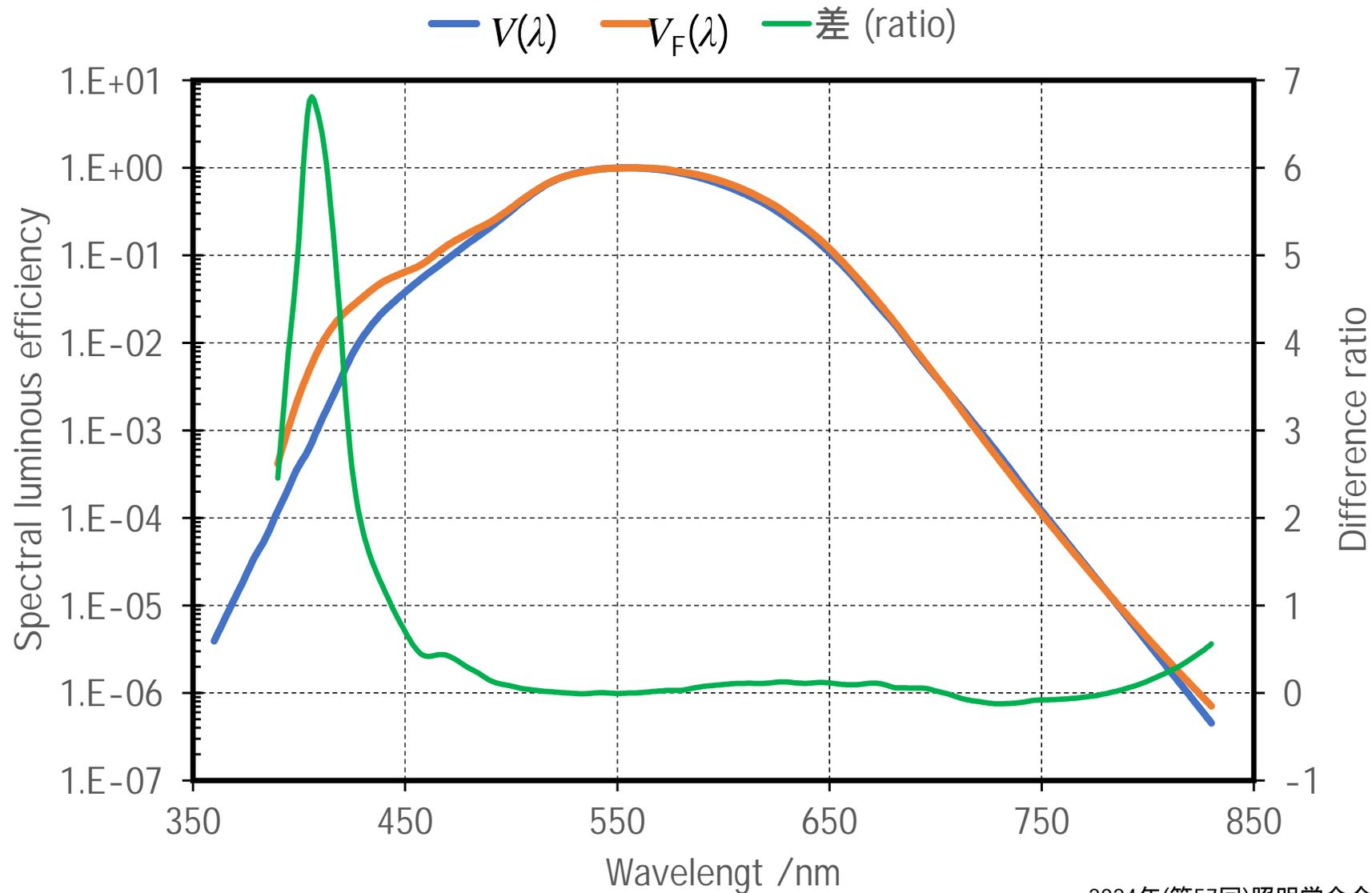
- ・生理学に基づき、錐体の分光感度を考慮した色の表現を可能
- ・個別の視覚特性を反映することができるため、より正確な評価が可能

