

## 不確かさ文献リスト

### 不確かさ文献リストの公開にあたって

本リスト文献は、一般社団法人 日本照明工業会が主催する工業会指定試験所制度における指定試験所又はその申請者が、不確かさ評価に関するスキル向上を目的として、関連する先行事例を紹介するもので、指定分科会による調査結果を抄録として掲載したものです。

JIS Q 17025 (ISO/IEC 17025) に適合する試験所は、不確かさ又は不確かさの推定に関する手順を持ち、方法の原理の科学的理解及び実際の経験に基づくなどの合理的な不確かさ評価を実施する必要があります。公的認定プログラムの審査では、不確かさに関する各要求事項に関して、しくみがあるか、文書で規定されているか、合理的な評価であるか、記録が適切か等について、文書審査又は現地審査により、詳細で厳密なチェックを受けることとなります。

申請者におかれましては、本文献リストで紹介した文献の事例習得を通じて、今後の公的認定プログラム取得に向けた不確かさ評価スキル向上のための契機や気づきとなることを期待いたします。

No.	項目	内容
01	タイトル	Determining the uncertainty associated with integrals of spectral quantities
	著者	Emma R. Woolliams
	出典	<a href="http://www.m4ssl.npl.co.uk/wp-content/uploads/2012/02/Determining-the-uncertainty-associated-with-integrals-of-spectral-quantities.pdf">http://www.m4ssl.npl.co.uk/wp-content/uploads/2012/02/Determining-the-uncertainty-associated-with-integrals-of-spectral-quantities.pdf</a>
	抄録	<p>           分光の積分は、放射と測光との間を関連づけ、光放射測定における必須のツールである。大抵、この積分は、経験に基づいて決定された光源スペクトル及び定義された分光作用関数、例えば標準比視感度 <math>V(\lambda)</math> が含まれる。伝統的に、「積分」は、分光作用曲線に近似する分光応答性を有する検出器（フォトメータ等）を使用して光学的に実行されてきた。現在、分光出力を測定し積分するのが一般的で、特に、ハンドヘルドアレイ分光器を使用した高速分光測定が可能となっており、数値を積分により計算する。         </p> <p>           このレポートは、独立変数、波長、従属変数、及び測定された分光量に関連する不確かさの理解を含み、分光の積分を評価するために必要な数学的手法を概説する。また、「誤差モデル」と共分散行列の両方の使用に関係する量の相関を考慮している。分光の相関の概念は、理解するのが非常に難しいかもしれないので、これらの概念は、分光の積分量への影響を考慮する前に（第7章と第8章）、簡単な平均（第6章参照）での相関の影響に関して最初に検討する。         </p> <p>           レポートには次の章があります。         </p> <p>           第2章は、レポートで使用される定義と用語の参照を提供する。         </p> <p>           第3章は、レポートのアイデアの紹介であり、測光および放射測定に使用される積分のタイプについて説明する。         </p> <p>           第4章では、積分量がどのように測定データから数値的に計算されるかを説明する。         </p> <p>           第5章は、不確かさ分析が分光測定量にどのように関係するかを示している。         </p> <p>           第6章は、相関の概要です。例として平均を使用して、相関の概念を説明する。         </p> <p>           第7章と第8章は、それらの概念をそれぞれ誤差モデルと共分散行列を使って分光の積分に適用する。         </p> <p>           第9章と第10章は、色度計算のより複雑な問題を見るために、これらのアイデアをまとめている。         </p> <p>           付録は、いくつかの特定の要件、すなわち、異なる波長ステップで表現されたときの2つの量の積からの積分を決定し、帯域幅の影響を補正する。         </p>

