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
計量器等の種類:伸び計

第 5 版
(JCG201S101－05)

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. 適用範囲(目的) 3

2. 用語の定義 3

3. JIS B 7741 及び ASTM E83 に基づく校正から導かれた誤差成分 3

4. 伸び計の校正に使用する校正器に起因する不確かさ評価 4

5. 校正対象の伸び計に起因する不確かさ評価 6

6. 伸び長さに対する合成標準不確かさ評価 (u_{c_L}) 8

7. 校正結果の拡張不確かさ(U^A)及び相対拡張不確かさ(U^R)の評価 8

8. 標点距離の不確かさ評価 8

9. 包含係数の決定 9

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。

不確かさの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
計量器等の種類：伸び計

１．適用範囲（目的）

このガイドは、JCSS 校正証明書付き伸び計校正器を標準器とし、JIS B 7741 又は ASTM E83 に従って一軸試験機に併用する伸び計の校正を実施する場合において、校正結果の不確かさを評価する方法について述べる。

２．用語の定義

このガイドの用語は、JCSS 技術的要求事項適用指針　長さ・一次元寸法測定器・伸び計校正器、伸び計の該当する定義を適用する。

３．JIS B 7741 及び ASTM E83 に基づく校正から導かれた誤差成分

伸び計の校正の不確かさを決定する前に、次の成分を算出する。

３．１　分解能の決定

（１）指示にふらつきがない場合

ディジタル表示の指示計にあっては最小桁の１増分の値、アナログ表示の指示計にあっては最小読み取り能力の値を分解能とする。絶対値及び相対値（読みの百分率）を (1)式、(2)式に示す。

絶対値 r^{A} （長さの単位：mm, μm）：

$$r^{\mathrm{A}} = r \tag{1}$$

相対値 r^{R} （読みの百分率：%）：

$$r^{\mathrm{R}} = \frac{r^{\mathrm{A}}}{l_{\mathrm{i}}} \times 100 \tag{2}$$

ここで

r ：指示計の最小桁の１増分又は最小読み取り能力

l_{i} ：伸び計によって指示される変位

（２）ディジタル指示計の指示にふらつきがある場合

ディジタル表示の指示計にあっては、出力を 10 秒間観察し、変動幅の半分の値を分解能とする。絶対値及び相対値を(3)式、(4)式に示す。

絶対値 r^{A} （長さの単位：mm, μm）：

$$r^{\mathrm{A}} = \frac{a}{2} \tag{3}$$

相対値 r^{R} （%）：

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。

$$r^{\mathrm{R}} = \frac{r^{\mathrm{A}}}{l_{\mathrm{i}}} \times 100 \tag{4}$$

ここで

a ：変動幅とする。

注１：ディジタル表示で指示が変動している場合の変動幅とは、例えば最小桁が 0 と 1 の 表示を繰り返していれば（指示値は -0.5 以上 1.5 未満の範囲にあると考え）変動幅は 2 増分であり、-1 から 1 までの表示を繰り返していれば（指示値は -1.5 以上 1.5 未満 の範囲にあると考え）変動幅は 3 増分であることに注意しなければならない。

３．２　偏差の決定

偏差は、被校正器の指示値と伸び計校正器によって与えられた変位との差とする。ここで、伸び計校正器によって与えられた変位とは、その伸び計校正器の校正値を反映した値とする（３．３項参照）。絶対値及び相対値を(5)式、(6)式に示す。

絶対値 q^{A} (長さの単位：mm, μm)：

$$q^{\mathrm{A}} = l_{\mathrm{i}} - l_{\mathrm{t}} \tag{5}$$

相対値 q^{R} （%）：

$$q^{\mathrm{R}} = \frac{q^{\mathrm{A}}}{l_{\mathrm{t}}} \times 100 \tag{6}$$

ここで

l_{t} :伸び計校正器によって与えた変位

３．３　校正器の偏差の補正

JCSS 校正証明書に記載された校正器の偏差 (又は校正証明書より求めた当てはめ値)を補正する。

$$l_{\mathrm{t}} = l'_{\mathrm{t}} - q_{\mathrm{tra}} \tag{7}$$

ここで

l'_{t} ：校正器の指示値

q_{tra} :JCSS 校正証明書に記載された校正器の偏差（又は当てはめ値）

４．伸び計の校正に使用する校正器に起因する不確かさ評価

伸び計の校正に使用する校正器に起因する不確かさの要因として、校正器の校正の不確かさ、温度による影響、長期不安定性による影響及び多項式曲線の線形近似の影響が挙げられる。