## ・デメリット

- ・従来の測定値との不連続性
- ・測定器の要求仕様(製品仕様)の変更

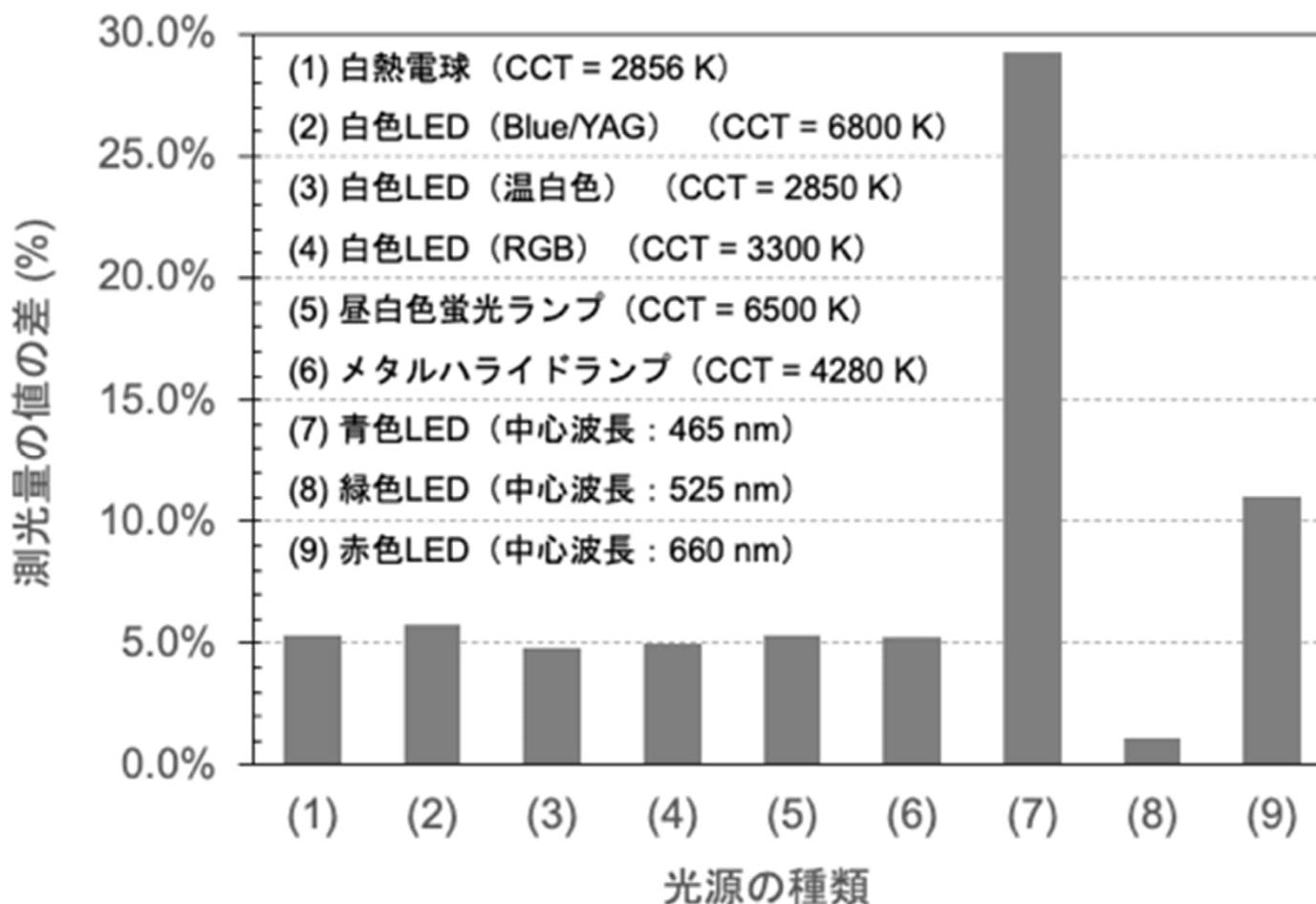
# 従来の測定値との不連続性

従来の分光視感効率関数 $V(\lambda)$ と錐体分光感度に基づく関数 $V_F(\lambda)$ の比較



2024年(第57回)照明学会全国大会資料より

# 置き換えに伴う測光量の値の差



- ・全体的に5%程度差が出ている
- ・単色のLED、特に青色に関しては非常に影響が大きい

# 測定器の要求仕様(製品仕様)の変更

主に照度計への影響が考えられる

- 分光視感効率関数が置き換わるため、標準比視感度からの外れを示す相対分光応答度特性( $f_1'$ )の値に差が生じてしまう
- 使用している視感度フィルターの仕様を変更しないといけない可能性がある
- 現在、精密級、AA級、A級と性能によりクラス分けがあるが、クラス分けに影響する可能性がある

# CIEとしての活動状況

- 2023年7月：設立
- 2023年9月：CIE2023大会（スロベニア）でワークショップ開催
- 2024年6月：測光放射測定諮問委員会（CCPR）との合同ワークショップ（ $V(\lambda)$ 100周年）を開催
  - 錐体分光感度の基本に基づく光度測定
  - 将来の方向性
  - 日本からは分光視感効率関数の置き換えに伴う、測光量および測光機器の性能評価について発表
- 2025年7月：CIEとBIPMが協力協定を更新（2007年に署名した版の改訂）
  - 国際的な測定一貫性の維持とデジタル時代に対応した計量システムの構築

## トピックス④

### その他の議論

- 演算結果を出力する測定器の特性評価と校正に関する検討
- 内容
  - 小型センサーや個人用線量計に代表される、演算処理された測定結果のみを出力する計測器に対する信頼性評価について
- 検討内容
  - このような機器は、生データを得ることが困難であり、不確かさ評価のアプローチが不明確
  - トレーサビリティを確保するための手順も明確ではない
  - 機械学習アプローチを伴った計測器に対しても課題となる
  - 今後議論を深めるためリサーチフォーラム(RF)の設立提案の可能性がある

# まとめ

- 国際照明委員会(CIE)について
- 第2部会の概要と最近の出版物
- トピックス①
  - TC2-96 ISO/CIE 19476(照度計および輝度計の性能記述)の改訂
  - CIE L41の追加について
- トピックス②
  - TC2-97 CIE S025(LED照明の試験方法)の改訂
- トピックス③
  - RF-05 測光および測色への、CIE 2006錐体分光感度 の適用
  - 分光視感効率関数を置き換える可能性について
- トピックス④
  - その他の議論

