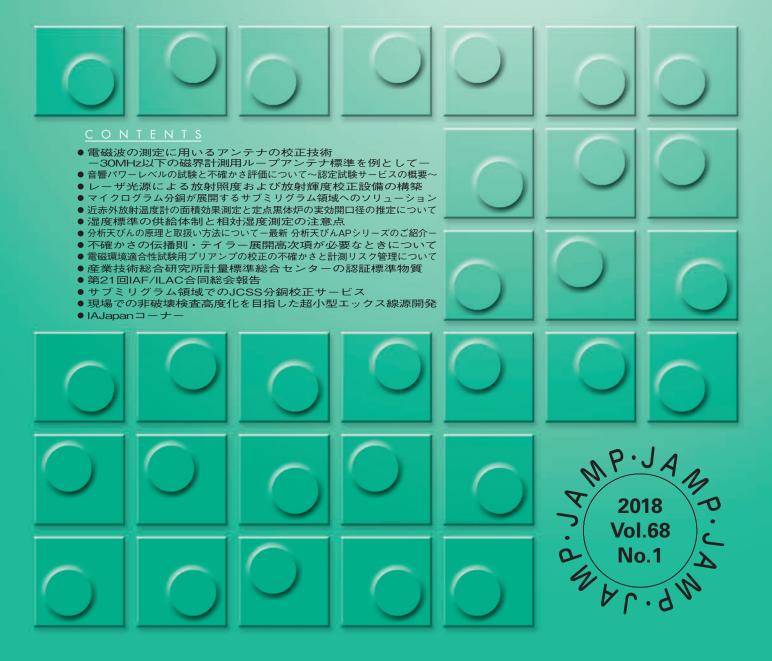
# 計測標準と

**MEASUREMENT STANDARDS METROLOGY MANAGEMENT** 

# 計量管理

第 26 回 日本 NCSLI 技術フォーラム



# 計測標準と

2018 Vol. 68 No. 1

# MEASUREMENT STANDARDS and METROLOGY MANAGEMENT

# 計量管理

・特集)第26回 日本NCSLI技術フォーラム			
● 電磁波の測定に用いるアンテナの校正技術 -30 MHz 以下の磁界計測用ループアンテナ標 国立研究開発法人 産業技術総合研究所			2
② 音響パワーレベルの試験と不確かさ評価について ~ 認定試験サービスの概要 ~ 	花見 真	<u> —                                   </u>	10
❸ レーザ光源による放射照度および放射輝度校正設備の構築 日置電機株式会社	竹迫 知	博…	16
<ul><li>④ マイクログラム分銅が展開するサブミリグラム領域へのソリューション</li><li> メトラー・トレド株式会社</li></ul>	高柳庸一	郎…	19
⑤ 近赤外放射温度計の面積効果測定と定点黒体炉の実効開口径の推定について 日本電気計器検定所 加藤 知則、	佐藤 弘	康…	22
⑤ 湿度標準の供給体制と相対湿度測定の注意点 アズビル株式会社	中垣内直	美…	27
* 計量管理事例		治…	32
不確かさの伝播則・テイラー展開高次項が必要なときについて 」 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 ※ 測定の不確かさ事例	田中 秀	幸…	38
電磁環境適合性試験用プリアンプの校正の不確かさと計測リスク管理について 一般財団法人 日本品質保証機構(JQA) * 標準物質紹介	松本 直	和…	41
産業技術総合研究所計量標準総合センターの認証標準物質 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 ※ 海外計量事情	清水 由	隆…	53
第 21 回 IAF/ILAC 合同総会報告 · · · · · 独立行政法人 製品評価技 ※ 認定事業者紹介	技術基盤機	構…	56
サブミリグラム領域でのJCSS分銅校正サービス 株式会社 村上衡器製作所 ** 産総研コーナー	村上	昇…	59
現場での非破壊検査高度化を目指した超小型エックス線源開発 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 ※ IAJapan コーナー	鈴木 良	<u> </u>	64
IAJapan コーナー       独立行政法人 製品評価技	技術基盤機	構…	67

※編集後記 ······ 事 務 局·· 72

特集 第26回 日本NCSLI技術フォーラム

# 電磁波の測定に用いるアンテナの校正技術

-30MHz以下の磁界計測用ループアンテナ標準を例として-

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 電磁界標準研究グループ

石 居 正 典 主任研究員

### 1 はじめに

電磁波には、波動としての性質(波動性)、粒子とし ての性質(粒子性)、電磁エネルギーとしての性質(エ ネルギー性)などがあるが、いわゆる「電波」領域で 我々が現在主に利用しているのは、情報通信の分野で の情報伝搬の手段としての波動性と、電力伝送や非接 触充電の実現などを目的としたエネルギー伝搬の手段 としての電磁エネルギー性であると言えよう。前者と しては携帯電話に代表され、後者としては電気自動車 の非接触充電である WPT (Wireless Power Transfer) が近年再注目されている。なお、電磁波には周波数の 概念があるため、これら以外にも周波数に応じた電磁 波の波長の特性を利用した、様々電磁波利用がある事 は言うまでもない。

電磁波の積極的な利用が進むと、ある電子機器では 電磁波を所望の物として利用するが、別の電子機器か らはその電磁波が不要電磁波として見える事がある。 そこで、電子機器を製造・販売する際には、機器自身 が発生する電磁波と外部からの電磁波の影響を評価す る EMC (Electromagnetic Compatibility: 電磁環境両 立性)試験が求められる。このような場合に用いられ、 電磁波の測定に必要となるアンテナの校正技術につい て、本稿ではアンテナ特性に関する一般的な話から紹 介し、中でも特に30MHz以下の磁界計測用のループ アンテナを具体例として紹介する。