４．１　校正器の校正の標準不確かさ（u_{Ls}）

校正器の JCSS 校正証明書に記載された拡張不確かさU_{tra}の値をその包含係数k_{tra}で除算して求める。不確かさの絶対値及び相対値を(8)式、(9)式に示す。

絶対値（長さの単位：mm, μm）：

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。

$$u_{\mathrm{Ls}}^{\mathrm{A}} = \frac{U_{\mathrm{tra}}}{k_{\mathrm{tra}}} \tag{8}$$

相対値（%）:

$$u_{\mathrm{Ls}}^{\mathrm{R}} = \frac{u_{\mathrm{Ls}}^{\mathrm{A}}}{l_{\mathrm{t}}} \times 100 \tag{9}$$

注２：校正器は、JIS B 7741 **5.2** に示す要求性能を満たす事が望ましい。

４．２　校正器の校正時の温度と使用時の温度の違いに起因する標準不確かさ（$u_{\mathrm{temp.}}$）

伸び計の校正時の温度と校正器の校正時の温度との差、伸び計校正時の温度変動及び温度計の校正の不確かさを考慮して不確かさを算出する。絶対値及び相対値を（10）式、（11）式に示す。

絶対値（長さの単位：mm, μm）:

$$u_{\mathrm{temp.}}^{\mathrm{A}} = l_{\mathrm{t}} \times \alpha \times \sqrt{\left(T_{\mathrm{diff}}^2 + \left(\frac{T_\theta}{\sqrt{3}} \right)^2 + \left(\frac{U_{\mathrm{T}}}{k_{\mathrm{T}}} \right)^2 \right)} \tag{10}$$

相対値（%）:

$$u_{\mathrm{temp.}}^{\mathrm{R}} = \frac{u_{\mathrm{temp.}}^{\mathrm{A}}}{l_{\mathrm{t}}} \times 100 \tag{11}$$

ここで

l_{t}　：伸び計校正器によって与えた変位
α　：校正器の温度係数（熱膨張係数）
T_{diff}：校正器の使用時の温度と校正器の校正温度との温度差
T_θ　：校正器の使用時の温度変動
U_{T}　：温度計校正の拡張不確かさ（校正証明書記載）
k_{T}　：温度計校正の拡張不確かさの包含係数（校正証明書記載）

４．３　校正器の長期不安定性に起因する標準不確かさ（$u_{\mathrm{sensi.}}$）

校正器の長期不安定性に起因する標準不確かさは、過去のデータを用い、校正周期内における校正値の最大変化を半幅とする矩形分布と仮定して算出する。絶対値及び相対値を（12）式、（13）式に示す。

絶対値（長さの単位：mm, μm）:

$$u_{\mathrm{sensi.}}^{\mathrm{A}} = \frac{a_{\mathrm{insta}}}{\sqrt{3}} \tag{12}$$

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。

相対値（%）:

$$u_{\text{sensi.}}^{\text{R}} = \frac{u_{\text{sensi.}}^{\text{A}}}{l_{\text{t}}} \times 100 \qquad (13)$$

ここで

a_{insta} ：校正周期内における校正値の最大変化

４．４　多項式曲線の線形近似に起因する標準不確かさ ($u_{\text{devia.}}$)

校正器の多項式曲線の線形近似によって求めた当てはめ値を補正して校正を実施した場合には、それに起因する不確かさを JIS B 7741 より当てはめ誤差から見積もる。絶対値及び相対値を（14）式、（15）式に示す。

絶対値（長さの単位：mm, μm）:

$$u_{\text{devia.}}^{\text{A}} = \frac{a_{\text{devia.}}}{\sqrt{2}} \qquad (14)$$

