Japan Calibration Service System

JCSS

不確かさの見積もりに関するガイド

登録に係る区分：電気（直流・低周波）

計量器等の区分：直流測定器等

【ﾊﾝﾃﾞｨﾃﾞｨｼﾞﾀﾙﾏﾙﾁﾒｰﾀ直流電圧 100 V】

第 6 版

（JCG210S21－06）

改正：2026 年 4 月 1 日

独立行政法人製品評価技術基盤機構

適合性評価推進センター　認定センター

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

目　　次

1. はじめに……3
2. オフセットの影響……3
3. DMM の校正値……3
4. 指示値のばらつき……3
5. DMM の読み……4
6. 校正器……4
7. 校正される DMM の分解能……4
8. その他の補正……4
9. 相関……4
10. 不確かさのバジェット……5
11. 拡張不確かさ……5
12. 報告結果……5
13. 追加的所見……5
14. 数学的注釈……5

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

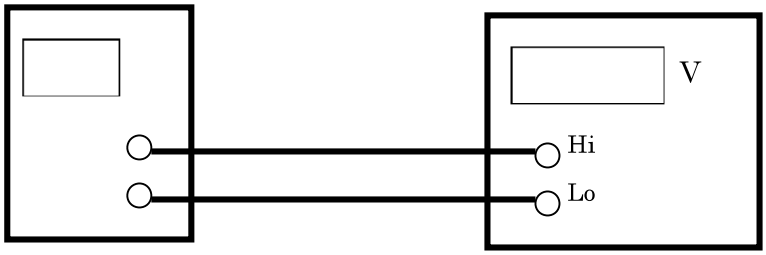
ハンディディジタルマルチメータ直流電圧 100 V の校正

1. **はじめに**:多機能キャリブレータ(校正器)をワーキングスタンダードとして用い、直流電圧 100 V を入力し、ハンディディジタルマルチメータ(DMM)を校正する。このとき、測定手順は以下の通りとする。

   (1)校正器の出力端子は、測定に適したケーブルを用い DMM の入力端子に接続される。

   (2) 校正器は 100 V に設定され、適切な安定時間を置いたあと、DMM の読みが記録される。

   (3) DMM の校正値は、DMM の読み及び校正器の校正値を用い計算される。



ハンディディジタルマルチメータ直流電圧 100 V の校正接続図

2. **オフセットの影響**:この測定手順を用い得られた DMM 値は、直線性からの偏差同様、オフセットの影響を含むことを特筆しておかなければならない。

3. **DMM の校正値**:校正される DMM の校正値 V_C は、次式により得られる。

$$V_C = 100\ \mathrm{V} + V_{iX} - V_S + \delta V_{iX} - \delta V_S \qquad (1)$$

ここで

V_{iX} - DMM によって指示された電圧(添え字のiは“Indicated“を意味する)

V_S - 校正器の校正値

δV_{iX} - DMM の指示の分解能による指示電圧の補正

δV_S - 以下のものによる校正器の電圧の補正

(1) 経年変化による最終校正以来の変動

(2) オフセット、非直線性及びゲインの差の相乗効果によりもたらされた変動

(3) 周囲温度による変動

(4) 電源電圧による変動

(5) 校正される DMM の入力抵抗によりもたらされた負荷の影響

4. **指示値のばらつき**:DMM の指示の分解能のため、指示値のばらつきは観測されない。

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

5. DMM の読み(V_{ix})

DMM は校正器を 100 V に設定した時 100.1 を指示する。

6. 校正器(V_S)

校正器は DMM の校正に使用される 6 ヶ月前に校正された。校正証明書に記された直流電圧 100 V の校正値は、(100.000±0.002) V（包含係数 k=2）であった。

7. 校正される DMM の分解能(δV_{ix})

DMM 表示の最小有効数字は、0.1 Vに対応する。それぞれの DMM 読みには、限界値±0.05 V で 0.0 V と推測される表示の分解能による補正を有する。（すなわち、最小有効数字の大きさの半分である。）

8. その他の補正(δV_S)

個々の数値は利用できないという事実のため、異なる原因に付随する測定の不確かさは、校正器製造業者によって示された精度仕様から得られる。これらの仕様書は、校正器によって発生した電圧が、以下の測定条件のもとで$\pm(0.000\ 1 \times V_S + 1\ \mathrm{mV})$*の範囲内で校正器の設定と一致する、と記載されている。

（1） 周囲温度が 18 ℃から 28 ℃の範囲内である。
（2） 校正器を動かす電源電圧は 90 V から 110 V の範囲内である。
（3） 校正器端子における抵抗負荷は 100 kΩより大きい。
（4） 校正器は一年以内に校正されている。

これらの測定条件が満たされ、校正器の校正履歴が、製造業者の仕様が信用に値するであろうと示しているので、校正器によって発生した電圧に適用する補正値は±0.011 V の範囲内で 0.0 V であると推測される。