なお以下2章において電磁波関連の物理量につい て概説する。3章では空間中の電磁波を計測するため に必要となるアンテナ特性とその定義について概説 する。4章ではアンテナの校正手法全般について概説 する。5章では産業技術総合研究所計量標準総合セン ター(NMIJ:National Metrology Institute of Japan)

で開発・整備済のEMC試験等で重要となるアンテナ 標準の一部について紹介する。また、6章では特に 30 MHz 以下の磁界計測用ループアンテナについて概 説し、7章においてまとめとする。

### 電磁波関連の物理量

電磁波関連の基本物理量には複数の物があり、それ らはすべて別々の次元(単位)を持った物理量になっ ている。大別すると、「導波路系の電磁波関連物理量」 と「空間系の電磁波関連の物理量」に分ける事ができ、 図1にその概略を示す1)。電磁波の送信系では、発振 器などの信号源(高周波電力、電圧、雑音)を出発し た電磁波は、導波管や同軸線路(インピーダンス、減 衰量)を通過し、アンテナ(アンテナ利得、アンテナ 係数)を介して空間中に電磁波(電界、磁界)が放射 される。一方、受信側はその逆となる。

なお本稿では、空間中の物理量について取り上げる が、中でも特にアンテナの特性である「アンテナ利得」 と「アンテナ係数」について取り上げる事とする。

# アンテナ特性の定義

計量標準の分野でのアンテナの特性の基本物理量に は、「アンテナ利得」と「アンテナ係数」がある。アン テナ利得は、主にホーンアンテナの特性を表す物理量 として利用され、一方、アンテナ係数はEMC計測で 用いられる事が多いダイポールアンテナ、ループアン テナ、モノポールアンテナ、各種広帯域アンテナ(バ イコニカルアンテナ、ログペリオディックアンテナな ど)に対して用いられる事が多い。以下、それぞれの 物理量について概説する。

特集 第26回 日本NCSLI技術フォーラム

# 音響パワーレベルの試験と不確かさ評価について

~認定試験サービスの概要~

一般財団法人 日本品質保証機構 計量計測センター

> 花 見.

## 1 はじめに

情報技術装置と呼ばれる、複写機やプリンタなどの IT 機器においては、環境負荷の少ない商品であるこ とが重視されている。このような環境負荷の少ない商 品に対しては、環境ラベルを付与する仕組みがあり、 一例としてドイツのブルーエンジェルマーク、国内で はエコマークがある。この環境ラベル取得要件の中に 騒音に対する要求があり、情報技術装置の製造者は、 機器から放射される空気伝搬騒音を評価するため音響 パワーレベルや放射騒音レベルの試験を実施する。近 年ではISO/IEC 17025 に基づく認定試験の要求が高ま っており、一般財団法人 日本品質保証機構(以下、 JQA と呼ぶ)ではその要求に応えるため、2015年の事 業所移転を機に試験設備を整え、音響パワーレベルの 試験設備及び測定の不確かさの評価を行い、認定機関 から空気伝搬騒音の分野で認定を取得し、ISO/IEC 17025 認定試験所としてシンボル付試験報告書を発行 するサービスを開始した。

本稿では、音響パワーレベル及び放射騒音レベルの 測定概要、試験設備の評価及び測定の不確かさ評価を 紹介する。

# 音響パワーレベルとは

#### 2.1 音圧レベルと音響パワーレベルの定義

音圧レベル $L_p(dB)$ は基準音圧の2乗に対する、音 圧の2乗の比の常用対数の10倍と表される。

$$L_p = 10 \log_{10} \frac{p^2}{p_0^2}$$

ここで、pは音圧(Pa)、 $p_0$ は基準音圧  $20(\mu Pa)$ で ある。

次に、音響パワーレベル $L_w(dB)$ は基準音響パワー (W)に対する、音響パワー(W)の比の常用対数の10 倍と表される。

$$L_W = 10 \log_{10} \frac{W}{W_0}$$

ここで、 $W_0$ は基準となる音響パワーで1(pW)であ る。

なお、音響パワーW(W)は、音のエネルギーの通過 面積 $S(m^2)$ と音の強さ $I(W/m^2)$ の積で表されること から、次式のように変形できる。

$$L_W = 10\log_{10}\frac{I}{I_0} + 10\log_{10}\frac{S}{S_0} = L_I + 10\log_{10}\frac{S}{S_0}$$

ここで、音の強さの基準 $I_0$ は $1(pW/m^2)$ 、基準面積  $S_0$ は $1(m^2)$ である。音の強さのレベル $L_I(dB)$ は常温、 常圧であれば音圧レベル $L_p(dB)$ に等しいと見なせる ため、次式のように表される。

$$L_W = L_p + 10\log_{10}\frac{S}{S_0}$$

上記の式より、音圧レベルを測定することで音響パ ワーレベルを算出できる。

#### 2.2 音響パワーレベルの用途

従来の騒音測定では、音源から空間に放射された音 のある1点におけるA特性音圧レベルで評価していた。 しかし、この評価方法により得られる測定結果は、測 定環境や測定位置によって異なってしまう。また、こ の方法では、測定点における評価をすることは可能で あるが、音源全体から放射されている騒音を評価でき

#### 第26回 日本NCSLI技術フォーラム

# レーザ光源による放射照度 および放射輝度校正設備の構築

日置電機株式会社 開発部

竹 泊 知 博 主任

### 1 はじめに

次世代ディスプレイの光源としてレーザに対する期 待が高まっている。日置電機株式会社では、産業技術 総合研究所の協力の下、業界初のレーザ光源による放 射照度および放射輝度校正設備を構築し、レーザーデ ィスプレイ用光測定器の校正を実施している。本稿で は、レーザ光源による校正の意義および実際の校正設 備の概要について説明し、放射照度・放射輝度の校正 設備構築におけるポイントについて議論する。