No.	項目	内容
02	タイトル	NMI TR 8 Uncertainties in Colour Measurements
	著者	James L. Gardner
	出典	<a href="http://www.measurement.gov.au/Publications/TechnicalReports/Documents/NMI%20TR%208.pdf">http://www.measurement.gov.au/Publications/TechnicalReports/Documents/NMI%20TR%208.pdf</a>
	抄録	<p>表面反射または光源の分光分布の測定結果として報告される可能性のある様々な色座標における不確かさを推定する技術をここに示す。測定は参照反射または光源からの波長の移動として扱う。それから基本となる参照値または移動した測定値のいずれかにおいて発生する効果に関して不確かさを算定する。様々な色の分量の不確かさが、三刺激値の不確かさを通して伝播し、今度は三刺激値の不確かさが反射または光源の出力の分光分布における不確かさから伝播する。一定の colour value の不確かさの原因となる効果は別個に取扱い、それから最終的な不確かさへと結合する。</p> <p>三刺激の積分の形式が不確かさを算定する為の簡単な数式に至る。多くの体系的な効果を単一のパラメータにより述べる事が出来る。十分関連のある(複数の)効果に関しては、各々の三刺激値の不確かさが、合意された分光の不確かさの一次総計であり、その合意された分光の不確かさが適切な等色関数により計られる。さらに、(複数の)三刺激値それぞれ自身が十分関連があり、三刺激値の共分散は不確かさの総計の積である。波長間に任意に発生する効果に関しては、共分散が同じ一次総計の積であり、また分散が分光分散の一次総計であり、その分光分散が再び適切な等色関数により計られる。表面の色の不確かさに関しては、等色関数に代わり光源の分光分布との畳み込み積分が用いられる。</p> <p>色の分量の三刺激値に対する依存に対する感度係数が不確かさを三刺激値からカラートリプレットとして考えられるその様な分量へと伝播させるために用いられる。色の分量の中にはより単純な分量の組み合わせとなるものがある。これらに対しては、共分散を単純な値からより複雑な値へと伝播させるための数式を示す。</p> <p>光源及び表面の両方に対して典型的な計算を行う。不確かさは colour space の位置により変動するので、座標の測定を行う度に推定すべきである。様々なカラートリプレットに加え、関係する色温度及び光源の主波長における不確かさを推定する方法を分光分布温度(それは厳密には色のパラメータではない、なぜならばそれは三刺激値に依存しないので)の不確かさを推定する方法と同様に示す。</p>

No.	項目	内容
03	タイトル	Uncertainty Propagation for NIST Visible Spectral Standards
	著者	James L. Gardner
	出典	J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol.,109,pp.305-318(2004)
	抄録	<p>可視波長範囲の検出器及び光源に関する NIST の分光標準の不確かさは、全ての段階で相関を考慮して高精度低温放射計測定から伝播される。その後の放射測定の計算に重要な、異なる波長での分光値間の偏導相関が推定される。</p> <p>フィッティング及び分光測定による不確かさの伝搬について詳細に説明する検出器の不確かさは、外部校正及び内在する測光量に関して分光比較器を介して伝搬される分光放射照度の不確かさは、検出器ベースの温度において導出され、次に作業標準を介して対象物に校正され伝播される。分光放射照度校正は、一般に、限定された波長で提供されるフィッティングではなく補間は、NIST 提供の分光放射照度値の補間が推奨される。</p>
04	タイトル	Uncertainties in Interpolated Spectral Data
	著者	James L. Gardner
	出典	J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol.,108,pp.69-78(2003)
	抄録	<p>通常、補間は、畳込積分に使用する様々な応答関数又は分光分布といったスペクトルデータに対して行われ、これらの積分値の精度を向上させるために使用される。ここでの数式は、正規であるデータを基に、データ数を増やすためのラグランジュ補間や3次スプライン補間といった補間プロセスによる不確かさの伝搬を表すために作られた。補間されたデータには相関があり、この相関は、積分時に補間された値を合成するときを考慮が必要となる。この例として、測光における一般的なスペクトルの積分を行うときなどが挙げられる。</p> <p>相関係数は、無相関である元データを用いたラグランジュ補間のために使用される。補間されたデータにより求めた積分値の不確かさは、元データを使用することから推定できることが実証されている。</p>

