JCSS
Japan Calibration
Service System

JCSS 不確かさ見積もりに関するガイド

登録に係る区分：長さ
校正手法の区分の呼称：一次元寸法測定器
種類：ダイヤルゲージ、ダイヤルゲージ校正器

第 7 版

（JCG201S61―07）

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

事例 1　ダイヤルゲージ 3

事例 2　ダイヤルゲージ校正器 8

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。

事例1　ダイヤルゲージ

（注）本事例は、不確かさの評価の一事例を示したものであり、実際には校正事業者は諸条件を考慮して評価を行うこと。また、不確かさの成分ごとに評価された数値は、校正事業者自らがその根拠を示せることが必要である。

１．測定の概要

ダイヤルゲージ校正器を標準にして、JIS B7503 及び JIS B7533(で規定するダイヤルゲージ及びてこ式ダイヤルゲージを校正する際の不確かさを求める。校正室の温度はほぼ 20 ℃に近い恒温室で行う。また、ダイヤルゲージ校正器の校正は実施され補正値は分かっているが、ダイヤルゲージの校正点は多くダイヤルゲージ校正器の校正個所とは一致していないので補正せずに使用する。

２．関数モデル

ダイヤルゲージの校正値 D は、標準との比較において次の式で表せる。

$$D = I - T + L_i \tag{1}$$

ここで D は校正値、I はダイヤルゲージの指示値、T はダイヤルゲージ校正器が与える変位量、L_i は各種の補正項である。校正の合成標準不確かさ $u_c(D)$は次式から導かれる。

$$u_c^2(D) = u^2(I) + u^2(T) + u^2(L_i) \tag{2}$$

ここで、$u(I)$はダイヤルゲージの指示値の不確かさ、$u(T)$はダイヤルゲージ校正器が与える変位量の不確かさ、$u(L_i)$は各種補正項（本事例では熱的効果による $u(L_{thermal})$）の不確かさである。以下これら各成分の標準不確かさの評価を行うこととする。

３．各成分の標準不確かさ評価

３．１ ダイヤルゲージの指示値の標準不確かさ：$u(I)$

① 読み取り分解能：$u(I_1)$

校正値の決定は、ダイヤルゲージの長針を測定ポイントの目盛に合わせダイヤルゲージ校正器の変位量を読み取ることから、ダイヤルゲージの読み取り分解の不確かさは計上しない。

なお、長針を目盛りに合わせる不確かさ（ばらつき）は、ダイヤルゲージの校正作業の不確かさに含まれると考える。

（注） ダイヤルゲージの指示値を読む場合及びディジタル表示の機器については、読み取り分解の不確かさを考慮すること。

② ダイヤルゲージの校正作業：$u(I_2)$

ダイヤルゲージの校正作業におけるばらつきを表 1 の実験により評価する。

表 1　ばらつきを評価する実験

要　　因	水準数	備　　考
ダイヤルゲージのサンプル	3 個	データ数 62／1 個
測定者	4 人	

ばらつきの評価方法は、測定ポイント毎に 4 人の平均値を求め、その平均値との差のデータについて二乗和をとり、標準偏差を求めるものとする。計算した結果、標準偏差は

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。

0.36 μm であった。

$$u(I_2) = 0.36\ \mu m$$

３．２ ダイヤルゲージ校正器が与える変位量の標準不確かさ：$u(T)$

① 標準器の校正：$u(T_1)$

標準器として用いるダイヤルゲージ校正器の不確かさは、ダイヤルゲージ校正器を校正したときの不確かさ、及び指示値に対する偏差(校正したときの補正値)から評価する。

a) ダイヤルゲージ校正器を校正したときの指示値の最大偏差は表 2 のとおりである。

表 2　ダイヤルゲージ校正器の偏差

測定範囲	最大偏差（μm）
0～25 mm	1.0
任意の 10 mm	0.9
任意の 5 mm	0.5

b) ダイヤルゲージ校正器を校正したときの拡張不確かさ($k = 2$)は 0.6 μm である。

c) ダイヤルゲージ校正器の不確かさを以下のとおり計算する。

$$u(T_1) = [\ (0.6\ \mu m / 2)^2 + (\text{ﾀﾞｲﾔﾙｹﾞｰｼﾞ校正器の最大偏差}\ / \sqrt{3}\ )^2\ ]^{1/2}$$