### レーザ光源による校正の意義

近年、半導体レーザに RGB の 3 色がそろったこと により、RGB 半導体レーザが一般の製品にまで普及し 始めている。それに伴い、レーザを光源とするような 次世代のプロジェクターやディスプレイが開発され、 発売されてきている。例えば、スマホサイズのプロジ ェクターが複数の企業から発売されている。このプロ ジェクターにはRGBのレーザが搭載されており、レー ザ光源を用いることによって小型化や長寿命化などが 実現されている。また、ヘッドアップディスプレイ (HUD) と呼ばれる、車のフロントガラスにメータな どの表示を映し出す装置においても、今後レーザ光源 が採用される可能性がある。ところで、プロジェクタ ーやディスプレイの光は空間的に広がりを持つため、 放射照度や放射輝度として測定する必要がある。さら に、レーザ光源の場合には光スペクトルが非常に狭い という特徴がある。このようなレーザ拡散光に特化し た測定器はこれまで世の中になかった。その意味で、 レーザ拡散光源による校正は実用化されていなかった。 実際、従来の照度計あるいは輝度計は光度標準電球を 用いて校正を行っている。標準電球は出力が安定して

おり、レーザ光に比べて非常に広い光スペクトルを持 つ。そのため、標準電球を用いて校正した測定器でレ ーザ光を測定する場合には測定誤差に課題があること が知られている。今回日置電機では、産業技術総合研 究所(以下、産総研)の協力の下、レーザ拡散光源に よる校正の実用化に取り組むことにした。その成果に もとづき、日置電機では次世代プロジェクターやディ スプレイを測定するための専用の測定器群を製品化す るに至った。

## 日置電機の光測定器群および校正技術

日置電機の製品の多くは電気測定器であるが、光測 定器についても数多く製品化してきた実績がある。例 えば図1に示したような光パワーメータ、照度計、 LED 測定器などである。これら光測定器を開発してき た歴史の中で、光測定の校正に関する技術も磨いてき た。たとえば光パワーメータではビーム形状のレーザ 光を用いた校正を実施しており、照度計では標準電球 による校正を実施している。今回、上記測定器に加え て新たに3つの光測定器を開発した(図2参照)。これ ら新製品は全てレーザ光の測定に特化しており、それ ぞれ照度、輝度、光パワーを測定できる。また、これ ら新製品は手のひらサイズとコンパクトであるため、







光パワーメータ

照度計

LED測定器

図1:日置電機の製品群

#### ▶ 第26回 日本 NCSLI技術フォーラム

# マイクログラム分銅が展開する サブミリグラム領域へのソリューション

メトラー・トレド株式会社 計量標準ビジネスマネージャー

一般計量士 高柳 庸 一郎

### 1 はじめに

従来から、電子式天びん・はかり(以下、天びんと 云う) の状態を確認する質量の標準となる分銅は、国 際的な OIML および国内の IIS 規格に則って最小公称 質量1mgまでが詳細に定義されている。昨今、研究開 発および分析の現場においては微小のサンプル質量を 精確かつ精密に測定する要求が年々高まっており、測 定結果のリスク管理および天びんの機器管理の側面か らも、サブミリグラム領域(1ミリグラム未満の質量) における標準供給基盤の構築がグローバルで進められ ている。2012年、メトラー・トレドはこのような市場 ニーズから、 $0.5 \,\mathrm{mg} \,(500 \,\mathrm{\mu g}) \,$ から $0.05 \,\mathrm{mg} \,(50 \,\mathrm{\mu g}) \,$ ま でのマイクログラム分銅の製品供給を開始した。その 名称から察するとおりサイズは非常に微小であるもの の、実用的であること求められるため、技術的な仕様 においては反復使用への耐久性かつ簡便な取扱いに配 慮されてなければならない。本稿では、このような背 景をもとに製品仕様ならびに標準供給体系に逸脱する ことの無い校正証明書の発行、天びんへの機器管理と しての現状について報告する。

# 2 仕様概要

#### 2.1 材質および形状

天びんの校正・検査用ならびに天びんのユーザーが 実施する日常点検用として使用されるマイクログラム 分銅の設計仕様は、特に非磁性、非腐食、硬度の各要 件に対して検討を重ねた。その結果、使用者が目視可 能な最大限の大きさを実現するためにアルミニウム合 金(理論材質密度 2700 kg/m³)を採用し、形状はピン セットや計量皿に対して分銅自身が外部に触れる面積 を最小化し質量安定性を実現するために、従来から採 用しているミリグラム領域の高精度タイプの分銅と同様の線状タイプとした。また形状は、すでに市場に供給され馴染みのある OIML 及び JIS などの製品規格に可能な限り則った (図1)。

0.05 mg	$\wedge$	逆V字型(山型)
0.1 mg		逆V字型(山型)
0.2 mg	$\triangle$ $\triangle$	三角型(二辺水平型)
0.5 mg		五角型(一辺開き型)

図1:マイクログラム分銅の形状

#### 2.2 保管及び取扱いツール

分銅の安定性は使用による質量の経年変化を重要視するが、保管に際しても温度および湿度など周囲環境の急激な変化による酸化防止、保管器具類との自然摩擦による質量減少の防止に配慮が必要である。特殊アルミ製収納ケースは上述の留意点に加えて静電気からも分銅を保護し清掃が簡易的に行える(図2)。