9. 相関

いずれの入力量も、意味があるほど相関を有するとみなされない。

＊：データシートやマニュアルにおいて測定計測器の精度仕様を示すのに広く用いられる方法は、本来、“setting”の点から仕様限界値を示すことにある。校正器の仕様は±(0.01% of setting ＋1 mV)と記述されている。この方法が上記の表現と同等とみなされるとしても、多くの場合で誤解を招く恐れがあり、国際的に受け入れられた記号の命名法において物理量の方程式を表さないため、ここではそれを用いない。

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

10. 不確かさのバジェット（V_C）

量 X_i	推定値 x_I	標準不確かさ $u(x_i)$	確率分布	感度係数 c_i	不確かさの寄与 $u_i(y)$
V_{iX}	100.1 V	−	−	−	−
V_S	100.0 V	0.001 V	正規	−1.0	−0.001 V
δV_{iX}	0.0 V	0.029 V	矩形	1.0	0.029 V
δV_S	0.0 V	0.0064 V	矩形	−1.0	−0.0064 V
V_C	100.1V				0.030 V

11. 拡張不確かさ

結果に付随する測定の標準不確かさは、DMM の指示の分解能の影響に明らかに影響される。最終分布は正規というより本質的な矩形である。したがって、JCSS「校正における測定不確かさの評価」に示された有効自由度の方法は当てはまらない。矩形分布に適した包含係数は 14 数学的注釈の式(8)に示された関係から計算される。

$$U=k\cdot u(V_C)=1.65\times 0.030\ \mathrm{V}\fallingdotseq 0.05\ \mathrm{V}$$

12. 報告結果

100 V でのハンディディジタルマルチメータの校正値は(100.10±0.05) V である。

報告された測定の拡張不確かさは、95 %の包含確率に対して推定された、矩形確率分布より得られた包含係数 k=1.65 を乗じた測定の標準不確かさとして表される。

13. 追加的所見

包含係数を計算するために用いられる方法は、結果に付随する測定の不確かさがDMMの指示の分解能の効果に著しく影響される、という事実と明らかに関連している。このことは、不確かさのバジェットにおいてDMMの指示の分解能が唯一の卓越した要因であるならば、全ての低分解能の測定器の校正にとって事実であろう。

14. 数学的注釈

$u_1(y)$の項のように、そのバジェットの不確かさの寄与の１つが支配的な項と確認することができるような測定状態の場合には、測定結果 y に付随する標準不確かさは次式のように記すことができる。

$$u(y)=\sqrt{u_1^2(y)+u_R^2(y)} \tag{2}$$

ここで

$$u_R(y)=\sqrt{\sum_{i=2}^{N}u_i^2(y)} \tag{3}$$

は支配的ではない全ての不確かさの寄与を示す。支配的ではない全不確かさの寄与 $u_R(y)$と

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

支配的条件の不確かさの寄与 $u_1(y)$の比が 0.3 より大きくない限り、式(2)は次式により近似される。

$$u(y) \cong u_1(y) \cdot \left[1 + \frac{1}{2} \left(\frac{u_R(y)}{u_1(y)} \right)^2 \right] \tag{4}$$

近似の相対誤差は 1×10^{-3}より小さい。方程式(4)の括弧内の項が標準不確かさに及ぼす影響は最大でも 5 %より大きくない。この値は、不確かさの値の数学的丸めに対して容認された許容差の範囲内である。

これらの前提のもと、当然、測定量に帰する値の分布は、既知の主な寄与による分布と本質的に同一である。この分布密度$\psi(y)$より、包含確率 p は、その積分関係によって、どんな測定の拡張不確かさの値に対しても決定される。

$$p(U) = \int_{y-U}^{y+U} \varphi(y')dy' \tag{5}$$

この関係を与えられた包含係数に転化することは、測定の拡張不確かさと、与えられた分布密度$\psi(y)$に対する包含確率 $U=U(p)$の関係をもたらす。この関係を用い、包含係数は最終的に次式のように表される。

$$k(p) = \frac{U(p)}{u(y)} \tag{6}$$

本校正のハンディディジタルマルチメータの場合には、指示値の分解能による主な不確かさの寄与は $u_{\delta Vx}(V_C)$=0.029 V である。だが一方、支配的でない不確かさの寄与の合計は $u_R(V_C)$=0.0064 V である。両者の比は $u_R(V_C)/ u_{\delta Vx}(V_C)$=0.22 である。このように、指示値の誤差として当然帰する値の派生分布は、本質的に矩形である。矩形分布に対する包含確率は測定の拡張不確かさに関係する直線である。(a は矩形分布の半分の幅である)

$$p = \frac{U}{a} \tag{7}$$

測定の拡張不確かさ U に対しこの関係を解決することと、結果を挿入する JCSS「校正における測定不確かさの評価」の 式(3.8)に示された矩形分布に関係する測定の標準不確かさの表現とともに、最終的に次の関係を示す。

$$k(p) = p\sqrt{3} \tag{8}$$

EA において適用できる包含確率 p=95 %に対して、その包含係数は k=1.65 である。

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

主な改正事項

・組織改編に伴う名称の変更

以上

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。