上式により評価されたダイヤルゲージ校正器の標準不確かさは任意の 10 mm の測定範囲の場合には 0.60 μm となる。

$$u(T_1) = 0.60\ \mu m$$

② 標準器の経時変化：$u(T_2)$

標準器の経時変化の不確かさは、過去のデータより、校正周期内における校正値の最大変化の $1/\sqrt{3}$ を見積もり、標準不確かさは、

$$u(T_2) = (0.3\ \mu m) / \sqrt{3}\ = 0.17\ \mu m$$

とする。

③ ダイヤルゲージ校正器の読み取り分解能：$u(T_3)$

ダイヤルゲージ校正器の読み取り分解能の不確かさは、最小表示量又は目量(細分して読む場合はその大きさ)の 1/2 を限度とした矩形分布を想定して評価する。

例えばディジタル表示のダイヤルゲージ校正器であって、最小表示量 0.1 μm の場合の標準不確かさは、

$$u(T_3) = (0.05\ \mu m) / \sqrt{3}\ = 0.029\ \mu m$$

となる。

３．３ 熱的効果の標準不確かさ：$u(L_{thermal})$

長さ計の校正における熱的効果による標準不確かさ $u(L_{thermal})$は、GUM の付属書 H の H.1.2 より導かれた次式によって表わすことができる。

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。

$$u^2(L_{\text{thermal}}) = L^2\alpha_S^2\, u^2\,(\delta\theta) + L^2\, u^2\,(\theta)\, u^2(\delta\alpha) \qquad (3)$$

ここで L はダイヤルゲージ校正器が与える変位量、α と α_S はそれぞれダイヤルゲージとダイヤルゲージ校正器の熱膨張係数、θ と θ_S はそれぞれダイヤルゲージとダイヤルゲージ校正器の 20 ℃からの温度偏差、$\delta\theta=\theta-\theta_S$、$\delta\alpha=\alpha-\alpha_S$ である。(3)式は、θ=0、$\delta\theta$=0 及び $\delta\alpha$=0 という仮定のもとで導かれた式である。ただし、0 と仮定した偏差（かたより）は不確かさ成分に含める。

① 標準器とダイヤルゲージとの温度差：$u(\delta\theta)$

実験結果から、温度差の平均値$\delta\theta_{ave}$ は 0.32 ℃、標準偏差$\sigma_{\delta\theta}$は 0.04 ℃である。さらに、この温度差測定そのものの標準不確かさとして、使用した 2 本の温度計個々の標準不確かさの二乗和（同じ温度計の場合は、温度計校正の標準不確かさの$\sqrt{2}$倍）も考慮する。ここでは、各温度計の校正証明書の拡張不確かさは k=2 で 0.03 ℃であったとすると、標準器とダイヤルゲージとの温度差の不確かさとして、

$$u(\delta\theta) = [\,(0.32\ ℃)^2 + (0.04\ ℃)^2 + 2\times(0.03\ ℃/2)^2\,]^{1/2} = 0.32\ ℃$$

と評価される。

（参考）温度計を自己校正して使用する場合及び温度測定のデータ数（自由度に係わる部分）は、「JCSS 不確かさ見積に関するガイド：長さ・一次元寸法測定器（ブロックゲージ）」の事例２を参照のこと。

② ダイヤルゲージの標準温度からの偏差(20 ℃からの差)：$u(\theta)$

ダイヤルゲージの標準温度からの偏差(20 ℃からの差)の不確かさは、標準温度(20 ℃)に対する平均温度の差とそのばらつきが考えられる。一定の温度で制御されている恒温室内で十分温度ならししした後、校正作業を行う状況での標準器とダイヤルゲージの温度変化を測定した。測定の結果、ダイヤルゲージ温度の偏差の平均は、0.4 ℃であった。

