

新JISたより

不確かさの考え方

「計測における不確かさの表現のガイド」 (GUM) の概要 その1

長年、問題視されていた計測の信頼性の表現に関して、国際度量衡委員会 (CIPM) 及びその事務局である国際度量衡局 (BIPM) が提言し、国際標準化機構 (ISO) が中心になって、6つの国際機関と協議した結果をもとにGUMが出版された。GUMは、主要な国際機関が関与して完成させたものであり、計測の信頼性に関する用語及び表現方法が統一されたことになる。

すでに多くの国際機関において、GUMのルールが受け入れられてきており、品質及び環境マネジメントシステムをはじめ、製品認証、試験所認定の分野において、測定の不確かさや計測標準のトレーサビリティ体系の確立に目が向けられるようになり、もはや、不確かさは避けて通れない関心事になっている。

そこで今回は、不確かさの教科書的存在であるGUMの内容について紹介することにする。

なお、GUMの記述を変更・加筆して記述している箇所がある。

○GUMの内容

0. 序文
1. 適用範囲
2. 定義
3. 基本概念
4. 標準不確かさの評価
5. 合成標準不確かさの決定

6. 拡張不確かさの決定
7. 不確かさの報告
8. 不確かさの評価と表現の手順のまとめ
9. 附属書

0. 序文

(0.1) 不確かさ表示の義務

ある物理量の測定結果を報告するにあたって、その結果を利用する人がその信頼性を評価できるように、結果の質に定量的な指標である不確かさを与えることが義務づけられる。

(0.7) 不確かさ評価法

不確かさ評価法はAタイプ評価とBタイプ評価の2種類に分類することができる(定義参照)。

AとBの分類は、以前から用いられている「偶然誤差」、「系統誤差」という考え方と対応するものではないので、「系統不確かさ」といった表現は避けるべきである。

1. 適用範囲

(1.1) GUMの原則が、次の目的を含む広い範囲の計測に適用できることを目指している。

- ・生産における品質管理と品質保証の維持
- ・化学及び工学における研究・開発の実施
- ・国家標準へのトレーサビリティを実現するための校正並びに試験の実施
- ・参照標準の開発・維持並びに比較

(1.4) GUMは、不確かさの評価と表現についての一般的規則を与えている。評価された測定結果をどのような目的に使うことができるかを議論していない。

例えば、ある製造工程における許容限界を定める、という目的に使用することを議論しているわけではない。このような場合、APLACの適合性評価に関する方針のように、GUMに基づいて特

別な規格を作る必要がある。

2. 定義

(2.2) 不確かさ

(2.2.1) 形容詞の付かない「不確かさ」という用語には、疑いを意味する一般的な概念と、標準偏差のような定量的な尺度を表す異なる二つの意味を含んでいる。

(2.2.3) 「測定の不確かさ」の公式の定義は、「測定の結果に付随した合理的に測定量に、結びつけられ得る値のばらつきを特徴付けるパラメータ」である。

- ・不確かさは、測定の結果に付随したものであって、測定器や測定方法に付随するものではない。
- ・パラメータは、標準偏差又はその倍数であっても、信頼水準を明示した区間の半値であってもよい。
- ・測定の不確かさの成分は、一連の測定結果の統計分布や、実験標準偏差から推定することができる(Aタイプ)。また、その他の成分は、経験又は他の情報に基づいて確率分布を想定した標準偏差によって評価される(Bタイプ)。

(2.3) GUMに特有の用語

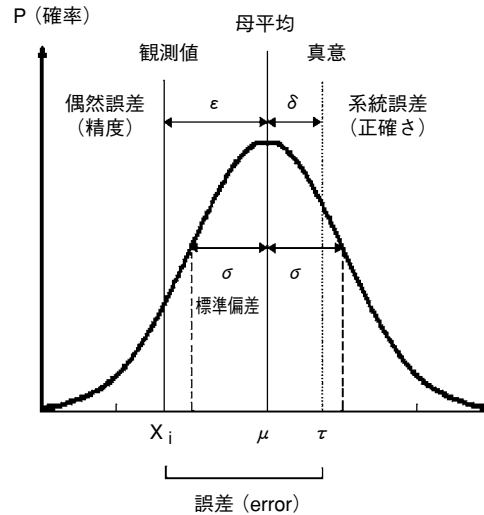
(2.3.1) 標準不確かさ：標準偏差で表される測定の結果の不確かさ。

(2.3.2) Aタイプ評価：一連の観測値の統計的解析による不確かさの評価方法。

(2.3.3) Bタイプ評価：一連の観測値の統計的解析以外の手段による不確かさの評価方法。

(2.3.4) 合成標準不確かさ：測定の結果がいくつかの他の量の値から求められるときの、各量の変化に応じて測定結果がどれだけ変わるかによって重み付けした分散の和の正の平方根。重み付けに用いる数値を感度係数という。