---

# ご清聴ありがとうございました

# 測光・放射測定分野における不確かさ評価と 産総研での研究トピックス

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)  
丹羽一樹

# 本日の講演内容

## Part.1 測光・放射測定分野における不確かさ評価

- 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

## Part.2 産総研における測光・放射測定に関する研究トピックスの紹介

## Part.1

# 測光・放射測定分野における不確かさ評価

## ① 不確かさ評価に関する基本事項

# 不確かさと誤差

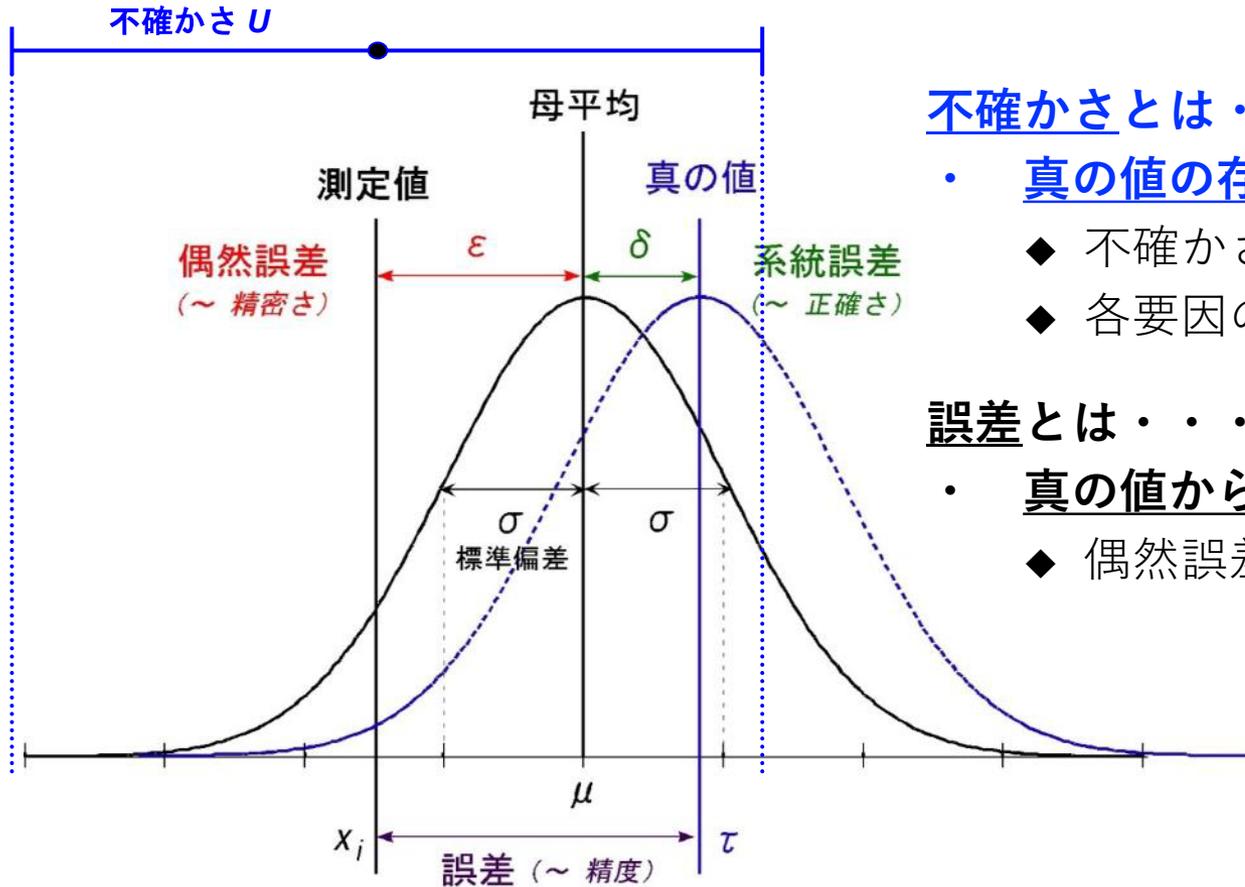
## 射撃の例



Wikipediaより

- **的の中心を外す要因**
  - ◆ 射手の技能的要因（手の震えなど）  
～精度～偶然誤差 ⇒ 回数で評価（標準偏差）
  - ◆ 技能以外の要因（照準からのずれ、風など）  
～正確度～系統誤差 ⇒ 的の中心からのずれ
  - ◆ 上記2要因  
誤差 = 偶然誤差 + 系統誤差
- **計測は見えない的の中心（真の値）を探す行為**
  - ◆ 測定精度（偶然誤差）は標準偏差で求められる
  - ◆ 正確度（系統誤差）は推測するしかない  
⇒ 真の値は存在範囲として推測するしかない
- **不確かさ = 真の値の存在予想範囲**
  - ◆ 不確かさは真の値を予想する確率分布
  - ◆ 一つ一つの不確かさ要因の確率分布の合成

# 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

## 誤差とは・・・

- ・ 真の値からの外れ
  - ◆ 偶然誤差 + 系統誤差

# 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 【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

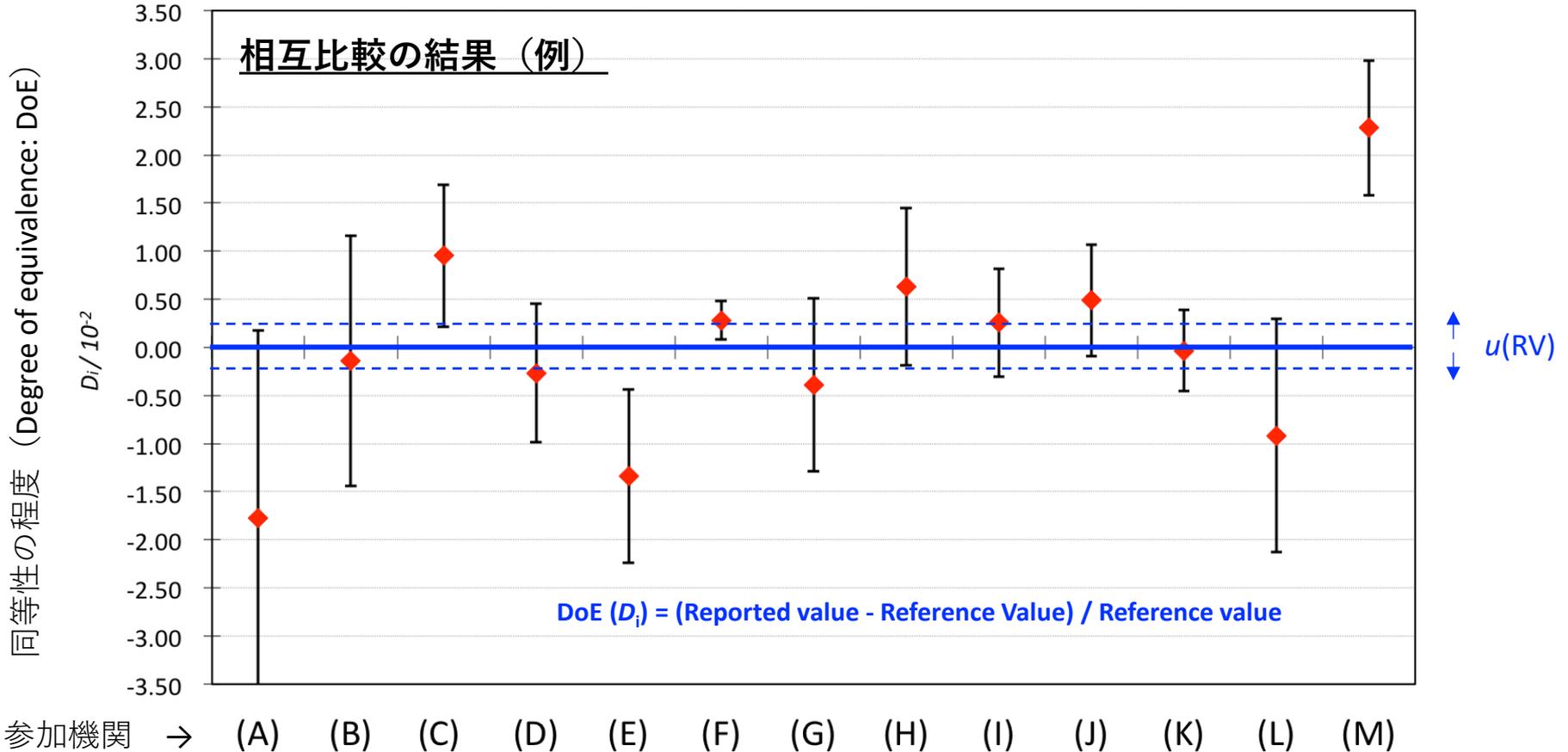
- 不確かさの報告を必須要件とする国際規格もある
- 適合性評価への不確かさの概念の取り込みを推奨する国際的な動きあり