相対値（%）:

$$u_{\text{devia.}}^{\text{R}} = \frac{u_{\text{devia.}}^{\text{A}}}{l_{\text{t}}} \times 100 \qquad (15)$$

ここで

$a_{\text{devia.}}$: 校正器の校正値の当てはめ誤差（校正証明書記載の偏差から算出した当てはめ値と偏差との最大差）

４．５　伸び計の校正に使用する校正器に起因する合成標準不確かさ ($u_{\text{c_Ls}}$)

伸び計の校正に使用する校正器に起因する合成標準不確かさは、校正器の校正の標準不確かさ(４．１項)、校正器の校正時の温度と使用時の温度の違いに起因する標準不確かさ(４．２項)、校正器の長期不安定性に起因する標準不確かさ標準不確かさ(４．３項)及び必要な場合校正器の多項式曲線の線形近似に起因する標準不確かさ（４．４項）の二乗和平方根として、相対値又は絶対値について(16)式で算出する。

$$u_{\text{c_Ls}} = \sqrt{u_{\text{Ls}}^2 + u_{\text{temp.}}^2 + u_{\text{sensi.}}^2 + u_{\text{devia.}}^2} \qquad (16)$$

５．校正対象の伸び計に起因する不確かさ評価

校正対象の伸び計に起因する不確かさの要因として、繰り返し性及び分解能が挙げられる。

５．１　繰り返し性の標準不確かさ (u_{rep})

５．１．１ JIS B 7741 により校正を実施する場合

JIS B 7741 では、1 回目の測定の後、伸び計を伸び計校正器から取外し、再度取付け直して 2 回目の測定を行うことが規定されている。この 2 回の測定値の差には再現性も含まれると考え、よって、繰り返し性の標準不確かさは、校正レンジ毎の全測定点の中から、2 回の測定値の差が最大となる値を全幅とする矩形分布であると仮定し算出する。この不確かさの絶対値及び相対値は(17)式、 (18)式となる。

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。

絶対値（長さの単位：mm, μm）：

$$u_{\mathrm{rep}}^{\mathrm{A}} = \frac{\max\left\{\left|l_{\mathrm{i}1} - l_{\mathrm{i}2}\right|\right\}}{2\sqrt{3}} \tag{17}$$

相対値（%）：

$$u_{\mathrm{rep}}^{\mathrm{R}} = \frac{u_{\mathrm{rep}}^{\mathrm{A}}}{l_{\mathrm{t}}} \times 100 \tag{18}$$

ここで

$l_{\mathrm{i}1}$ ：1 回目の測定時の伸び計によって指示される変位

$l_{\mathrm{i}2}$ ：2 回目の測定時の伸び計によって指示される変位

（参考）JIS B 7741 には、繰り返し性の相対標準不確かさを、(19)式で算出することが記載されている。

$$u_{\mathrm{rep}} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)}\sum_{j=1}^{n}\left(q_j - \bar{q}\right)^2} \tag{19}$$

ここで

n ：測定回数（通常は 2 回）

q_j ： j 回目の測定値のかたより誤差

$\bar{q}$ ：測定値のかたより誤差の平均値

５．１．２ ASTM E83 により校正を実施する場合

ASTM E83 より校正を実施する場合には、繰り返し性の標準不確かさは、伸びの検証の各測定点において、その測定点並びにその測定点に最も近い 4 測定点の各々の 1 回目と 2 回目の検証工程の誤差の差の二乗和を算出し、これを 10 で除してから平方根して見積もる必要がある。

なお、通常、この不確かさの自由度は、∞と考えればよい。

（参考）表１ ASTM E83 の繰返し性の標準不確かさ計算例

変位 (μm)	1 回目計測値 (μm)	2 回目計測値 (μm)	1 回目と 2 回目の誤差の差 (μm)	誤差の差の二乗 (μm)	最も近い 4 測定点の誤差の差の二乗和 (μm)	二乗和を 10 で除した平方根 u_{rep} (μm)	相対値 (%)
100	101.10	100.86	0.24	0.058	1.308	0.362	0.362
200	201.42	201.12	0.30	0.090	1.308	0.362	0.181
400	401.96	401.36	0.60	0.360	1.308	0.362	0.090
700	701.43	700.63	0.80	0.640	1.308	0.362	0.052
1000	999.69	999.29	0.40	0.160	1.308	0.362	0.036