No.	項目	内容
05	タイトル	Bandwidth correction for LED chromaticity
	著者	James L. Gardner
	出典	Color Res. Appl.,31-5, pp.374-380(2006)
	抄録	<p>Stearns and Stearns (Color Res Appl 1988; 13 : 257-259) によるスペクトル帯域幅の式は、任意のスリット関数に対して一般化されている。</p> <p>補正係数は、スリット関数の特性によって導出され、これを適用することにより、コンパクト、非線形波長スケールであり、かつ帯域幅 12nm のファイバー式分光測光器で測定された LED スペクトルから、正確な測色値が得られることが示されている。</p> <p>正確な波長校正のために、線スペクトルについて、広いスリット関数を持つ場合のフィッティングについても記載されている。</p> <p>バンドパス補正を一貫して適用したこのようなフィッティングにより、広帯域幅の分光測光器による測色値の精度は、向上させる。</p>
06	タイトル	A NUMERICAL METHOD FOR COLOUR UNCERTANINTY
	著者	Yoshi Ohno
	出典	Proceedings of CIE Expert Symposium 2001 on Uncertainty Evaluation, pp. 8-11(2001)
	抄録	<p>色の不確かさの評価方法は、測定での不確かさの表現のための ISO ガイドをベースに幾つかのアプローチを使用して展開される。色度や相関色温度、演色評価数などの幾つかの色彩量の不確かさは、光源の分光の値の不確かさまたは波長スケールの不確かさは、部分的な分析の必要が無い幾つかの方法で算出できる。各分光の値からの色彩量の部分的な分析-感度係数-は各分光の値を少し変えた色彩量の簡単な計算により得られる。色彩量の不確かさは、すべての分光の値の不確かさを組み合わせることによって得られる。その後この方法は、部分的な分析を得られる色の計算プログラムを使用する。分析的なプロセスは必要ない。そして不確かさは複雑な式やプロセスが無いある色彩量で計算できる。</p>

No.	項目	内容
07	タイトル	A Flexible Bandpass Correction Method for Spectrometers
	著者	Yoshi Ohno
	出典	AIC Colour 05 - 10th Congress of the International Colour Association, pp. 697-700(2005)
	抄録	<p>分光測光器におけるバンドパス特性の誤差の補正方法を開発している。</p> <p>この方法は、三角形のバンドパス特性に限定され、また帯域幅と走査する波長間隔とを一致させる必要がある Stearns and Stearns 法を改良したものである。</p> <p>数値的な手法の適用により、任意のバンドパス特性に対する測定値と真の放射スペクトルの値との関係が得られる。</p> <p>開発された方法は、任意の形状（非対称の形状を含む）のバンドパス特性に対して補正ができ、分光測光器の帯域幅と走査波長間隔を一致させる必要はない。</p>
08	タイトル	COMPARISON OF METHODS FOR INDICATING THE MEASUREMENT UNCERTAINTY OF INTEGRAL PARAMETERS ON THE BASIS OF SPECTRAL DATA BY MEANS OF THE MEASUREMENT UNCERTAINTY OF THE $f_1'$ VALUE
	著者	KRÜGER, UDO, SAUTER, GEORG
	出典	2nd Expert Symposium on Measurement Uncertainty, June 2006, Braunschweig, pp.159-163
	抄録	<p><math>f_1'</math> について、GUM (ISO 測定における不確かさ表現のガイド) と GUM Supp.1 (モンテカルロ法による分布の伝播の計算) の2つの異なる手法を用いて測定不確かさを計算し比較した。</p> <p><math>f_1'</math> は、分光データに基づく積分値の一例として利用した。</p> <p>測光に使用される機器の品質評価を行う上で一般的に用いられる <math>f_1'</math> は、<math>V(\lambda)</math> 関数による非線形の評価関数により導き出される。</p>