## ● 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

# 相互比較における不確かさの利用

Degrees of equivalence:  $D_i$  and expanded uncertainty  $U_i (k=2)$



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

# 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

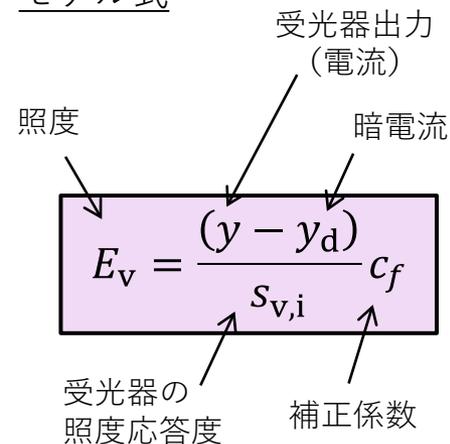
## 不確かさバジェット

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	$1.819 \times 10^{-6}$	$2.42 \times 10^{-10}$	A	A	$9.88 \times 10^7$	0.024
$y_d$	Photometer dark signal	$-5.0 \times 10^{-10}$	$6.10 \times 10^{-12}$	A	A	$-9.88 \times 10^7$	-0.001
$s_{v,i}$	Illuminance responsivity	$1.0118 \times 10^{-8}$	$1.88 \times 10^{-11}$	A/lx	B	$-1.78 \times 10^{10}$	-0.334
$c_f$	Correction factor	1.000	$7.90 \times 10^{-4}$		B	179.8	0.142
$E_v$	NIST illuminance unit	<b>179.83</b>		<b>lx</b>			<b>0.364</b>
<b>Relative expanded uncertainty for NIST illuminance unit (<math>k = 2</math>)</b>							<b>0.41 %</b>

モデル式



NIST SP250-95から抜粋

# 不確かさ評価で困ること

- 計測における不確かさの表現のガイド (**Guide to the Expression of Uncertainty in Masurement, ISO/IEC Guide 98-3:2008**)
  - 総論中心であり、具体的な不確かさ評価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構築が求められるが、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 - 導入 -

GUMで言う「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。

●不確かさの合成の例（互いに相関がない場合）

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

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：

- ・ どういう測定を行なっているか？
- ・ 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と測定への寄与

# 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：温度変動の影響）
  - 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）
- 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 等）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・方法が存在しうる ← 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

# モデル式を構築するためのモジュール(例)

ランプ電流の測定 (シャント抵抗の端子電圧の測定)

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{オームの法則}$$

不確かさの伝搬式

$$\begin{aligned} u^2(I) &= \left(\frac{\partial I}{\partial V}\right)^2 u^2(V) + \left(\frac{\partial I}{\partial R}\right)^2 u^2(R) \\ &= \left(\frac{1}{R}\right)^2 u^2(V) + \left(-\frac{V}{R^2}\right)^2 u^2(R) \end{aligned}$$

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

# モデル式を構築するためのモジュール(例)

## ランプ電流の測定 (シャント抵抗の端子電圧の測定)

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

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.)

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

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

抵抗の校正値 (points to  $R_0$ )  
 温度係数 (points to  $\alpha_R$ )  
 駆動時間 (points to  $t_R$ )  
 経年変化 (変化率) (points to  $\gamma_R$ )  
 校正後の経過期間 (points to  $\Delta t_R$ )  
 周囲温度の変化 (points to  $\Delta T_{a,R}$ )  
 自己加熱による温度変化 (points to  $\Delta T_{h,R}$ )  
 時定数 (points to  $\tau_R$ )

## Part.1

# 測光・放射測定分野における不確かさ評価

## ② 測光・放射測定での不確かさ評価例

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、以下のリストをご参照ください

[https://jlma.or.jp/lab/sikenjo/pdf/jlma\\_sikenjo\\_futasikasa\\_bunken.pdf](https://jlma.or.jp/lab/sikenjo/pdf/jlma_sikenjo_futasikasa_bunken.pdf)

# 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
- **電氣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）
- **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/E:2015 Annex D (抜粋)

表 D.1 - 不確かさのバジレットの例

[球形光束計測 ( $V(\lambda)$ 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

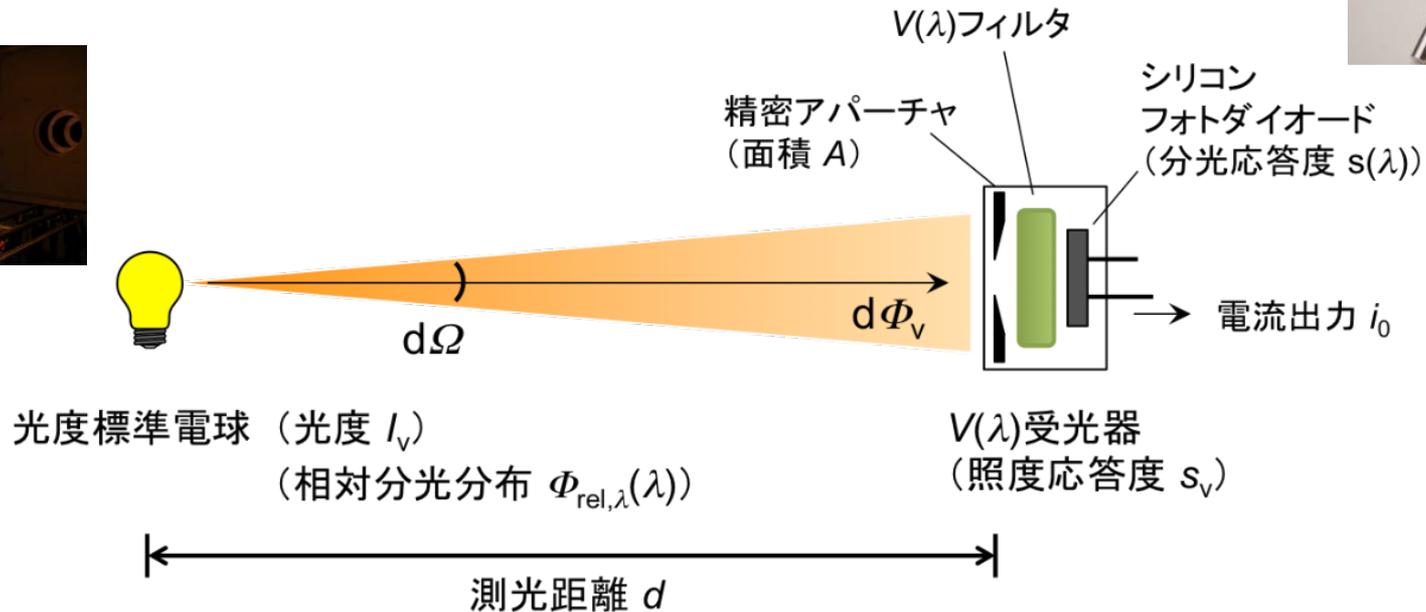
【CIE S025 Annex Dから抜粋】

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 <sup>a</sup>		RGB-type <sup>b</sup>	
	Broad <sup>c</sup>	Narrow <sup>d</sup>	Broad <sup>c</sup>	Narrow <sup>d</sup>
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) <sup>e</sup>	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 %
<b>Total expanded uncertainty (<math>k=2</math>)</b>	<b>4,9 %</b>	<b>5,7 %</b>	<b>7,7 %</b>	<b>8,3 %</b>

