

測定の不確かさに関する方針

VLAC-VR105 : 2014

発行日：2014年8月1日

株式会社 電磁環境試験所認定センター
〒106-0041 東京都港区麻布台 2-3-5 ノアビル7階

本書は「著作権法」によって、著作権等の権利が保護されております。私的使用のための複製を除き、本書の全部又は一部を無断で複製、転載等をされると、著作権等の権利侵害となる場合がありますので、ご注意ください。

1. 目的

この文書は、株式会社 電磁環境試験所認定センター（以下、当社という）が、試験所認定のための評価基準の一部として用いるものである。この文書は、VR101「試験所の認定に関する一般要求事項及び指針」（ISO/IEC 17025 版）の 5.4.6.2 及び又は 5.4.6.3 の要求事項に基づき、測定の不確かさの推定に関する具体的な運用を行うための解釈を与えるものである。またこの文書ではデバイスの伝送減衰量（利得）の測定を例に挙げて不確かさ要因の見積り方法も解説している。

2. 適用範囲

この文書は、試験所が行う試験・測定において測定の不確かさ要因の見積り及び不確かさを算出する場合に適用する。なお、電磁両立性イミュニティ試験のように測定値ではなく現象を評価する試験結果には適用しない。

3. 引用又は参照文書及び規格

- (1) JCGM 100:2008 GUM with minor correction, Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement
- (2) ISO/IEC Guide 98-3:2008 Uncertainty of measurement -- Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)
- (3) International vocabulary of metrology -- Basic and general concepts and associated terms (VIM).
- (4) 計測における不確かさの表現ガイド. 飯塚幸三 日本規格協会
- (5) ILAC P10:01/2013 ILAC Policy on Traceability of Measurement Results
- (6) JCGM 200:2012 International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)
- (7) CISPR 16-4-2 Ed. 2.0:2011 (b) Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling - uncertainty in measurements
- (8) IEC Guide 115 Application of uncertainty of measurement to conformity assessment activities in the electrotechnical sector
- (9) IECEE-CTL Guide 001 Application of uncertainty of measurement to conformity assessment activities in the electrotechnical sector

4. 基本方針

4.1 一般事項

試験所は、測定の不確かさを推定する手順を持ち、適用すること。

ある種の電磁両立性試験の場合などは、試験方法の性質から厳密で計量学的及び統計学的に有効な測定の不確かさの計算ができないことがある。このような場合には、試験所は少なくとも不確かさの全ての要因の特定を試み、合理的な推定を行い、報告の形態が不確かさについて誤った印象を与えないことを確実にすること。合理的な推定とは、方法の実績に関する知識及び測定の有効範囲に基づくものであり、例えば、以前の経験又は妥当性確認のデータを活用することなどである。

[注 1] 測定の不確かさの推定において必要とされる厳密さの程度は、次のような要因に依存する。

- ・ 試験方法の要求事項

- ・顧客の要求事項
- ・仕様への適合性を決定する根拠としての狭い限界値の存在

[注 2] 広く認められた試験方法が測定の不確かさの主要な要因の値に限界を定め、計算結果の表現形式を規定している場合には、試験所はその試験方法及び報告方法の指示に従うことによってこの項目を満足すると考えられる。(例 CISPR16-4-2)

[注 3] 自身で校正を実施する試験所は、全ての校正について測定の不確かさを推定する手順を持ち適用すること。

[注 4] 測定の不確かさを推定する場合には、適切な分析方法を用いて当該状況下で重要な全ての不確かさの成分を考慮すること。

4.2 不確かさの算出方法

4.2.1 試験規格で規定されている場合

試験規格で算出方法や不確かさの値などが規定されている場合はそれに従う。例えば電磁両立性試験の規格 CISPR16-4-2 がある。また電気測定分野では IEC Guide 115 や IEC60335-1 の適用を規定している場合がある。