図2:専用収納ボックス

第26回 日本NCSLI技術フォーラム

# 近赤外放射温度計の面積効果測定と定点黒体炉の実効開口径の推定について

日本電気計器検定所 標準部

加藤知則、佐藤弘康

### 1 はじめに

放射温度計は、測定対象が発する赤外線の強度を測定し、プランクの法則またはその近似式により温度に換算する温度計である。熱電対や白金抵抗温度計のような接触式温度計とは異なり、測温対象に接触する必要がないため、安全かつ衛生的に温度測定が可能である。その反面、測温対象の放射率や周辺環境からの反射光、空気中に浮遊する粉塵等による減光など、接触式温度計とは異なる多くの誤差要因が存在し、精密な温度測定が難しい。標準室のような良好な環境の下で放射温度計を校正する場合においては、上述したような現象による測定結果への影響は小さくすることが可能である。その半面、放射温度計自体の面積効果による不確かさが目立つようになる。放射温度計をより小さい不確かさで校正するためには、面積効果の影響を評価する手段が必要となる。

本稿では、弊所で製作した面積効果測定装置とその 測定例<sup>1)</sup>を報告する。また、その応用として定点黒体 炉の実効開口径の推定方法の検討<sup>2)</sup>を行ったので紹介 する。

# 2 面積効果とは

面積効果とは、放射温度計の視野の中心にある温度 が均一な測定対象の面積を増加させたとき、放射温度 計が示す温度も面積の増加とともに増えていく現象を いう。これは、測定対象から放射温度計までの空間で 起きる光の散乱や、放射温度計の光学系の収差や不完 全性、レンズに付着した塵や汚れによる光の散乱や放 射温度計内部の乱反射等の原因により、本来なら検出

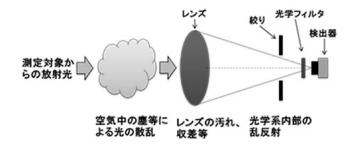


図1:面積効果の説明

器に届くべき光が届かなかったり、届かないはずの光 が届いてしまったりするために生じるとされている。

実際に面積効果によって起きる問題として、定点黒体炉同士を比較校正する場合が挙げられる。定点金属の凝固点温度は同じであっても黒体炉の開口面積が異なると、トランスファースタンダードとして使用する放射温度計の示す温度に差が生じる。そのため厳密な温度値の決定を行うためには、放射温度計の面積効果の補正が必要である。また放射温度計の比較校正においても温度域によって使用する比較黒体炉の種類を変えることがあり、その開口面積が異なると温度域の境で校正結果が不連続になることがある。面積効果の補正は、製造現場で使用されているような放射温度計の場合では必要としないことが多い。しかしトレーサビリティの上位標準器として使用する定点黒体炉や放射温度計を校正する場合は、面積効果は補正することが望ましい。

# 3 面積効果の測定方法

面積効果の測定方法には、直接法、間接法及びスキャニング法<sup>3)</sup>の3手法が考案されている。ここでは、直接法及び間接法の説明を行う。直接法は積分球のよ

#### 第26回 日本NCSLI技術フォーラム

# 湿度標準の供給体制と相対湿度測定の注意点

アズビル株式会社 技術標準部計測標準グループ

中垣内直美

## 1 はじめに

アズビルでは、主に建物市場・工場市場・ライフラインや健康などの生活に密着した市場において、センサ・コントローラ・中央監視システム等の製造・販売および、これらの機器の保守・点検サービス・キャリブレーションサービスなどを行っている。これらの事業を行う中で、それらの品質を維持していくためには、使用する計測器・設備に対するトレーサビリティの確立・確保が重要である。

計測標準グループでは開発から評価、生産、品質管理、サービス部門、それぞれが所有する多岐にわたる物理量の計測機器に対して、定期的な校正により標準供給を行うことでアズビル全体のトレーサビリティの確立・確保を実現している。中でも温度・圧力・電気・湿度に関しては、JCSS登録事業者としてお客さまに対してもJCSS校正により標準供給を行なっている。機種によっては、お客様の標準室等へ出向き、現地でのJCSS校正にも対応している。参考までにアズビルで行っているJCSS登録事業の概要を表1に示す。

本稿では広く扱われている相対湿度(以下「湿度」とする)の測定に特化して、アズビルの標準供給体制 を紹介するとともに、湿度測定時の熱の影響と測定の

表1:アズビルのJCSS 登録事業概要

物理量	対 象 機 器
圧力	重錘型圧力天びん、デジタル圧力計、圧力変換器
温度	定点実現装置、抵抗温度計、デジタル温度計
湿度	露点計、相対湿度計
電気	直流抵抗器、直流電圧、電流測定器、温度指示計器 等
流量	水流量計*1、気体流量計*2

\*1 アズビル京都

\*2 アズビル金門

注意点について述べる。

## 2 アズビルの湿度標準供給体制

#### 2-1 湿度発生の原理

図1のように閉じた空間内で、湿度0%の乾燥空気と湿度100%の飽和空気を同量混合すると、湿度50%の空気ができる。アズビルではこの原理による湿度発生装置を使用し、発生させた湿潤空気の露点温度(以下「露点」とする)と空気温度(以下「温度」とする)から湿度を算出することにより湿度の標準供給を行っている。

図2に具体的な湿度発生装置の発生原理を示す。コンプレッサーから乾燥剤を通った湿度0%の空気5L/minに、水中でバブリングさせ湿度100%にした空気5L/minを混合させ、試験槽に湿度50%の空気10L/minが充満している状態を実現する。この湿潤空気の露点と温度を測定して湿度標準の値を算出している。

#### 2-2 湿度の計算

JIS Z 8806によると、相対湿度は「湿潤空気の水のモル分率と、その温度及び圧力で飽和している湿潤空気の水のモル分率との比の100倍」と定義されている。すなわち、その温度その圧力下で存在できる水蒸気の量に対して、実際にその空気にどれほどの水蒸気が存在しているかを百分率で表したものである。JISには