また、室内の周期的な変動が±0.3 ℃あることから、ダイヤルゲージの平均温度は、室内の温度変動に影響を受ける。この場合、時間に対する周期的な温度変動は U 字形(逆正弦波 SIN^{-1})の温度分布を生じると考える。よって、ダイヤルゲージの標準温度からの偏差の標準不確かさは、温度測定に使用した温度計の不確かさ（校正証明書の拡張不確かさ(k=2)で 0.03 ℃）も考慮し、

$$u(\theta) = [\,(0.4\ ℃)^2 + (0.3\ ℃/\sqrt{2}\,)^2 + (0.03\ ℃/2)^2\,]^{1/2} = 0.45\ ℃$$

となる。

③ 標準器とダイヤルゲージの熱膨張係数の差：$u(\delta\alpha)$

標準器の熱膨張係数を$(11.5\pm2)\times10^{-6}\,K^{-1}$ とし、ダイヤルゲージの熱膨張係数を$(11.5\pm2)\times10^{-6}\ K^{-1}$ とする（標準器及びダイヤルゲージの主材料を鋼と考える）と、差の不確かさは最大$(0.0\pm4)\times10^{-6}\ K^{-1}$ となる。ここで、両者の最大限度幅$\pm4\times10^{-6}\ K^{-1}$ の標準不確かさは三角分布の確率分布から評価することができるので、

$$u(\delta\alpha_s) = (4\times10^{-6}\ K^{-1}) / \sqrt{6} = 1.63\times10^{-6}\ K^{-1}$$

となる。

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。

（参考）標準器とダイヤルゲージの熱膨張係数が異なる場合は、「JCSS 不確かさ見積に関するガイド：長さ・一次元寸法測定器（ブロックゲージ）」の事例２を参照のこと。

３．４ 合成標準不確かさ

各成分についての合成標準不確かさの例を表 3 に示す。

表 3　ダイヤルゲージ校正の不確かさの成分ごとの標準不確かさ一覧

(測定長さ L= 10 mm の場合)

不確かさ成分	各成分の標準不確かさ	感度係数	長さ換算の標準不確かさ (μm)	タイプ
ダイヤルゲージの指示値の標準不確かさ $u(I)$	0.36 μm	1	0.36	
① 読み取り分解能 $u(I_1)$	ー μm			B
② ダイヤルゲージの校正作業 $u(I_2)$	0.36 μm			A
ダイヤルゲージ校正器が与える変位量の標準不確かさ $u(T)$	0.62 μm	1	0.62	
① 標準器の校正 $u(T_1)$	0.60 μm			B
② 標準器の経時変化 $u(T_2)$	0.17 μm			B
③ 読み取り分解能 $u(T_3)$	0.03 μm			
熱的効果の標準不確かさ $u(L_{thermal})$			0.04	
1) 標準器とﾀﾞｲﾔﾙｹﾞｰｼﾞとの温度差 $u(\delta\theta)$	0.32 ℃	$L\alpha_S$	0.04	A&B
2) ﾀﾞｲﾔﾙｹﾞｰｼﾞの標準温度からの偏差 $u(\theta)$・標準器とﾀﾞｲﾔﾙｹﾞｰｼﾞの熱膨張係数の差 $u(\delta\alpha)$	0.45 ℃・1.63×10^{-6} K^{-1}	L	0.01	B
二乗和 $u_c^2(D)$ = 0.5156 μm^2				
合成標準不確かさ $u_c(D)$ = 0.72μm				
拡張不確かさ $U(k=2)$ = 1.44 μm				

(感度係数の計算に用いられた数値：L= 10 mm, $\alpha_S = 11.5\times10^{-6}$ K^{-1})