No.	項目	内容
09	タイトル	Evaluating Luminous Uncertainty Given Spectral Power Uncertainty
	著者	Rolf S. Bergman
	出典	<a href="http://www.cormusa.org/uploads/Bergman-2015.pdf">http://www.cormusa.org/uploads/Bergman-2015.pdf</a>
	抄録	分光分布から測光値を求める場合の不確かさの伝搬について、各波長の不確かさの影響に加えて必要となる、波長間の相関の影響評価について述べた講演資料
10	タイトル	GUM 補足文書 1 (分布の伝播の計算のための数値的方法) について
	著者	田中秀幸
	出典	<a href="https://www.nmij.jp/~nmijclub/futashikasa/docimgs/tanaka_20070214.pdf">https://www.nmij.jp/~nmijclub/futashikasa/docimgs/tanaka_20070214.pdf</a>
	抄録	GUM 補足文書 1 (分布の伝播の計算のための数値的方法) について解説した講演資料。モンテカルロシミュレーションの適用について解説。
11	タイトル	Calibration ISO/IEC 17025 Application Document
	著者	NATA (National Association of Testing Authorities, Australia)
	出典	<a href="https://www.nata.com.au/nata/phocadownload/publications/Accreditation_criteria/ISO-IEC-17025/Calibration/Calibration-ISO-IEC-17025-Application-Document.pdf">https://www.nata.com.au/nata/phocadownload/publications/Accreditation_criteria/ISO-IEC-17025/Calibration/Calibration-ISO-IEC-17025-Application-Document.pdf</a>
	抄録	全豪検査機関協会 (NATA) で取り纏めた ISO/IEC17025 の校正機関に対する適用要件を纏めた資料。

No.	項目	内容
12	タイトル	Evaluation of expanded uncertainties in luminous intensity and illuminance calibrations
	著者	Ferhat Sametoglu
	出典	Appl. Opt., 47-31, pp.5829-5847(2008)
	抄録	受光器ベースの校正方法と測光の不確かさ計算の表現に関して、光源の光度校正、受光部の照度応答性及び照度計の校正における要因についての不確かさが議論されている。ここでの方法は、白熱光源の光度校正、受光部の照度応答性及び照度計の校正における要因の不確かさがそれぞれ、0.4%、0.4%及び0.6%の相対拡張不確かさ（95.45%の信頼水準）で行うことが可能とされている。
13	タイトル	Measurement uncertainty evaluation for emission color and luminance of displays
	著者	Jisoo Hwang, Dong-Hoon Lee, Seongchong Park, Yong-Wan Kim, Seung-Nam Park
	出典	Appl. Opt., 48-1, pp.99-105(2009)
	抄録	我々はディスプレイの発光色と輝度の不確かさ評価の測定を提案する。校正の手順と CCD ベースの分光器とフィルタータイプの輝度計の不確かさの測定が議論されている。評価例として、CIE イルミネント A, LED のバックライトそして冷陰極蛍光ランプの液晶ディスプレイがある。CIE 1931 x, y 色度座標の拡張不確かさ(k=2)は 0.0020~0.0050 にある。輝度の拡張不確かさ(k=2)は、分光器を使用することで 4.8%~8.5%が得られる。一方でフィルタータイプの輝度計では、1.1%~1.6%が得られる。
14	タイトル	Uncertainty Evaluation for Color Measurements for Solid State Lighting Sources
	著者	Yoshi Ohno
	出典	<a href="http://cormusa.org/uploads/2013_III-1.pdf">http://cormusa.org/uploads/2013_III-1.pdf</a>
	抄録	LED 照明における測色値の不確かさについて、数値計算法により求める手法を紹介した講演資料。



No.	項目	内容
15	タイトル	Practical Approaches to Uncertainty Analysis for Light Measurement Systems Using Integrating Spheres and Spectroradiometers
	著者	Dan Scharpf
	出典	<a href="http://www.cormusa.org/uploads/Scharpf-2015.pdf">http://www.cormusa.org/uploads/Scharpf-2015.pdf</a>
	抄録	分光球形光束計における不確かさ評価の実例を解説した講演資料. 各種の標準不確かさ及びその評価事例を解説.
16	タイトル	Effect of photometric detector spectral response quality on white LED spectral mismatch correction factors
	著者	E. ROSAS, AND A. ESTRADA-HERNÁNDEZ
	出典	Appl. Opt., 55-19,pp.5267-5272(2016)
	抄録	発光ダイオード (LED) ベースの固体照明が、高い全光束 (TLF) やエネルギー効率を達成した後で、公私の照明において実際に選択される様になりました。そして LED 光源や LED 器具を使用した省エネ基準の開発が促進されていますここで、我々は受光器性能の簡易検査基準を提案します。これにより、全光束や発光効率の認定最小レベルを決定する際に、技術的に対応規則をサポートする適合査定手順によって義務的な検証の適用を受ける性能要因である LED の色補正係数に影響を与える、測光器の分光応答度性能の簡易評価を測光技術者が行うことを可能にします提案の判定基準は測光受光器の性能を広範囲に ( $f_1$ が 2.6%~36.4%) 適用します。