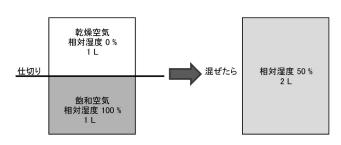


図1:相対湿度発生原理

#### 計量管理事例

# 分析天びんの原理と取扱い方法について -最新 分析天びんAPシリーズのご紹介─

株式会社 島津製作所 天びんビジネスユニット

部 康

天びんは、分析において、試料、試薬(溶媒)のは かりとり作業や調合作業における計量作業で最も使用 される基本的な機材のひとつである。近年の科学技術 の発達により天びんは、特別な計量専門室でなくとも、 ありふれた測定環境の中で、より簡単に高精度な計量 ができるようになっている。しかしながら、それ故に 人間が感知できない設置環境の変化、被計量物に作用 する重力・温度変化・静電気等の物理的要因をも計量 結果に反映してしまうリスク要因を含んでしまうこと となるため、我々は常にそのリスク要因を踏まえた上 で計量作業を行わなければならない。以下に、天びん についての原理、正しく計量するための方法・取扱い について述べる。そして最新の当社製分析天びん AP シリーズを紹介し、正しい計量のための具体例を述べ る。

# 原理・構造

分析で扱う天びんは、主に「電磁力平衡方式(電磁 平衡式)」と呼ばれる原理により計量物の重さ(質量) を検出するものが殆どであり、機械式天びんと同様の 構造をもつ。図1に、電磁力平衡方式の概略図と基本 構造図を示す1)。

電磁力平衡方式では、分銅に掛かる重力の替わりに、 電磁コイルと永久磁石を利用した電磁力を使って、計 量物の重力と釣り合わせ、その時のコイルに流れる電 流の大きさを測定し、その値を質量に変換して表示さ せる。

- ①先ず皿に試料を載せると、コイル (フォースコイ ル) につながった平衡ビームは右上がりに傾斜す
- ②平衡ビームの右端にある変位センサーによってビ ームが上方に上がったことを検出し、信号を発す る。
- ③変位センサーの信号により、ビームに取付けられ たフォースコイルに流す電流を制御させる。
- ④フォースコイルはマグネットの磁界中に置かれて おり、フォースコイルに電流を流すとフレミング の左手の法則により、コイルに下向きの力が発生
- ⑤フォースコイルに発生した力によりビームが下方

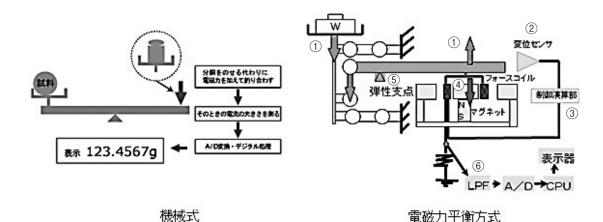


図1:電磁力平衡方式

#### 不確かさ評価ノート 第4回

# 不確かさの伝播則・ テイラー展開高次項が必要なときについて

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 物質計測標準研究部門 計量標準基盤研究グループ

主任研究員 田 中 秀 幸

#### 1 はじめに

各標準不確かさをタイプA評価、タイプB評価を用いて求めた後、不確かさの伝播則を用いて合成標準不確かさを算出する。しかし、通常の不確かさの伝播則を用いることが適切ではなく、テイラー展開の高次項を考慮した不確かさの伝播則を用いなければならない場合が存在する。そのような場合の典型例と計算法を紹介する。

# テイラー展開の高次項を含んだ 不確かさの伝播則について

GUMに以下のような記載がある。

#### GUM5.1.2

合成標準不確かさ $u_c(y)$ は、次の式に示す合成分散 $u_c^2(y)$ の正の平方根である。

$$u_{\mathsf{C}}^{2}(y) = \sum_{i=1}^{N} \left(\frac{\partial f}{\partial x_{i}}\right)^{2} u^{2}(x_{i}) \tag{10}$$

<中略>

#### 注記

fの非線形性が有意であるとき、テイラー級数展開の中の高次の項を $u_c^2(y)$ 、すなわち式 (10) に含めなければならない。各 $X_i$ の分布が正規分布の場合は、式 (10) の項に加えるべきで、次に高次の最も重要な項は、

$$\sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} \left[ \frac{1}{2} \left( \frac{\partial^{2} f}{\partial x_{i} \partial x_{j}} \right)^{2} + \frac{\partial f}{\partial x_{i}} \frac{\partial^{3} f}{\partial x_{i} \partial x_{i}^{2}} \right] u^{2}(x_{i}) u^{2}(x_{j})$$

である。

fの非線形性が有意であるとき、というのは、GUM 内の式(10)がテイラー展開の一次近似を基に計算されているので、その近似が受け入れられないときには この項を追加する必要があるということを意味する。 このような一次近似が受け入れられない場合の典型 例は2つある。1つは入力量の不確かさが大きい、ま たは測定モデルの非線形性が非常に強い場合などで、 直線で近似するには不十分であるとき、もう1つは感 度係数が0に近い値になるときである。

前者は直線近似が適当でない例としては当然の話で あるので割愛し、後者について解説する。

## 3 感度係数が 0 に近い値になる場合について

例えば、出力量がy、入力量が $x_1$ 、 $x_2$ であるとき、測定モデルが式(1)で表されたとする。

$$y = x_1 x_2 \tag{1}$$

式(1)に不確かさの伝播則を適用すると、

$$\frac{\partial y}{\partial x_1} = x_2 \tag{2}$$

$$\frac{\partial y}{\partial x_2} = x_1 \tag{3}$$

より、

$$u_{c}^{2}(y) = x_{2}^{2} u^{2}(x_{1}) + x_{1}^{2} u^{2}(x_{2})$$
(4)