４．　拡張不確かさの決定

ダイヤルゲージ校正における拡張不確かさを測定範囲及び目量ごとにまとめると表 4 のとおりとなる。

表 4 ダイヤルゲージの校正の拡張不確かさ

測定範囲	目　　量	拡張不確かさ(k=2)
0～1 mm	0.001 mm	1.3 μm
0～2 mm		1.3 μm
0～5 mm		1.3 μm
0～5 mm	0.01 mm	1.3 μm
0～10 mm		1.4 μm
0～25 mm	0.01 mm	1.6 μm

５．指示誤差及び戻り誤差の不確かさ

JIS B7503 に規定する指示誤差（全測定範囲、1/10 回転、1/2 回転、１回転）及び戻り誤差は、２．の校正値 D の 2 点の差から求められることから、各誤差の合成標準不確かさは、

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。

$$u_c\,(D\text{-}D) = [2 \times u_c^2(D)\,]^{1/2}$$

より評価され、拡張不確かさは、包含係数 k =2 を $u_c(D\text{-}D)$に乗じて求められる。

拡張不確かさは、表４同様に測定範囲及び目量ごとにまとめ決定すること。

６．有効自由度の取扱い

６．１ 一般指針

信頼の水準約 95 %対応する拡張不確かさの決定においては、原則的に以下の考え方を採用してよい。なお、この一般指針は、事例 2 ダイヤルゲージ校正器においても同様である。

- 有効自由度 ν_{eff} が 9 以上ある場合は、信頼の水準約 95 %を持つ区間の包含係数 k として 2 が採用可能。(JCSS 校正方法と不確かさに関する表現(JCG200) 5 項)
- タイプ B 評価された標準不確かさの自由度 ν_i は、∞(無限大)と仮定可能。(GUM 付属書 G.4.3)

（参考）各要因の標準不確かさの自由度 ν_i が全て 9 以上の場合は、有効自由度 ν_{eff} が 9 以上となることが明らかであり、Welch-Satterthwaite の式（GUM 付属書 G.6.4）で有効自由度 ν_{eff} を計算する必要はない。ただし、不確かさ評価文書には、この考え方により信頼の水準約 95 %を持つ区間の包含係数 k を 2 とした旨の表明は必要である。

６．２ 有効自由度 ν_{eff} の計算

標準不確かさの自由度 ν_i に 9 未満のものがあり、その標準不確かさが合成標準不確かさに対して支配的に寄与する場合は、Welch-Satterthwaite の式（GUM 付属書 G.6.4）により有効自由度 ν_{eff} を計算する。

（参考）「支配的に寄与する」の意味については、「JCSS 校正における測定の不確かさの評価(JCG200)」の５．７注記を参照のこと。
本事例で紹介している「二次項（(3)式右辺第 2 項）」及び「かたよりを補正せずに不確かさに考慮した場合（$u(\theta)$に考慮した 20 ℃からの平均偏差等）」の有効自由度の計算方法例については、「JCSS 不確かさ見積に関するガイド：長さ・一次元寸法測定器（ブロックゲージ）」を参照のこと。

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。

事例2　ダイヤルゲージ校正器

（注）本事例は、不確かさの評価の一事例を示したものであり、実際には校正事業者は諸条件を考慮して評価を行うこと。また、不確かさの成分ごとに評価された数値は、校正事業者自らがその根拠を示せることが必要である。

１．測定の概要

ダイヤルゲージ校正器(測定範囲：0～25 mm、目量：0.5 μm 以下)の校正を、次に示す標準器及び校正用機器のいずれかの組合せを用いることによって行う場合の校正の不確かさを求める(図 1 のダイヤルゲージ校正器のトレーサビリティ体系を参照)。

① 標準器(校正用ブロックゲージ)及び電気マイクロメータ
② 標準器(校正用ブロックゲージ)及びディジタルスケール
③ 標準器(633 nm 実用波長安定化ヘリウムネオンレーザ装置)及び干渉測長器