５．２ 分解能の標準不確かさ（u_{res}）

分解能に起因する標準不確かさは、指示値にふらつきがない場合は(1)式又は(2)式、指示値にふ

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。

らつきがある場合は(3)式又は(4)式の分解能の値を全幅とした矩形分布と仮定し算出する。

絶対値（長さの単位：mm, μm）：

$$u_{\mathrm{res}}^{\mathrm{A}} = \frac{r^{\mathrm{A}}}{2\sqrt{3}} \tag{20}$$

ここで

r^{A} ：指示値にふらつきがない場合は(1)式、ふらつきがある場合は(3)式

相対値（%）：

$$u_{\mathrm{res}}^{\mathrm{R}} = \frac{r^{\mathrm{R}}}{2\sqrt{3}} \tag{21}$$

ここで

r^{R} ：指示値にふらつきがない場合は(2)式、ふらつきがある場合は(4)式

注 ４：ASTM E83により校正を実施する場合には、伸び計の校正点毎の分解能の不確かさは、ゼロ点の指示計の分解能と検証中における各校正点での伸び値の指示計の分解能の両方を評価し、この二つの成分を二乗和平方根して見積もる必要がある。

５．３ 伸び計に起因する合成標準不確かさ（$u_{\mathrm{c_E}}$）

伸び計に起因する合成標準不確かさは、繰り返し性の標準不確かさ(５．１項)と分解能の標準不確かさ(５．２項)の二乗和平方根として、相対値又は絶対値について (22)式で算出する。

$$u_{\mathrm{c_E}} = \sqrt{u_{\mathrm{rep}}^2 + u_{\mathrm{res}}^2} \tag{22}$$

注５：ASTM E83により校正を実施する場合、5．1．2項の繰り返し性の標準不確かさが5．2項の分解能の標準不確かさより大きくなる場合には、繰り返し性の標準不確かさだけを伸び計に起因する標準不確かさとして見積もる。

６．伸び長さに対する合成標準不確かさ評価（$u_{\mathrm{c_L}}$）

合成標準不確かさは、次式で算出する。

$$u_{\mathrm{c_L}} = \sqrt{u_{\mathrm{c_Ls}}^2 + u_{\mathrm{c_E}}^2} \tag{23}$$

７．校正結果の拡張不確かさ(U^{A})及び相対拡張不確かさ(U^{R})の評価

伸び計の校正結果の拡張不確かさは、９．で決定される包含係数kを用いて次式で算出する。

絶対値（長さの単位；mm, μm）：

$$U^{\mathrm{A}} = k \times u_{\mathrm{c_L}}^{\mathrm{A}} \tag{24}$$

相対値（%）：

$$U^{\mathrm{R}} = k \times u_{\mathrm{c_L}}^{\mathrm{R}} \tag{25}$$

８．標点距離の不確かさ評価

伸び計の標点距離の不確かさについては、標点距離を測定する常用参照標準の校正の不確か

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。

さ、常用参照標準の分解能の不確かさ及び測定の繰返し性の不確かさより求めることができる。

９．包含係数の決定

校正証明書に記載する拡張不確かさは信頼の水準約 95 %に対応する区間とし、包含係数 k を決定する。

なお、JIS B 7741 には、包含係数の決定は、ISO/IEC Guide 98-3(E4.2,E4.3,及び G4.2 参照）に定められた有効自由度から求めることもできるが、$k=2$ を使用することが望ましいとの記載がある。しかし、有効自由度が小さい場合、包含係数 k を 2 とすると、信頼の水準約 95 %に対応する区間にならない可能性があるので注意すること。

（１）信頼の水準約 95 %に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することができる。

・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。(校正における測定の不確かさの評価(JCG200) 5 項)

・タイプ B で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)

（２）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} を計算すること。

（３）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 とした旨の表明をすること。

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。

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。