4.2.2 試験規格で規定されていない場合

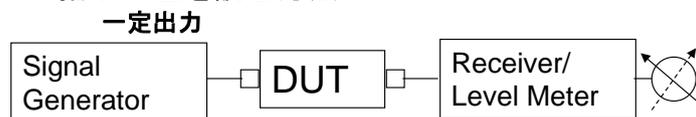
4.2.2.1 一般事項

不確かさの値及び算出方法が規格で規定されていない場合、前項 3. に挙げた規格及び文書を参考にして不確かさを算出する。不確かさを算出する方法の例を以下に示す。

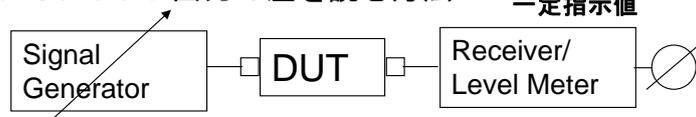
4.2.2.2 不確かさ要因の見積とその例

不確かさの算出は、使用する測定器や測定方法（手順）により不確かさ要因とその大きさが変わる。どのような不確かさ要因がどこに存在するのかを把握するには測定系統図を参照するのが有効である。例えば、電磁両立性試験や無線通信機の試験では信号ケーブル損失や増幅器利得を測定することがあるが、減衰量や利得の測定方法の例として図 1 に示すような 3 通りの方法がある。これらの方法はそれぞれ測定器の種類、測定器の使用方法、及び測定手順が異なり、測定の不確かさの要因や大きさが同じになるとは限らない。

1. Receiver 指示の差を読む方法



2. Signal Generator 出力の差を読む方法



3. Step Attenuator で置換する方法

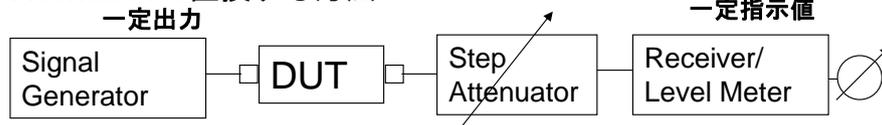


図1 3通りの減衰量（利得）の測定方法の例

上記3通りの減衰量（利得）測定について、それぞれの方法の不確かさ要因を表1に示す。ただし実際の測定においては表1に示す以外に他のジグの使用による不確かさ要因や測定環境固有の不確かさ要因が存在するかもしれないがここでは省略する。

表1 図1に示した3通りの測定方法それぞれの不確かさ要因

○:適用 N/A: 適用外

不確かさ要因	方法1	方法2	方法3	備考
測定のばらつき	○	○	○	繰り返し測定により求めた標準偏差
Signal Generator の出力確度	N/A	N/A	N/A	相対レベルの測定なので絶対確度を必要としない。
Receiver/Level Meter の指示確度	N/A	N/A	N/A	相対レベルの測定なので絶対確度の不確かさを必要としない。
Receiver/Level Meter 指示値の直線性	○	N/A	N/A	
Signal Generator の直線性	N/A	○	N/A	
Step Attenuator の確度	N/A	N/A	○	
直結基準値と DUT を測定している間の測定系の変動	N/A	N/A	N/A	繰り返し測定により求めた標準偏差に含まれる。
DUT のインピーダンス不整合による反射損失（Signal Generator 側）	○	○	○	整合用アッテネータパッドを使用することにより低減できる。
DUT のインピーダンス不整合による反射損失（Receiver/Level Meter あるいは Step Attenuator 側）	○	○	○	整合用アッテネータパッドを使用することにより低減できる。

一般的に測定不確かさの要因として次のようなものが挙げられる。（ただしこれらに限らない）

- (1) 測定のばらつき。繰り返し測定の標準偏差として求められ、繰り返し回数が多いほど正規分布に近づく。
- (2) 測定器の校正報告書に記載された不確かさ。合成標準不確かさの k 倍(多くは2としている)の値が記載されるので、不確かさ要因として採用する場合は k で除した値とする。
- (3) 測定器の仕様に記載された確度、精度、誤差
- (4) 測定器の帯域幅、測定レンジなどの設定