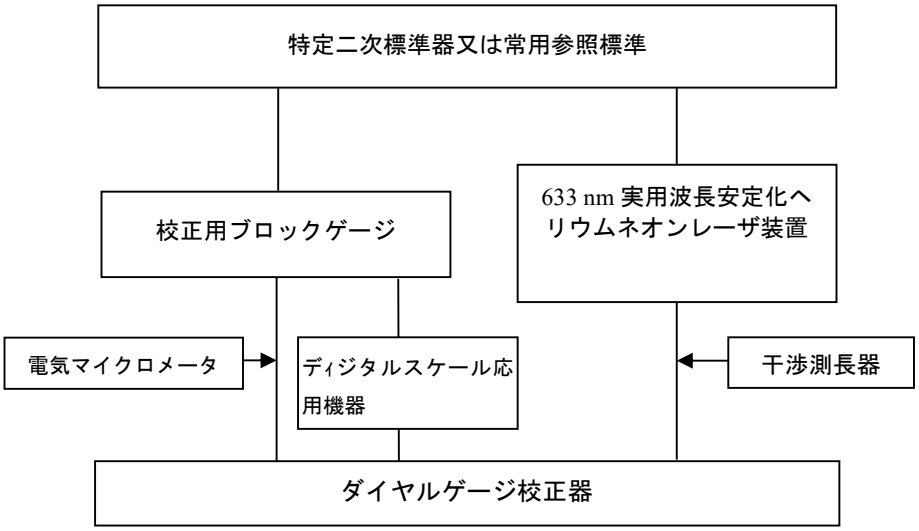


図 1　　ダイヤルゲージ校正器のトレーサビリティ体系

２．校正方法の事例

ダイヤルゲージ校正器の校正方法については、JIS において規定されていないが、１．で記載した標準器、ワーキングスタンダード及び校正用機器を用いた校正を行う事例についての校正方法の概要を記載する。

２．１ 引用規格

JIS B 7506　「ブロックゲージ」
JIS B 7536　「電気マイクロメータ」

２．２ 校正に使用する標準器及び校正用機器

２．２．１ 標準器(校正用ブロックゲージ)及び電気マイクロメータの場合

① 標準器

JIS B 7506 0 級相当の JCSS 校正された校正用ブロックゲージを用いる。

② 校正用機器

電気マイクロメータを校正用ブロックゲージによるダイヤルゲージ校正器の校正の校正用機器として用いる。電気マイクロメータの仕様は、読取り限度が 0.1 μm 以下のものとし、校正方法は JIS B 7536 によるものとする。

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。

２．２．２ 標準器(校正用ブロックゲージ)及びディジタルスケールの場合

① 標準器

JIS B 7506 0 級相当の JCSS 校正された校正用ブロックゲージを用いる。

② ワーキングスタンダード

ディジタルスケールを校正用ブロックゲージによるダイヤルゲージ校正器の校正のワーキングスタンダードとして用いる。ディジタルスケールの仕様は、測定範囲が 0～25 mm 以上、最小表示量を 0.1 μm 以下のものとする。

２．２．３ 標準器(633 nm 実用波長安定化ヘリウムネオンレーザ装置)及び干渉測長器の場合

① 標準器

JCSS 校正された 633 nm 実用波長安定化ヘリウムネオンレーザ装置を用いる。

② 校正用機器

633 nm 実用波長安定化ヘリウムネオンレーザ装置を光源とする干渉測長器をダイヤルゲージ校正器の校正の校正用機器として用いる。干渉測長器の仕様は、測定範囲が 0～25 mm 以上、最小表示量が 0.1 μm 以下のものとする。

２．３ 校正室の環境条件

校正室の環境条件は次のとおりとする。

温度：20 ℃± １ ℃、湿度：70 %以下

２．４ 校正手順

２．４．１ 測定準備

ダイヤルゲージ校正器の測定面を清掃し、作動が円滑であることを確認した後、校正室内で校正結果に影響しないよう適切な手順で温度ならしを行う。測定中は手袋等をして機器に温度変化を極力与えないようにする。