(2.3.5) 拡張不確かさ：測定結果について、合理



従来の誤差の概念

的に測定量に結びつけられ得る値の分布の大部分を含むと期待される区間(区間の信頼の水準)を定める量。

(2.3.6) 包含係数：拡張不確かさを求めるために、合成標準不確かさに乗ずる数として用いる数値係数。代表的には、2~3の範囲にある。

3. 基本概念

(3.1.1) 測定の目的は、測定量の値を決定することにある。従って測定は、測定量、測定の方法及び測定手順を適切に明示することから始まる。これが明確でないと、測定も不確か評価も行うことができない。

(3.1.2) 測定の結果は、測定量の値の近似値あるいは推定値に過ぎず、測定量の値の最良推定値で測定の結果は、その推定値の不確かさの記述を伴って初めて完全なものになる。

「合理的に測定量に結びつけられ得る値」は、一つではなく複数存在し、不確かさの記述によって、測定量の候補を指し示す必要がある。

(3.1.3) 測定量は、測定に関わるすべての目的に対して値が唯一となるように、その要求精度に対して十分完全に定義すべきであり、「測定量の値」という表現を用いる。

測定量の定義が完全でないと、不完全な部分は不確かさの評価に含むべき十分大きな不確かさの成分を生ずることになる。例えば、鋼棒の長さをマイクロメータの正確さで決定する場合は、長さを測定したときの温度や圧力を含めなければならない。

(3.1.6) 一組の繰り返し観測を測定結果に変換する数学モデル(モデル式、数式モデルとも云う)に含まれる各々の変数の観測値のばらつきに加え、正確に知ることのできない影響量を含んでいる。このことは、測定結果の不確かさの一因となる。

(3.2.2) 偶然誤差を補正することはできないが、測定回数を増やすことによって減少させることが通常行われる。その誤差の平均値は、繰り返しの回数が増えるに従って0に近づくことが期待される(誤差の期待値は0である)。実際には、平均値の誤差は知ることができないので、偶然効果による平均値の不確かさである。

(3.2.3) 系統効果(かたより)は、補正を行うことによって減少させることができる。補正後の系統効果による不確かさの期待値は0である。補正した後、補正しきれなかった分が不確かさとして残る。この不確かさは偶然効果による不確かさと同じに扱う。つまり、既知の系統効果によるかたよりは補正し、補正しきれなかった分や未知の系統効果は、偶然効果として扱う。

(3.3.4) Aタイプ、Bタイプの分類の目的は、不確かさ成分を評価する方法を示すことであり、便宜だけのためである。Aタイプ、Bタイプに本質的な違いがあるわけではない。ある不確かさは、Aタイプで評価されることも、Bタイプで評価されることもある。

(3.4.1) 測定結果の不確かさは、通常、測定の数学モデル(モデル式)と不確かさの伝播則を用いて評価される。従って、測定が数学的にモデル化できることが、このガイドでは前提とされており、不確かさの評価を行うときにはモデル式が必要不可欠である。

(3.4.2) 数学モデルは完全でないので、関係する量はすべて実行可能な最大範囲で変化させるのがよい。このことによって感度係数を実験的に求めることができる。可能なときには、測定が統計的管理状態にあることを示す点検基準及び管理図を使用することにより、信頼できる不確かさの評価を得る努力をすることが望ましい。

よく計画された実験は、不確かさの信頼できる評価を容易にするものであり、重要な部分である。実験計画を入念に練らないと、どのような不確かさを求めるのか曖昧になることが多い。

(3.4.7) データの間違ひは、不確かさ評価の対象としない。

次回は引き続き、GUMの概要をご紹介します。

(文責：製品認証部 上園正義)