となり、合成標準不確かさを求めることができる。しかし、もし入力量  $x_1$  の測定結果が  $x_1 = 0$  であったときのことを考えると、合成標準不確かさは、

$$u_c^2(y) = x_2^2 u^2(x_1) + x_1^2 u^2(x_2) = x_2^2 u^2(x_1)$$
 (5)

となり、 $u(x_2)$  がどんなに大きな値であっても感度係数が0であることから合成標準不確かさには寄与しないことになる。これは直感的にもおかしいであろう。

感度係数の算出と、感度係数によって入力量の不確かさの単位を出力量の不確かさの単位に変換する原理を図1に模式的に示す。

#### 測定の不確かさ事例

# 電磁環境適合性試験用プリアンプの 校正の不確かさと計測リスク管理について

一般財団法人 日本品質保証機構(JQA)

松 本 直 和



#### はじめに

本稿に記した内容は、執筆者が個人名義で参加した、 国立研究開発法人産業技術総合研究所(以下、AIST) 主催の「第3次不確かさ事例研究会」での事例研究発 表1)に基づくものである。このため、研究会所属当時 における、執筆者の個人見解に基づく内容を含んでい る。また、執筆者の現所属組織である、一般財団法人 日本品質保証機構(IQA)の見解を反映したものでは ない。



## 要

VNA (Vector Network Analyzer)を用いた、GHz帯 低ノイズ高周波増幅器(プリアンプ)の増幅度に関す る校正について述べる。被測定器であるプリアンプは、 EMC(Electromagnetic Compatibility:電磁環境適合 性) 試験における EMI 計測 (Electromagnetic Interference:電磁的干渉)に用いられるものである。本事 例研究報告書は、この VNA によるプリアンプ増幅度 の校正に関する、以下についての検討結果を記したも のである。

- ① プリアンプの VNA 校正における、拡張不確かさ
- ② ①のプリアンプ増幅度校正における、リスク管 理を包含した合否判定基準の検討



## VNAによるプリアンプ校正に関する 不確かさ評価について

#### 1.1 測定対象量の定義

測定対象量はプリアンプの増幅度であり、VNA測 定ポート1-2間における、被測定機器への信号入力 時の通過特性(S パラメータ: $S_{21}$ )である。

#### 1.2 測定方法

VNA 校正システムおよび被測定機器であるプリア ンプ(Low Noise Pre-Amplifier)の構成を**図1**に示す。 測定周波数は1000~2500 MHz である。測定値とな る校正値は、専用 Excel® VBA® プログラムで取得す

また、図2にVNA校正プロセスの概略を示す。 図3はVNA測定画面の例である。VNAの機器設定等 は**図4**に示す。VNAのPort1、2には整合用減衰器 (10dB)を挿入し、VNA本体に対しては、実際の校正 前に、メカニカル校正キットを用いた TOSL (Thru-Open-Short-Load) プリ校正を測定前に実施する。

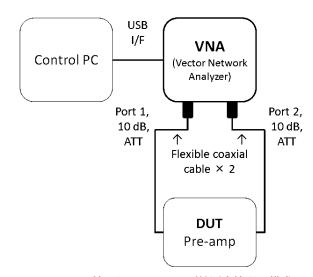


図1:VNA校正システムおよび被測定機器の構成



図 2: VNA 校正プロセス

#### 標準物質紹介

# 産業技術総合研究所計量標準総合センターの認証標準物質

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 計量標準普及センター

計量標準調查室 総括主幹 清 水 由 降

## 1 はじめに

国立研究開発法人產業技術総合研究所 計量標準総 合センター (NMIJ: National Metrology Institute of Japan) では、国家計量標準機関の行う化学・材料計量 分野における計量標準供給の一環として認証標準物質 (CRM: Certified Reference Material) を頒布している。 NMIIで開発されたCRM (NMII CRM) はISO Guide 34 及び ISO/IEC 17025 に適合するマネジメントシス テムに基づき、国際的に認められる認証標準物質であ る。このマネジメントシステムは、独立行政法人製品 評価技術基盤機構 認定センター (IAJapan: International Accreditation Japan) の製品評価技術基盤機構 認定制度(ASNITE)による認定を受けて運用されて いる。現在頒布されている NMIJ CRM は、EPMA 用 材料標準物質、材料標準物質、高純度無機標準物質、 有機標準物質、高分子材料標準物質、環境組成標準物 質、グリーン調達対応標準物質、高圧ガス、熱物性標 準物質に分類され、最新の情報は NMIJ のウェブサイ ト(https://www.nmij.jp/service/C/)で確認することが できる。

一般に頒布されている NMIJ CRM のほかに、計量法トレーサビリティ制度(JCSS)における特定標準物質製造に用いられる NMIJ CRM を指定校正機関に頒布している。これらの NMIJ CRM は基準物質と呼ばれ、特定標準物質のトレーサビリティソースとして基準物質を使用することで、JCSS により供給されている標準物質の国際単位系(SI)までの計量計測トレーサビリティを確保することができる。JCSS で供給されている標準物質は指定校正機関である一般財団法人化学物質評価研究機構のウェブサイト(http://www.cerij.or.jp/service/08\_reference\_material/JCSS\_02.html)で

確認することができる。

一方で産業界などからの多種多様なニーズに迅速に対応するため、ISO/IEC 17025 に適合するマネジメントシステムに基づく校正サービスも実施している。現在行っている校正サービスの項目は高純度有機標準物質の純度、薄膜・多層膜構造の膜厚及び標準ガスの濃度である。校正対象の詳細な情報はNMIJのウェブサイト(https://www.nmij.jp/service/C/calib/)で確認することができる。また、現在、校正サービスを受け付けていない対象についても、産総研の産学官連携制度における受託研究や技術コンサルティング等を活用して検討できる場合がある。対象品目の拡大を希望する場合は、NMIJの問い合わせ窓口(https://www.nmij.jp/inquiry/)または計量標準調査室(nmij-info-ml@aist.go.jp)まで問い合わせていただきたい。