① 校正用ブロックゲージを用いるときは、ダイヤルゲージ校正器のダイヤルゲージ取付部に電気マイクロメータの測定子を取付け、測定の準備を行う。

② ディジタルスケールを用いるときは、ダイヤルゲージ校正器のダイヤルゲージ取付部にディジタルスケールを取付け、測定の準備を行う。

③ 干渉測長器を用いるときは、レーザ光源、干渉・検出光学系、データ処理等の各装置を整え、移動鏡をダイヤルゲージ校正器のスピンドルに取付けて測定の準備を行う。

２．４．２ 校正方法

行き方向の任意の 0～1 mm 間は、0.1 mm ずつ測定し、1 mm～25 mm 間は、1 mm ずつ測定する。そのままの状態から測定面を逆方向に戻しながら、行き方向の測定時と同一測定点を測定して、適宜、必要な補正を施した上で校正値を求める。

３．不確かさ評価

３．１ 関数モデル

ダイヤルゲージ校正器の校正の不確かさは、事例１ダイヤルゲージと同様に次式により評価する。

$$u_c^2(D) = u^2(I) + u^2(T) + u^2(L_i) \tag{1}$$

ここで、$u(I)$はダイヤルゲージ校正器の指示値の不確かさ、$u(T)$は標準器の長さの不確かさ、$u(L_i)$は各種補正項（本事例では熱的効果による$u(L_{thermal})$）の不確かさである。以下これら各成分の標準不確かさの評価を行うこととする。

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。

３．２ 各成分の標準不確かさの評価

３．２．１ダイヤルゲージ校正器の指示値の標準不確かさ：$u(I)$

① 読み取りの分解能：$u(I_1)$

ダイヤルゲージ校正器の出力は 0.1 μm のディジタル表示なので、読み取りの分解能による不確かさはその 1/2 を限度とした矩形分布として、

$$u(I_1) = (0.05\ \mu m) / \sqrt{3} = 0.029\ \mu m$$

である。

② ダイヤルゲージ校正器の校正作業：$u(I_2)$

ダイヤルゲージ校正器の校正作業におけるばらつきを表 1 の実験により評価する。

表 1 ばらつきを評価する実験

要　　因	水準数	備　　考
ダイヤルゲージ校正器のサンプル	３個	データ数 68／１個
測定者	３人	

ばらつきの評価方法は、測定ポイント毎に３人の平均値を求め、その平均値との差のデータについて二乗和をとり、標準偏差を求めるものとする。計算した結果、標準偏差は 0.230 μm であった。

$$u(I_2) = 0.230\ \mu m$$

３．２．２ 標準器の長さの標準不確かさ：$u(T)$

① 標準器の校正：$u(T_1)$

a) 標準器としてブロックゲージを使用する場合

校正用ブロックゲージの寸法を補正して使用しないため、JIS 規格 0 級の寸法公差±0.14 μm (25 mm の場合)を矩形分布とみなし、

$$u(T_{1_BG}) = (0.14\ \mu m) / \sqrt{3} = 0.081\ \mu m$$

が標準不確かさとなる。

（注）規格等の寸法許容差の判定に校正用ブロックゲージの校正の不確かさが含まれていない場合や不明な場合は、その不確かさを含める。

b) ディジタルスケールを使用する場合

校正用ブロックゲージで校正されたディジタルスケールを用いて、ダイヤルゲージ校正器を校正する場合の $u(T_{1_DS})$の不確かさ成分は、校正用ブロックゲージの寸法の不確かさと、ディジタルスケール校正の不確かさからなる。前者は 0.08 μm、後者は 0.13 μm が得られたので、

$$u(T_{1_DS}) = [\ (0.08\ \mu m)^2 + (0.13\ \mu m)^2\ ]^{1/2} = 0.153\ \mu m$$

となる。

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。

c) レーザ干渉計を使用する場合

633 nm 実用波長安定化ヘリウムネオンレーザ装置の波長 λ の相対標準不確かさ $\Delta\lambda/\lambda$ は 1×10^{-8} である。したがって、