# 測光・放射測定でのモデル式（例1）

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



$$s_v = d^2 \frac{i_0}{I_v}$$



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・・・

# 測光・放射測定でのモデル式（例1）

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

距離（電球の位置、受光器  
の位置の影響）

受光器出力（電圧）

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

受光器に起因する要素

$G$ : アンプゲイン

$c_T$ : 温度依存性

$\Delta T$ : 温度変化

余弦則からの外れ

配光

アライメント

電圧特性

電球に起因する要素

その他の補正因子 ( $k_1 \sim k_5$ )  
(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)

# 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

$\lambda$  : 波長

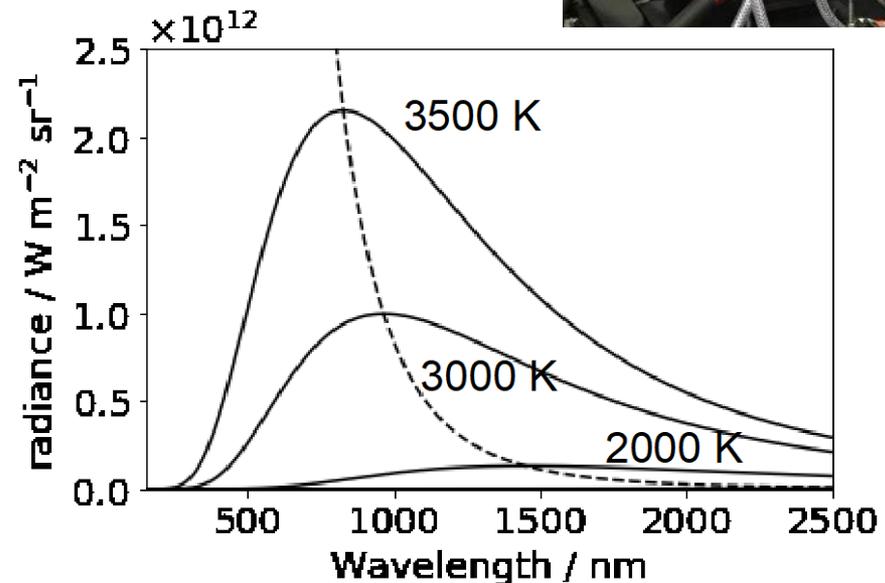
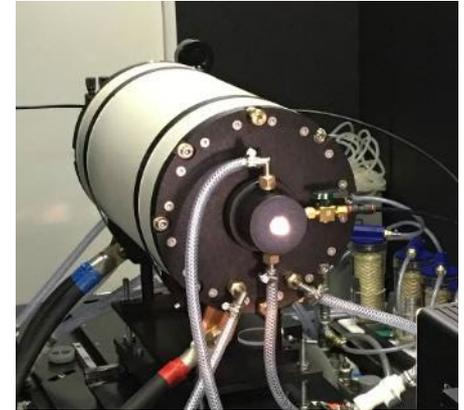
$T$  : 熱力学温度

$c$  : 光の速さ

$h$  : プランク定数

$k$  : ボルツマン定数

$\varepsilon_\lambda$  : 黒体の放射率



# 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

各不確かさ要因の寄与

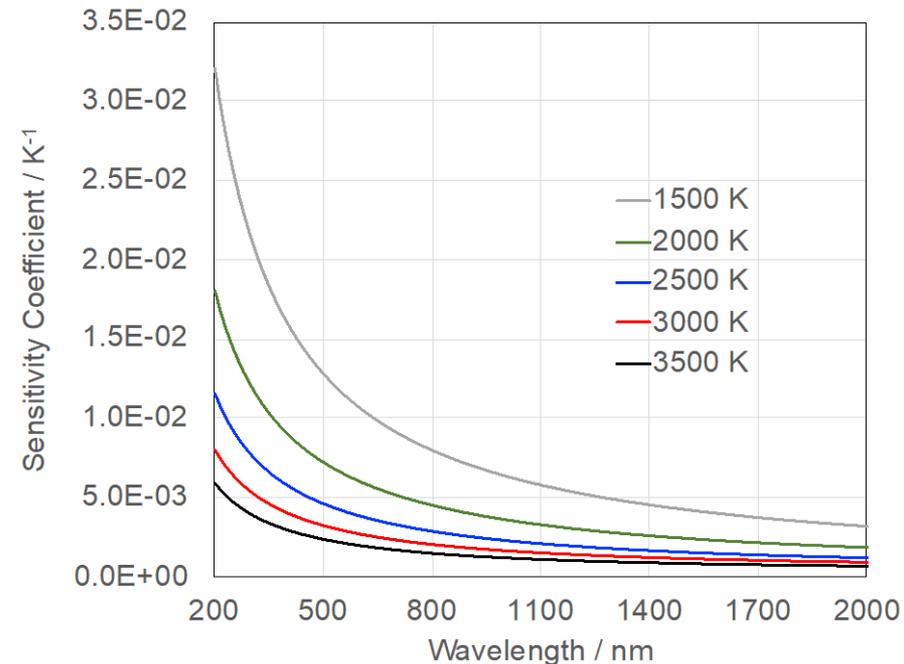
$$u^2(L_{e,B}(\lambda, T, \varepsilon_\lambda)) = \left(\frac{\partial(L_{e,B}(\lambda, T, \varepsilon_\lambda))}{\partial T}\right)^2 u^2(T) + \left(\frac{\partial(L_{e,B}(\lambda, T, \varepsilon_\lambda))}{\partial \lambda}\right)^2 u^2(\lambda) + \left(\frac{\partial(L_{e,B}(\lambda, T, \varepsilon_\lambda))}{\partial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