No.	項目	内容
17	タイトル	Irradiance distribution in an integrating sphere with an internal screen
	著者	N. P. BELOV, V. N. GRISIMOV, P. V. ODNOVORCHENKO, A. S. SHERSTOBITOVA, A. D. YASKOV
	出典	J. Opt. Tech., 83-10, pp.610-612(2016)
	抄録	積分級の内面の放射照度の分布はいくつか分析されている。積分級による拡散反射のエラーの測定は、放射計と受光器を積分級の外に設置したときの積分級のエラーと比較する。
18	タイトル	Preview: IES Guide on Measurement Uncertainty for Lighting Equipment Calibration
	著者	Cameron Miller NIST
	出典	<a href="http://www.cormusa.org/uploads/2014_-_Miller_-_Uncertainty_Resources.pdf">http://www.cormusa.org/uploads/2014_-_Miller_-_Uncertainty_Resources.pdf</a>
	抄録	測光装置に関する校正の不確かさ評価の IES ガイドを紹介した講演資料。
19	タイトル	Calibration Uncertainty for Common Photometric Laboratory Equipment: An ISO 17025 Concern
	著者	Cameron Miller NIST
	出典	<a href="http://www.cormusa.org/uploads/MillerC3-2015.pdf">http://www.cormusa.org/uploads/MillerC3-2015.pdf</a>
	抄録	測光に関する不確かさ評価について解説した講演資料。
20	タイトル	GUM 及び VIM の改訂作業進行中 ―関連文書の編集状況紹介―
	著者	今井秀孝
	出典	<a href="https://unit.aist.go.jp/mcml/rg-mi/uncertainty/club/club11-1.pdf">https://unit.aist.go.jp/mcml/rg-mi/uncertainty/club/club11-1.pdf</a>
	抄録	GUM 及び VIM の改訂作業を紹介した講演資料。

No.	項目	内容
21	タイトル	Characterization of modified FEL quartz-halogen lamps for photometric standards
	著者	Y. Ohno and J. K. Jackson
	出典	Metrologia, 1995/96, 32, pp.693-696
	抄録	Modified FEL-type 1000W ハロゲンランプの光度や色温度の安定性は、光学的な標準として使用されるランプの調査のために、様々な色温度で試験されている。100時間のエージング後、2856Kでの60時間の間で、光度は0.2%~0.6%、色温度は2K程度変動する。相対分光分布(550nmで正規化)の60時間の間の変化は、可視域で0.5%以内である。2856KでのFEL-typeランプはこれらのテストの期間内で満足する安定性を示す。ランプの特性は逆の極性と長期の保管のために、2000Kから3100Kでもまた調査した。
22	タイトル	不確かさガイド(GUM)の改訂動向とベイズ統計の利用
	著者	榎原研正
	出典	<a href="https://unit.aist.go.jp/mcml/rg-mi/uncertainty/download_file/2015_JAIMA01_07.pdf">https://unit.aist.go.jp/mcml/rg-mi/uncertainty/download_file/2015_JAIMA01_07.pdf</a>
	抄録	不確かさガイド(GUM)の改訂で導入される予定のベイズ統計を解説した講演資料。
23	タイトル	Evaluation of measurement data — Supplement 1 to the “Guide to the expression of uncertainty in measurement” — Propagation of distributions using a Monte Carlo method
	著者	JCGM 101:2008
	出典	<a href="https://www.bipm.org/utils/common/documents/jcgm/JCGM_101_2008_E.pdf">https://www.bipm.org/utils/common/documents/jcgm/JCGM_101_2008_E.pdf</a>
	抄録	モンテカルロ法による分布の伝播の計算に関する解説文書。  ※第9章(計算事例)の調査資料につきましては、工業会事務局にお問い合わせ下さい。

以上