$$u(T_{1_LS}) = 1\times10^{-8}$$

で与えられる。

② 標準器の経時変化：$u(T_2)$

校正用ブロックゲージの経時変化は、過去のデータより校正周期内の最大変化 0.2 μm の $1/\sqrt{3}$ を見積り、標準不確かさは、

$$u(T_2) = (0.2\ \mu m)/\sqrt{3} = 0.115\ \mu m$$

となる。

（注）ディジタルスケール、レーザ干渉計の経年変化については、例示を省略する。

３．２．３ 熱的効果の標準不確かさ：$u(L_{thermal})$

長さ計の校正における熱的効果による標準不確かさ $u(L_{thermal})$は、GUM の付属書 H の H.1.2 より導かれた次式によって表わすことができる。

$$u^2(L_{thermal}) = L^2\alpha_S^2\ u^2(\delta\theta) + L^2\ u^2(\theta)\ u^2(\delta\alpha) \quad (2)$$

ここで L は標準器の長さ、α と α_S はそれぞれダイヤルゲージ校正器と標準器の熱膨張係数、θ と θ_S はそれぞれダイヤルゲージ校正器と標準器の 20 ℃からの温度偏差、$\delta\theta=\theta-\theta_S$、$\delta\alpha=\alpha-\alpha_S$ である。(2)式は、θ=0、$\delta\theta$=0 及び $\delta\alpha$=0 という仮定のもとで導かれた式である。ただし、0 と仮定した偏差（かたより）は不確かさ成分に含める。

① 標準器とダイヤルゲージ校正器との温度差：$u(\delta\theta)$

標準器として校正用ブロックゲージを用いた場合の温度差は、実測の結果±0.3 ℃以内の範囲であった。したがって、両者の温度差の標準不確かさは、±0.3 ℃を限界値とする矩形分布と考える。さらに、この温度差測定そのものの標準不確かさとして、使用した 2 本の温度計個々の標準不確かさの二乗和（同じ温度計の場合は、温度計校正の標準不確かさの $\sqrt{2}$ 倍）も考慮する。ここでは、各温度計の校正証明書の拡張不確かさは k=2 で 0.03 ℃であったとすると、次の値が得られる。

$$u(\delta\theta) = [(0.3\ ℃/\sqrt{3})^2 + 2\times(0.03\ ℃/2)^2]^{1/2} = 0.17\ ℃$$

（参考）温度計を自己校正して使用する場合及び温度測定のデータ数（自由度に係わる部分）は、「JCSS 不確かさ見積に関するガイド：長さ・一次元寸法測定器（ブロックゲージ）」の事例２を参照のこと。

② ダイヤルゲージ校正器の標準温度からの偏差(20 ℃からの差)：$u(\theta)$

ダイヤルゲージ校正器の標準温度からの偏差(20 ℃からの差)の不確かさは、標準温度 20 ℃に対する平均温度の差とそのばらつきが考えられる。θ の実測平均値は 0.5 ℃で、それに対する標準偏差は 0.3 ℃であった。したがって、ダイヤルゲージ校正器の標準温度

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。

からの偏差(20 ℃からの差)の不確かさは、温度測定に使用した温度計の不確かさ（校正証明書の拡張不確かさ(k=2)で 0.03 ℃）も考慮し、

$$u(\theta) = [\ (0.5\ ℃)^2 + (0.3\ ℃)^2 + (0.03\ ℃/2)^2\ ]^{1/2} = 0.58\ ℃$$

である。

③ 標準器とダイヤルゲージ校正器の熱膨張係数の差：$u(\delta\alpha)$

標準器(校正用ブロックゲージ)の熱膨張係数を$(11.5\pm1)\times10^{-6}\ K^{-1}$ とし、ダイヤルゲージ校正器の熱膨張係数を$(11.5\pm2)\times10^{-6}\ K^{-1}$ とすると熱膨張係数の差は 0 であるが、それぞれの熱膨張係数の不確かさ（区間の $1/\sqrt{3}$ ）を考慮することにより、熱膨張係数の差の不確かさは次のように評価される。

$$u(\delta\alpha) = \{\ (1\times10^{-6}\ K^{-1})^2 / 3 + (2\times10^{-6}\ K^{-1})^2 / 3\}^{1/2}$$
$$= 1.29\times10^{-6}\ K^{-1}$$