## ① 熱力学温度 $T$ に起因する不確かさ

$u(T)$  に付随する感度係数

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

熱力学温度  $T$ 、波長  $\lambda$  の関数



# 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

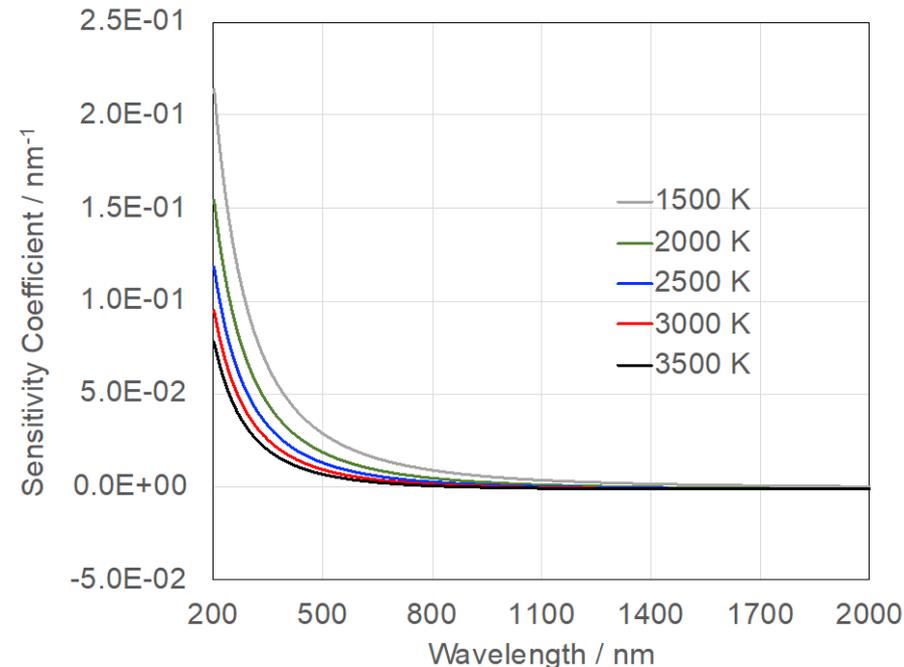
各不確かさ要因の寄与

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

② 波長  $\lambda$  に起因する不確かさ  $u(\lambda)$  に  
付随する感度係数

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

熱力学温度  $T$ 、波長  $\lambda$  の関数



## 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

各不確かさ要因の寄与

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

③ 放射率  $\varepsilon_\lambda$  に起因する不確かさ  $u(\varepsilon_\lambda)$  に付随する感度係数：constant

$$\frac{1}{L_{e,B}(\lambda, T, \varepsilon_\lambda)} \cdot \frac{\partial(L_{e,B}(\lambda, T, \varepsilon_\lambda))}{\partial \varepsilon_\lambda} = \frac{1}{\varepsilon_\lambda}$$

# 分光放射計の波長校正の不確かさの影響

標準光源との比較による分光測定

分光放射計による  
試験光源の分光測定値

$$\Phi_{e,t}(\lambda, \lambda) = \frac{X_t(\lambda)}{X_s(\lambda)} \Phi_{e,s}(\lambda)$$

試験光源の分光分布

標準光源の校正值  
(分光分布)

分光放射計による  
標準光源の分光測定値

$\lambda$  : 分光放射計の波長表示

分光測定における分光放射計の波長校正の不確かさの影響

$$\frac{u_{\lambda}(\Phi_{e,t}(\lambda))}{\Phi_{e,t}(\lambda)} = u_{\lambda}(\lambda) \cdot \left( \frac{1}{X_t(\lambda)} \frac{\partial X_t(\lambda)}{\partial \lambda} - \frac{1}{X_s(\lambda)} \frac{\partial X_s(\lambda)}{\partial \lambda} \right)$$

感度係数 : 分光測定値 (スペクトル) の波長の1次微分に依存

## Part.2

# 産総研における測光・放射測定に関する研究トピックスの紹介

# Contribution to Metre Convention and CIPM MRA

■ **CCPR:** WGKC, WGSP

■ **APMP-TCPR:** WG-CMC, WG-comparison

■ **CMCs:** 50 CMCs in the field of photometry and radiometry

■ **Contribution to ongoing KCs and SCs (as of Nov. 2024):**

## **[CCPR]**

- CCPR-K1.b.2024 (Spectral Irradiance, 200 nm to 400 nm)
- CCPR-K2.a.2016 (Spectral Responsivity, 900 nm to 1600 nm)
- CCPR-K2.b.2016 (Spectral Responsivity, 300 nm to 1000 nm)
- **CCPR-K4.2017 (Luminous Flux): Pilot Lab**
- CCPR-K5.2019 (Spectral Diffuse Reflectance, 360 nm to 820 nm)
- CCPR PR-P\*\* Pilot study on the detection efficiency of single-photon detectors

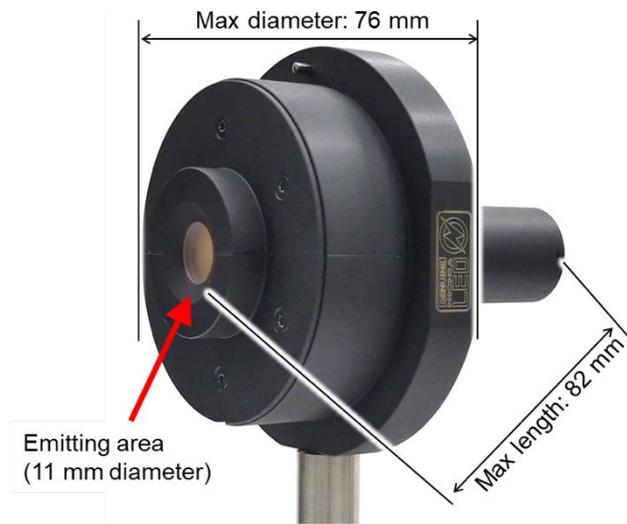
## **[APMP]**

- **APMP.PR.K3.a (Luminous Intensity): Pilot lab**
  - Final report has been published in December 2024.
- **APMP.PR-S5 (Laser Power Responsivity): Pilot lab**
- APMP.PR-S7 (Spectral diffuse reflectance: grey scale)
- APMP.PR-S8 (OTDR Length)
- APMP.PR-P2 (Total Spectral Radiant Flux)
  - Final report has been published in November 2024.

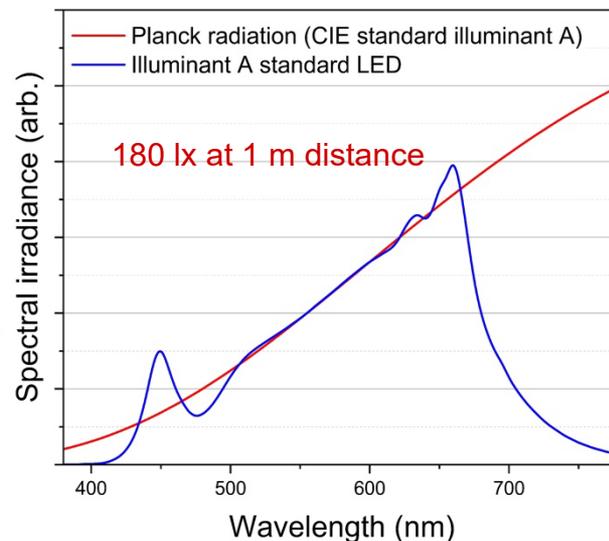
# Potential of a LED-based standard source providing CIE standard illuminant A

- To address for alternative light sources to incandescent standard lamps, an LED-based standard source (Illuminant A standard LED) was developed.
- The spectral distribution mismatch index according to CIE251:2023, was 2.5 %.
- The relation between  $f_1'$  and SMCF was studied in detail using 144 illuminance meters data\*. Most illuminance meters are better than SMCF = 1.005.

