

計測器校正の勘どころ

校正の不確かさ編(第10回)・不確かさ成分の評価(2)

アンリツ計測器カスタマサービス株式会社
計測テクニカルセンター
山崎 俊雄

《はじめに》

今回は、実際に不確かさ成分の標準不確かさを求める手順に進みたいと思います。求める不確かさ成分の確率分布を考慮しつつ、その確率分布から一つひとつ丁寧に標準不確かさを求めていきます。では、今回も説明を始めることにしましょう。

1. 不確かさ成分の評価

前回の校正不確かさ編(第9回)では、不確かさ成分の確率分布のお話をしました。では、再び校正の不確かさ編(第8回)の(2)式に戻ることしましょう。(2)式の右辺には6個の変数と定数があります。ここではこれらの不確かさを以下の記号で表すことにします。

R_s の不確かさ： $u(R_s)$	(正規分布)
R_{is} の不確かさ： $u(R_{is})$	(正規分布)
R_{ix} の不確かさ： $u(R_{ix})$	(正規分布)
δR_s の不確かさ： $u(\delta R_s)$	(矩形分布)
δR_{is} の不確かさ： $u(\delta R_{is})$	(矩形分布)
δR_{ix} の不確かさ： $u(\delta R_{ix})$	(矩形分布)

2. 正規分布の不確かさ成分

まず $u(R_s)$ から見てみましょう。 $u(R_s)$ は参照標準抵抗器の校正値の不確かさで、上位校正機関の校正証明書に記載のものを用います。例えば校正不確かさが $5 \text{ m}\Omega$ (包含係数 $k=2$) と記載されていれば、標準不確かさは $5 \text{ m}\Omega / 2 = 2.5 \text{ m}\Omega$ となります。

$u(R_{is})$ は参照標準抵抗器接続時の DMM 表示値の不確かさで、実際には複数の観測値に対して、統計量としての標準偏差(σ)を計算します。例えば、5回の観測で σ が $1.6 \text{ m}\Omega$ であるとき、標準不確かさは $1.6 \text{ m}\Omega / \sqrt{5} = 0.7 \text{ m}\Omega$ となります。

$u(R_{ix})$ は被測定抵抗器接続時の DMM 表示値の不確かさで、実際には複数の観測値に対して、統計量としての標準偏差(σ)を計算します。例えば、5回の観測で σ が $2.0 \text{ m}\Omega$ であるとき、標準不確かさは $2.0 \text{ m}\Omega / \sqrt{5} = 0.9 \text{ m}\Omega$ となります。

3. 矩形分布の不確かさ成分

$u(\delta R_s)$ は参照標準抵抗器の最終校正以来のドリフトによる R_s の不確かさで、過去の校正履歴から推定します。例えば、過去に複数回実施した校正値の偏差の幅(限界値)が $\pm 10 \text{ m}\Omega$ である場合、標準不確かさは $10 \text{ m}\Omega / \sqrt{3} = 5.8 \text{ m}\Omega$ となります。

$u(\delta R_{is})$ は温度による参照標準抵抗器の R_{is} の変動に起因する不確かさです。ここでは、周囲温度環境が校正時と測定時で同一であるものと仮定します。例えば、参照標準抵抗器の温度計数が $5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ 、周囲温度の変動範囲が $\pm 0.055 \text{ K}$ 以内であるとき、この測定環境における R_{is} の変動の限界値は $5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1} \times 0.055 \text{ K} \times 10 \text{ k}\Omega = 2.75 \text{ m}\Omega$ となります。標準不確かさは $2.75 \text{ m}\Omega / \sqrt{3} = 1.6 \text{ m}\Omega$ と求められます。

$u(\delta R_{ix})$ は温度による被測定抵抗器の R_{ix} の変動に起因する不確かさです。被測定抵抗器の温度計数が $10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ であるならば、この測定環境における校正値の変動の限界値は $10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1} \times 0.055 \text{ K} \times 10 \text{ k}\Omega = 5.5 \text{ m}\Omega$ となります。標準不確かさは $5.5 \text{ m}\Omega / \sqrt{3} = 3.2 \text{ m}\Omega$ と求められます。

4. 不確かさのバジェットをつくる

これで6個すべての不確かさ成分の標準不確かさが求められました。入手可能な情報を丁寧に処理することで標準不確かさを求めることができます。このような不確かさ情報の整理には一般的に「不確かさのバジェット」と呼ばれる一覧表が用いられています。次回は「不確かさのバジェット」を用いた合成標準不確かさの計算に進みます。

チェック!

測定の関数モデルに含まれる変数の数だけ不確かさ成分が存在します。入手可能な情報から、不確かさ成分の確率分布に基づいた標準不確かさを求めます。不確かさのバジェットが用いられています。