（参考）標準器とダイヤルゲージ校正器の熱膨張係数が異なる場合は、「JCSS 不確かさ見積に関するガイド：長さ・一次元寸法測定器（ブロックゲージ）」の事例２を参照のこと。

３．３ 合成標準不確かさ

各成分についての合成標準不確かさ $u_c(D)$の計算例を表 2 に示す。

表 2 ダイヤルゲージ校正器の校正の不確かさの成分ごとの標準不確かさ一覧
標準器として校正用ブロックゲージを用いた場合

不確かさ成分	各成分の標準不確かさ	感度係数	長さ換算の標準不確かさ (μm)	タイプ
ダイヤルゲージ校正器の指示値の標準不確かさ $u(I)$	0.232 μm	1	0.232	
① 読み取りの分解能 $u(I_1)$	0.029 μm			B
② ダイヤルゲージ校正器の校正作業 $u(I_2)$	0.230 μm			A
標準器の長さの標準不確かさ $u(T)$	0.141 μm	1	0.141	
① 標準器の校正 $u(T_{1_BG})$	0.081 μm			B
② 標準器の経時変化 $u(T_2)$	0.115 μm			B
熱的効果の標準不確かさ $u(L_{thermal})$			0.053	
1) 標準器とﾀﾞｲﾔﾙｹﾞｰｼﾞ校正器との温度差 $u(\delta\theta)$	0.17 ℃	$L\alpha_S$	0.049	B
2) ﾀﾞｲﾔﾙｹﾞｰｼﾞ校正器の標準温度からの偏差 $u(\theta)$・標準器とﾀﾞｲﾔﾙｹﾞｰｼﾞ校正器の熱膨張係数の差 $u(\delta\alpha)$	0.58 ℃・$1.29\times10^{-6}\ K^{-1}$	L	0.019	A&B
二乗和 $u_c^2(D) = 0.07651\ \mu m^2$				
合成標準不確かさ $u_c(D) = 0.28$ μm				

(感度係数の計算に用いられた数値：$L_S = 25$ mm,$\alpha_S = 11.5\times10^{-6}\ K^{-1}$)

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。

３．４ 拡張不確かさの決定

上記の計算で得られたダイヤルゲージ校正器の合成標準不確かさの値に対する成分の寄与は、ダイヤルゲージ校正器の指示値の標準不確かさ $u(I)$及び標準器の長さの標準不確かさ $u(T)$ の成分が大部分を占め、熱的な効果は微小である。したがって $L_S = 25$ mm の場合の不確かさ計算値を、全範囲の不確かさの値として採用する。

校正値決定の拡張不確かさは、包含係数 k =2 を $u_c(D)$に乗じて 0.56 μm となるが、小数点以下 2 桁目を切り上げて次の値とする。

校正の拡張不確かさ(k = 2)　U = 0.6 μm

以上の評価は、標準器として校正用ブロックゲージを用いた場合の不確かさであるが、ディジタルスケールをワーキングスタンダードとして用いた場合もほぼ同様にして評価が可能である。また、レーザ干渉測長器を校正用機器として用いる場合の不確かさ評価については、「ＪＣＳＳ不確かさの見積もりに関するガイド：長さ・一次元寸法測定器（標準尺、直尺及び鋼製巻尺）」の事例 1 等を参考として計算することが可能である。

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。

今回の改正のポイント

組織改編に伴う名称の変更等

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。