## 2 NMIJの新規認証標準物質の紹介

表 1 に、2018 年度から NMIJ CRM として頒布が開始された新規標準物質を示す。本稿ではこの中から、有機標準物質 (定量 NMR 用) である**定量 NMR 用標準物質 ('H, '9F) (1,4-ビス(トリメチルシリル)-2,3,5,6-テトラフルオロベンゼン)** について詳細情報を紹介する。表 2 に定量 NMR 用標準物質 ('H, '9F) (1,4-ビス(トリメチルシリル)-2,3,5,6-テトラフルオロベンゼン) の詳細情報を、図 1 にその外観を示す。

#### 海外計量事情

# 第21回IAF/ILAC合同総会報告

独立行政法人 製品評価技術基盤機構 認定センター (IAJapan)

### 1 はじめに

ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation:国際試験所認定協力機構)は、試験所、校正機関、検査機関等の認定を行う認定機関及び関係機関で構成される国際組織である。その主な目的は、認定試験所、校正機関等の試験及び校正結果の国際的な相互受入れを促進することにより、国際貿易の円滑化に向けた協力を実施することである。認証機関等を認定する機関及び関係機関で構成されるIAF(International Accreditation Forum:国際認定フォーラム)とは協力関係にあり、例年合同総会を開催している。ここでは、2017年10月24日から30日にかけてバンクーバーで開催された第21回合同総会について、ILACに関する内容を報告する。

(※ILACに関する詳細情報は5【参考】ILACの概要を参照)

# 2 場 所

シェラトン・ウォール・センター、バンクーバー、 カナダ

# 3 日 程

10月24日(火) ILAC 検査委員会(IC)

及びIAF/ILAC合同広報委員会

(Joint MCC & CMC)

10月25日(水) ILAC 認定委員会(AIC)及び

IAF/ILAC 合同広報委員会

(ILAC / IAF Joint MCC & CMC)

10月26日(木) ILAC相互承認委員会(ARC)

10月27日(金) ILAC 試験所委員会(LC)

10月28日(土) ILAC 総会及びILAC 相互承認評議 会(AC)

10月29日(日) ILAC/IAF 合同総会・署名式

10月30日(月) ILAC 総会

# 4 ILAC総会概要報告

#### 4.1 出席者

今回のILAC総会及び関連会議は、例年通りBIPM, WADA、ISO、IEC、UNIDO、OIML等の国際機関や APLAC、PAC、EA、IAAC等の各地域協力機関を含む世界各国・経済地域より約230名が出席し、日本からはIAJapan(製品評価技術基盤機構認定センター)から6名が出席した他、JAB(日本適合性認定協会)(3名)、VLAC(電磁環境試験所認定センター)(2名)が出席した。

#### 4.2 ILAC 会員情報

2018年4月現在の会員数は次のとおり。

正会員(MRA署名機関):100機関

準 会 員:13機関関 連 機 関:12機関地域協力機関:6機関利害関係機関:24機関

#### 4.3 ILAC執行委員会、各委員会議長の改選

Ms. Dana Leaman (NVLAP、米)が相互承認委員会の Acting Chair に就任した。任期は1年である。

#### 4.4 予算、組織変更等

2016年度及び2017年1月から9月末の決算並びに 2018年度予算は、異論無く承認された。

#### 認定事業者紹介

# サブミリグラム領域でのJCSS分銅校正サービス

株式会社 村上衡器製作所

代表取締役 村 上

昇

## 1 はじめに

株式会社村上衡器製作所は、1906年の創業以来、一貫して質量の計量器の製造に携わっている。現在は、祖業である機械式天びん(上皿天びん等)の製造をはじめ、質量標準としての分銅の製造、およびJCSS質量校正サービス(分銅等、はかり)を主な事業の柱としている。

『計量トレーサビリティ』という言葉が普及して久しく、近年の質量分野では製薬業界を筆頭に高精度なはかりの計量管理には高精度かつ計量トレーサビリティの担保された質量標準分銅を用いる、ということが定着している。国際勧告 OIML R111-1:2004<sup>1)</sup>及び国内規格 JIS B7609:2008<sup>2)</sup>において「分銅」に関する製造規格等は仔細に規定されているが、規格上の分銅の最小公称値は 1 mg である。ものづくりの現場で使用されている電子天びんは、1 mg 未満の測定能力を持つ機種が数多く存在しており、「分銅ではかりを管理する」という原則からは、規格が現場に追いついていない状態でもある。

この様な現状から、弊社では1mg未満の分銅、いわゆる「サブミリグラム分銅」の製品化に取組み、2015年に販売を開始した。また、2018年1月からはサブミリグラム領域でのJCSS分銅校正サービスを開始した。本稿ではそれらの経緯を紹介する。

# 2 会社概要

#### 2.1 事業所概要

名 称:株式会社 村上衡器製作所

所 在 地:大阪市旭区赤川2丁目10番31号

創 業:明治39年(1906年)2月28日 会社設立:昭和23年(1948年)5月14日 資本金:1,000万円

従業員数:30名(平成30年4月1日 現在)