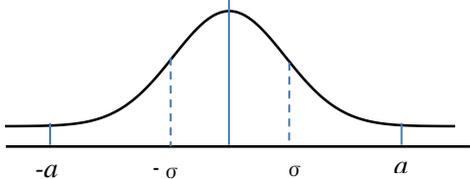
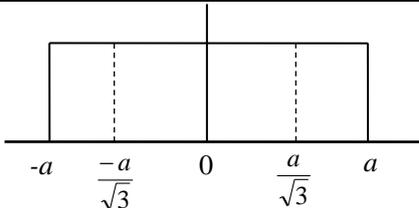
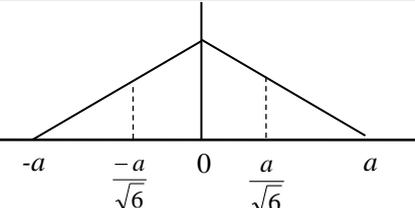
- (5) 測定系の変動：例えば測定している間の信号発生器の出力レベル変動や受信機指示値の変動がある。
- (6) 測定器と接続ケーブル、又は被測定物とのインピーダンス不整合
- (7) 測定場の環境（温度、湿度、振動、照度、電源品質、電磁環境特性、音響特性など）
- (8) 過去のデータの分析結果、又は過去の経験や知識に基づく推定
- (9) 測定方法、測定手順、測定者の技能や熟練度
- (10) 技能試験、試験所間比較、あるいは妥当性確認の結果

見積りした不確かさ要因について、確率分布とその範囲を推定する。要因によっては実験（実測）により確率分布と範囲を求めることができる。もしデータの情報が少なく、統計解析が困難な場合は過去の経験、類似のデータなどから範囲を推定してもよい。

4.2.2.3 標準不確かさ

中心極限定理により、あらゆる確率分布は正規分布に変換できることが証明されており、正規以外の確率分布の標準偏差は、表 2 に示すように範囲 a 及び $-a$ を除数で割ることにより求められる。このようにして不確かさ要因の確率分布を正規分布の標準偏差に変換したものを標準不確かさという。

表 2 確率分布の形状と標準不確かさに変換する除数

確率分布の形状	除数	不確かさ要因の例
正規分布 	1	実際に繰り返し測定を行って求めた標準偏差
正規分布 標準偏差の k 倍	k	校正報告書記載の拡張不確かさ
一様分布 (矩形分布) 	$\sqrt{3}$	取扱説明書、カタログ等に記載された測定器の仕様。繰返し回数が少ない場合、分布形状が推定できない場合、あるいは範囲しか分からない場合は一様分布と仮定する。
三角分布 	$\sqrt{6}$	取扱説明書、カタログ等に記載された測定器の仕様

U 分布		$\sqrt{2}$	インピーダンス不整合
------	--	------------	------------

4.2.2.4 合成標準不確かさを求める

標準不確かさ（標準偏差）に変換した不確かさ要因 u_i を次の式により合成する。

$$u = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + \dots + u_n^2} \quad (1)$$

4.2.2.5 拡張不確かさを求める

式(1)で求めた合成標準不確かさに包括係数 k を乗じて拡張不確かさとする。

$$U = ku \quad (2)$$

[注 5] 不確かさ要因の有効自由度の根拠や求めた不確かさにあやふやさが残るような場合は包括係数を 2 としても差し支えない。（すなわち $U = 2u$ とする）

4.3 試験報告書への記載

試験報告書への不確かさの記載については VR101 試験所の認定に関する一般要求事項の 5.10.3.1 c) を参照のこと。

5. 当社の認定分野の試験に対する不確かさ適用の方針

当社の認定分野の試験に対する不確かさ適用の方針を表 3 に示す。

表 3 認定分野の試験と不確かさ適用の方針

	認定分野	不確かさ適用の方針
1	電磁両立性 エミッション 電源高調波 電源電圧動揺	(1) 適用可能な場合 CISPR16-4-2 で示されている不確かさ要件を適用する。 (2) 他の規格で不確かさ要件が示されている場合はそれを適用する。 (3) 規格で規定されていない場合は本文書を適用する。
2	電磁両立性 イミュニティ	試験結果に対する不確かさは適用しない。ただし加える電界強度、電圧、電流、時間等の不確かさの確認を行う手段を持つこと。
3	無線通信機性能	(1) 適用可能な場合規格に規定されている不確かさ要件を適用する：例 ETSI EN 300 330-1、ETSI TR100 028-1、ETSI TR100 028-2、ETSI TR102 273-3 (2) 規格に規定されていない場合は本文書を適用する。

4	電磁界ばく露 局所比吸収率	規格に規定された不確かさ要件を適用する：例 IEC62209-1、IEC62209-2
5	音響 空気伝搬騒音	適用可能な場合、認定対象規格に規定された不確かさ要件を適用する。
6	環境 エネルギースター	(1)適用可能な場合、エネルギースター規程に示されている不確かさ要件を適用する。 (2)エネルギースター規程に示されていない場合は本文書を適用する。