

測定不確かさの評価に関する方針

VLAC-VR105 : 2021

発行日：2021年9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

この文書は測定不確かさの評価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。また参考として、電磁両立性試験所で行われているデバイスの伝送減衰量（利得）の測定不確かさ要因の見積りの例も示している。

2. 適用範囲

この文書は、試験所が行う試験、測定、並びに校正における測定不確かさの評価に適用する。

3. 参照規格及び参考文献

- (1) ISO/IEC Guide 99:2007 International vocabulary of metrology -- Basic and general concepts and associated terms (VIM)
- (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) 測定不確かさ評価の最前線. 今井秀孝
- (6) 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
- (7) ISO/IEC 17025:2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories (JIS Q 17025:2018 試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項)
- (8) ILAC G17:01/2021 ILAC Guidelines for Measurement Uncertainty in Testing

4. 基本方針

4.1 一般事項

試験所及び自身で校正を実施する試験所は、測定不確かさを評価すること。

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推定ができない場合には、不確かさの全ての要因の特定を行い、可能な場合は合理的な推定を行うこと。合理的な推定とは、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。

試験方法が測定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（例 CISPR16-4-2 は、妨害波測定の測定不確かさを算出するための情報、及び許容値に対する適合性判定を行う際の測定不確かさの適用について述べている）

また測定を伴わない定性試験の結果についても、結果に影響を及ぼす要因を「測定の不確かさ要因」として特定すること。[JIS Q 17025:2018 解説 5.p]

4.2 測定不確かさの評価

4.2.1 測定不確かさの適用

測定不確かさ評価は次のように適用する。

- (1) 結果を測定値で表す試験(定量試験)、試験所自身による校正（内部校正）、並びに設備の適合性検証のための測定は、結果に影響を及ぼす要因を特定するとともに、可能な場合は計量学的及び統計学的手法及び合理的な方法により測定の不確かさを算出する。

定量試験の例－ 放射妨害波測定、漏れ電流測定、送信電力測定、音圧レベル測定、消費電力測定

内部校正の例－ 放射妨害波測定系のロス/ゲイン測定*

設備の適合性検証の例－ サイトアッテネーション (NSA)、電界均一性、音圧レベル減衰特性

【*註記】 測定値の補正に使用する因子の測定は校正として扱う

(2) 結果を現象で表す試験（定性試験）は試験結果に影響を及ぼす要因を特定する。

例: EMC イミュニティ試験、衝撃試験、荷重試験

(3) 計量値で設定する試験条件は、その設定値に影響を及ぼす要因を特定するとともに、可能な場合は計量学的及び統計学的手法及び合理的な方法により設定値の不確かさを算出する。

例: EMC イミュニティ試験の電界強度、温度試験の恒温槽設定温度、耐電圧試験の印加電圧

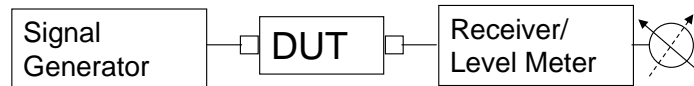
4.2.2 不確かさ要因の見積りの例（参考）

ここでは測定値の測定不確かさ要因の特定と評価について、参考例を示す。

測定不確かさは、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寄与度が変わり得る。どのような不確かさ要因がどこに存在する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に示すように3通りの方法が考えられる。これらの方法はそれぞれ測定器の種類、測定器の使用法、及び測定手順が異なるので、測定の不確かさの要因やその大きさが同じになるとは限らない。

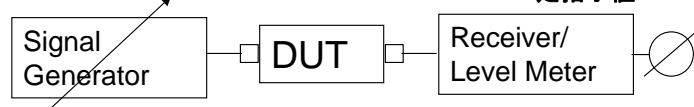
1. Receiver指示の差を読む方法

一定出力



2. Signal Generator出力の差を読む方法

一定指示値



3. Step Attenuatorで置換する方法

一定出力

一定指示値

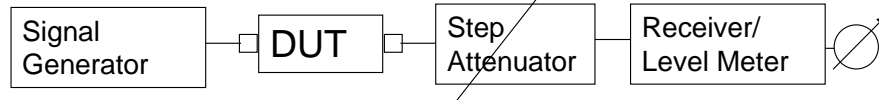


図1 3通りの減衰量（利得）の測定方法の例

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)

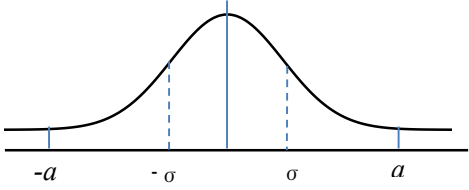
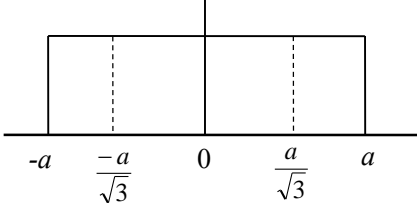
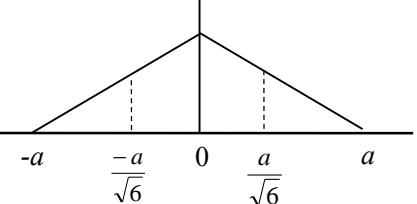
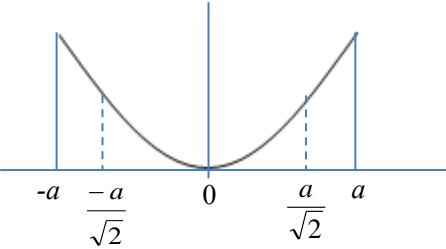
- (1) 測定のばらつき。繰り返し測定の標準偏差として求められ、繰り返し回数が多いほど正規分布に近づく。
- (2) 測定器の校正報告書に記載された不確かさ。合成標準不確かさの k 倍(多くは 2 としている)の値が記載されるので、不確かさ要因として採用する場合は k で除した値とする。
- (3) 測定器の仕様に記載された確度、精度、誤差
- (4) 測定器の帯域幅、測定レンジなどの設定
- (5) 測定系の変動：例えば測定している間の信号発生器の出力レベル変動や受信機指示値の変動がある。
- (6) 測定器と接続ケーブル、又は被測定物とのインピーダンス不整合
- (7) 測定場の環境 (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。

4.2.3 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、正規分布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

4.2.4 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。

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

4.2.5 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

試験報告書への測定不確かさの記載については ISO/IEC 17025:2017 7.8.3.1 c) に従うこと。

本文改定の主な内容

ISO/IEC 17025:2017 (JIS Q 17025:2018) の改定にともない、次のように変更した。

- (1) 「測定の不確かさ」という記述を JIS Q 17025:2018 に合わせて「測定不確かさ」に変更した
- (2) 測定の不確かさの「推定」を測定不確かさの「評価」に変更した
- (3) 結果が測定値ではなく現象で表される試験について、旧版 VR-105:2018 は不確かさの推定を適用対象外としていたが、試験結果に影響を及ぼす要因を「測定不確かさ要因」として特定することを要求した