事業内容:精密衡器(はかり・分銅等)の製造・販

売・校正・検査

#### 2.2 沿革

1906年2月 大阪市福島区にて個人営業として創業

1943年頃 戦時下の政府命令により大阪市旭区に

移転

1948年5月 株式会社村上衡器製作所 設立

1996年6月 JCSS 認定事業者(分銅等) 認定取得

【国内2番目】

2000年12月 ISO90001 認証取得

2003年2月 JCSS 認定事業者(はかり) 認定取得

【国内初】

2009年11月 JISマーク表示制度「分銅」 認証取得

【国内初】

2015年9月 サブミリグラム分銅 販売開始

2018年1月 サブミリグラム領域 JCSS校正開始

【国内初】

#### 2.3 JCSS登録内容

登 録 番 号:0066

登録に係る区分:質量

法律に基づく初回登録年月日:平成8年6月18日校正手法の区分の呼称:分銅等、はかり

#### 産総研コーナー

# 現場での非破壊検査高度化を目指した 超小型エックス線源開発

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 分析計測標準研究部門

首席研究員 鈴 木 良 一

社会インフラや産業インフラ構造物を有効に活用するには現場での効率的な点検・検査が必要です。エックス線を用いた非破壊イメージング技術は、インフラ構造物の主要な検査技術の1つとして期待されていますが、従来のエックス線源を用いた方法では効率的な検査を可能にするため、カーボンナノ構造体を電子源とし、小型軽量でバッテリ駆動ロボットに搭載でき、数cmの鉄の透過イメージングができる超小型エックス線源を開発しました。

### 1 研究の背景

日本国内には、高度成長期以降に建設された膨大な社会インフラや産業インフラがあり、それらを有効に活用するためインフラ構造物の効率的な点検が必要とされています。エックス線を用いた非破壊イメージング技術は、肉眼では見えない内部の状態を見ることができることから、インフラ構造物の主要な検査技術の1つとして期待されています。インフラ構造物は検査箇所が膨大にあるため、ロボットを使った自動検査技術の開発が進められていますが、検査の現場では電源確保が難しい場合が多く、小型、軽量、バッテリで駆動し、かつ検査に必要なエックス線透過能力を有するエックス線非破壊検査システムが望まれています。

特に、産業インフラの主要な構造物の1つであるプラント配管は、鉄製の配管が保温材で被覆されているものが多く、外観からは判断できない配管の減肉が問題となっています。このような配管の減肉を精度良く

検査するには、数センチメートルの鉄を透過できるようなエックス線源が必要です。しかし、そのようなエックス線源は、管電圧が200kV以上必要で、従来の非破壊検査用エックス線源は大きく重く、小型のロボット等に搭載することが難しいという問題がありました。

産総研では、これまでカーボンナノ構造体を電子源とした可搬型エックス線源の開発を行ってきました。このエックス線源は、ヒーターやフィラメントが無いため、待機電力不要で、エックス線発生時にしか電力を消費せず、バッテリ駆動エックス線源に最適です。そこで、このエックス線源の管電圧を200kV以上に高めるとともにサイズや重量を抑え、検査に必要なエックス線透過能力を有する超小型エックス線源を開発しました。

# 2 カーボンナノ構造体エックス線源

開発したエックス線源は、針葉樹型カーボンナノ構造体電子源に高電圧を印加して電界電子放出現象により電子を放出させ、ターゲットに電子を入射させてエックス線を発生します。針葉樹型カーボンナノ構造体電子源は、瞬間的に10mAオーダーの電流を出して高出力エックス線を発生し、非破壊検査を行うことができます。

針葉樹型カーボンナノ構造体(**図1**)は、先端がカーボンナノチューブと同等の曲率を持っており、基板側に向かうに従って太く、電界によって生じるクーロン力による破壊耐性が強い構造となっています。この針葉樹型カーボンナノ構造体の電界に弱い部分を処理

共同研究者:加藤英俊、藤原 健(産総研)

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ウェブサイト(https://www.nmij.jp/) NMIJ 研究トピックス No. 7 (2018/04/05) から転載。

# IAJapan コーナー

独立行政法人 製品評価技術基盤機構 認定センター http://www.nite.go.jp/iajapan/

本コーナーは、JCSS、JNLA、MLAP、ASNITEを中心にIAJapanの各認定プログラムの認定実績等について お知らせしております。

# 計量法校正事業者登録制度(JCSS)

2018年1月から2018年3月末に認定範囲の拡大も含め、登録又は登録更新が承認された事業所は、次のとお りです。

#### (区分追加)

登録番号	追加登録年月日	登録された事業所名	登 録 区 分
0039	2018年2月2日	日本電気計器検定所	トルク
0104	2018年2月2日	一般財団法人 日本品質保証機構 九州試験所	長さ、力、音響・超音波
0060	2018年3月2日	株式会社 千代田テクノル 大洗研究所	放射線·放射能·中性子
0062	2018年3月2日	公益財団法人 放射線計測協会	放射線·放射能·中性子
0022	2018年3月22日	一般財団法人 日本軸受検査協会 試験所	硬さ
0109	2018年 3 月22日	株式会社 ミツトヨ テクノサービス事業本部 広島キャリブレーションセンタ	硬さ
0281	2018年 3 月22日	株式会社 東日製作所 トルク標準室	トルク
0312	2018年3月20日	株式会社 中京試験機	硬さ
0039	2018年3月30日	日本電気計器検定所	電気(直流・低周波)

#### (登録更新)

登録番号	登録更新年月日	登録された事業所名	登 録 区 分
0125	2018年 1 月25日	株式会社 札幌谷藤 校正事業部	温度、質量
0133	2018年 1 月27日	マルタニ試工株式会社 校正管理センター	カ
0209	2018年1月25日	松浦計量器株式会社	質量
0058	2018年2月2日	横河電機株式会社 経営監査・品質保証本部 QHSE 統制センター 計測標準部	時間・周波数及び回 転速度、電気(直流・ 低周波)
0104	2018年2月2日	一般財団法人 日本品質保証機構 九州試験所	質量、温度、音響·超 音波
0048	2018年2月9日	キーサイト・テクノロジー・インターナショナル合同会社 計測標準室	電気(直流・低周波)