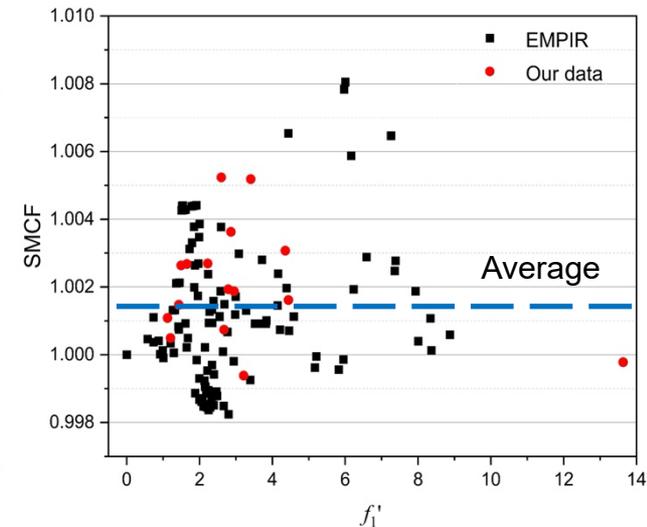
\*128 illuminance meters from EMPIR 19NRM02 data base, and our 16 illuminance meters



Illuminant A standard LED



Spectral distribution of Illuminant A standard LED



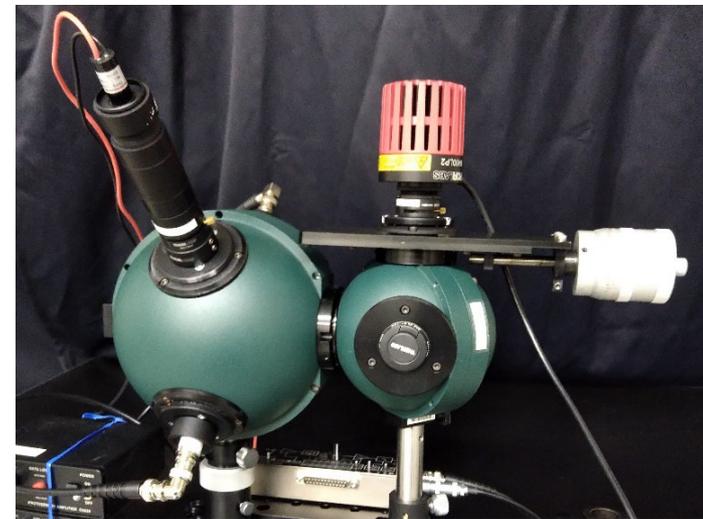
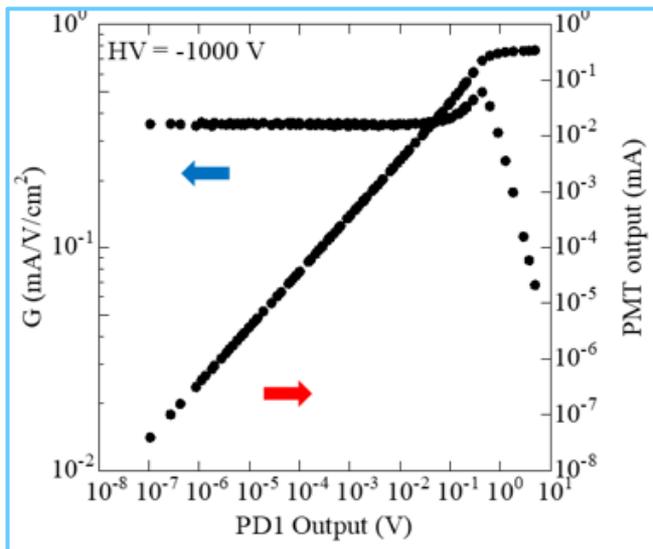
Relation between  $f_1'$  and SMCF for 144 illuminance meters

K Godo, et. al, Proc. of the CIE2025 No.ID123.

# Simplified Wide-range Light Source for Detector Dynamic Range Evaluation

- To evaluate the linearity of photodetectors, including photomultiplier tubes (PMTs), a compact wide-range light source system was developed, capable of generating light intensity spanning more than seven orders of magnitude.
- The linearity of the output light was verified using three silicon photodiodes, and the verification results were cross-checked with each other.
- This system can be applied to evaluate the dynamic range of various photodetectors used in bioanalysis instruments, as well as scintillation-based radiation dosimeters employed in radiation therapy, such as BNCT.

*Sensors 24, 7544. (2024)*

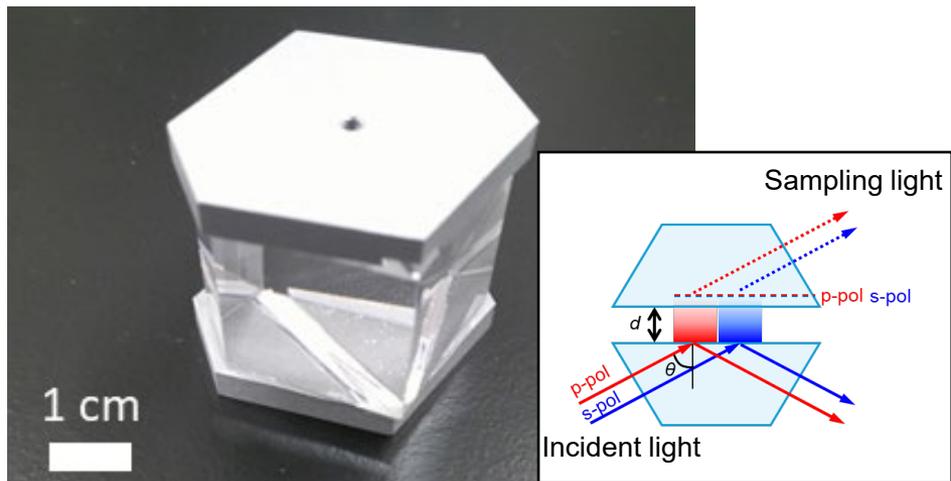


Wide-range light source system.

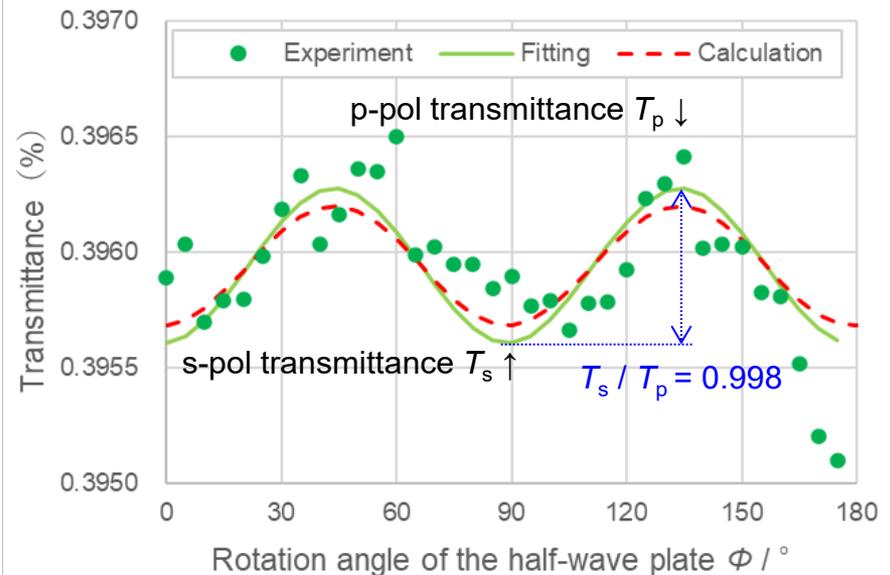
Linearity evaluation of a PMT (H3165-10 by Hamamatsu) for BNCT, related to TCRI activities.

# High-attenuation and polarization-independent beam sampling technique based on evanescent light coupling

- Improvement of beam sampling optics for the laser power stabilization system.
- Prism pair with optimized shape allows polarization-independent, large attenuation, and highly laser-durable beam sampling optics applicable for high power industrial lasers.
- The sampling power was 0.4 % of incident power and its ratio of s-polarized light to p-polarized light was 0.998.



Polarization-independent beam sampling optics



M. Tokuda and T. Numata, J. Laser Appl. **37**, 042002 (2025).

## RF-05 測光・測色へのCIE2006錐体分光感度の適用

資料5

- Terms of Reference :  
測光・測色の体系を、錐体分光感度に基づく分光視感効率および等色関数で置換える、または追加することの要否・インパクトに関する討議
- 議長： Tony Bergen (AU) 【CIE副会長（技術担当）※次期CIE会長】
- 置換の可否（要否）における重要な論点：
  - （論点1）従来の分光視感効率関数・等色関数から脱却することで、より 妥当な視覚モデルでの評価が可能となる
  - （論点2）従来の体系からの変更に伴う様々な影響（例：従来の測定値との不連続性、測定器の要求仕様の変更）
  - （論点3）個人差を考慮した体系か、標準観測者に基づく体系か？
- 日本からの委員： 部 洋司、二宮 博樹 （産総研）
- 最近の状況：
  - 測光量に関しては、従来のスケールとの連続性への考慮など、慎重な審議を要する背景について、理解が深まりつつある
  - 一方で、測色に関しては、従来の等色関数に基づく評価体系に不満足な一部業界を中心に、錐体分光感度に基づく関数への置換えを強力に推進する動きが出ている。（測光と測色で運用を分ける案も出ており、その場合、Y値が測光と測色で整合しなくなる問題が生じる・・・）

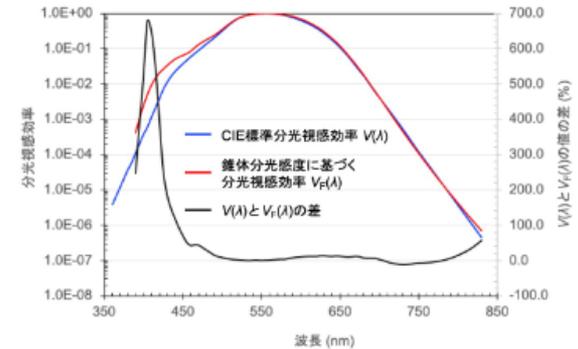


図1 V(λ)およびV<sub>F</sub>(λ)の値の比較

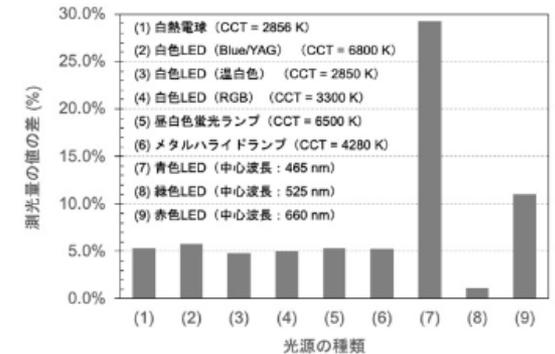


図2 置換えに伴う測光量の値の差

第50回国計連・測光標準分科会（2026. 2.13）

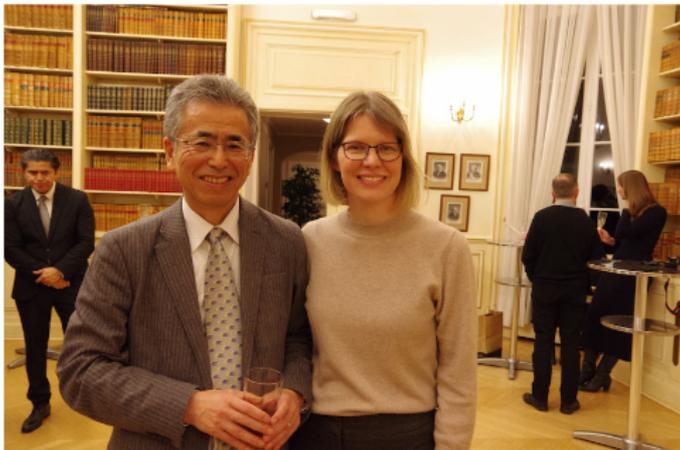
## 新BIPM局長の就任（2026年1月～）

資料

これまで13年間にわたりBIPM局長を務めてこられたDr. Martin MILTONが退任し、Dr. Annette KOOが新BIPM局に就任した（2026年1月）

<https://www.bipm.org/en/-/2026-01-30-a-conversation-with-the-bipms-new-director-1>

- ニューージーランド出身（前職・MSL所長）
- 前・APMP-TCPR議長
- 測光・放射測定分野の研究者（専門は、材料光学特性の標準・精密計測）



臼田計量標準総合センター長とKoo新BIPM局長（左）およびMilton 前BIPM局長（右）

[https://unit.aist.go.jp/nmij/info/150th/news\\_4.html](https://unit.aist.go.jp/nmij/info/150th/news_4.html)

**ご清聴ありがとうございました**  
**Thank you for your attention**

計量標準総合センター 物理計測標準研究部門  
<https://unit.aist.go.jp/ripm/>