

第4回不確かさクラブ総会
2010年2月8日(月)

JCSS不確かさガイドの発行について

独立行政法人製品評価技術基盤機構
認定センター(IAJapan) 石毛 浩美



目 次

- JCSS不確かさガイドについて
- 新しい不確かさガイドへの取り組み
 - ゼロ点校正とその不確かさの見積もり
 - 内挿校正式とその不確かさの見積もり
 - 有効自由度の評価に関する検討資料
- まとめ

JCSS不確かさガイドについて

まず始めに...JCSSとは？

- JCSS：計量法校正事業者登録制度
(Japan Calibration Service System)
- 特徴：
 - 国家計量標準にトレーサブルな標準の供給
 - 民間の校正技術能力の活用
 - 校正の国際整合化
- 登録事業所数：219事業所
(H22/2/4現在)
- JCSS校正証明書発行件数：409,682件
(H20FY)

JCSSとは？(続き)

- JCSS登録基準: ISO/IEC 17025:2005
 - この国際規格の5.4.6.1で校正機関(JCSS登録事業者)、5.4.6.2で試験所は、測定の不確かさを推定する手順をもち、適用することが要求されている
- JCSS不確かさ推定の参照文書: GUM
 - しかしGUMは、一般的な表現で記述されていることから認定機関(IAJapan)では、個々の校正分野等について不確かさ評価の事例を盛り込んだガイドを作成し、公表している

JCSSの不確かさガイド

(2010/2/4現在)

区分	文書名称	発行日	区分	文書名称	発行日
共通	校正方法と不確かさに関する表現	2007/8/28	力	力計	2007/10/25
	測定の不確かさに関する入門ガイド	2007/8/16		一軸試験機	2006/6/1
長さ	633 nm 領域の波長、532 nm 領域の波長及び1.5 マイクロメートル帯の波長	2009/11/18	粘度	粘度標準液	2007/7/13
				粘度計	2007/7/13
	ブロックゲージ	2010/2/3	時間	周波数	2007/4/1
	標準尺、直尺及び巻き尺	2007/4/1	流量・流速	流量・流速	2009/3/31
	マイクロメータ、ノギス及びハイトゲージ	2007/4/1	トルク	トルクメータ及び参照用トルクレンチ	2008/9/1
	ダイヤルゲージ、ダイヤルゲージ校正器	2007/4/1	電気(直流・低周波)	公称値10 k Ω 標準抵抗	2007/8/10
	リングゲージ、プラグゲージ	2007/4/1		ハンディデジタルマルチメータ直流電圧100 V	2007/8/10
	伸び計	2010/2/3	電気(高周波)	周波数12 GHzでのパワーセンサー	2007/8/1
	平面度	2010/2/3		30 dB設定での同軸ステップ減衰器	2007/8/1
	球	2009/7/13	温度	接触式温度計	2008/4/25
体積	液体体積計(メスシリンダー、フラスコ)	2007/8/8		放射温度計	2006/6/1
質量	分銅等	2007/8/8	硬さ	ロックウェル硬さ	2007/8/1
	はかり	2008/5/13			

従来のJCSSL不確かさガイドの考え方

・個別量のガイドを必要に応じて作成

- ・区分共通のガイド文書は前スライド赤字の2つのみ
- ・明確に対応するJISがあり、JCSSL独自の不確かさガイドが不要と判断すれば作成しない
 - 例：熱伝導率
- ・JCSSL不確かさガイドが必要と判断すれば作成する
 - 例：粘度（2007年度に作成、現時点で事業所なし）
 - 例：接触式温度計： 対応するJISがあり、一見普遍的にみえるが、JISで不確かさに言及していないため作成

新しいJCSS不確かさガイドの必要性(1)

個別量ごとの不確かさガイドは比較的整備されているが、複数の量にまたがるガイドが少ない

同一の計量器(例:電子式温湿度計)であっても測定する対象の状態の量が異なると測定原理も異なることから、複数の量にまたがる不確かさガイドは作成していない。
共通文書である「校正方法と不確かさに関する表現」及び「測定の不確かさに関する入門ガイド」以外に、複数の量にまたがる不確かさガイドはないのが現状である。

新しいJCSS不確かさガイドの必要性(2)

個別量の不確かさガイドで例示されている不確かさ評価法について、他の量でも適用できるか不明である

例えば校正結果をもとに内挿するようなケースは、技術的には、計量器の特性の情報が入手可能であれば分野横断的に適用できるが、現状ではそのような情報は非公開であるケースが多いことから、適用可能な個別量の不確かさガイドで定めるのみとなっている。

新しいJCSS不確かさガイドの必要性(3)

JCSS制度上は可能であるにも関わらず、不可能と誤解されている場合がある

例えばゼロ点の校正のように、新VIM(VIM3)で用語が定義され、計量トレーサビリティのニーズが今後増える可能性があるケースは、JCSS校正ニーズが不可能と誤解されることを避けるため、可能であることを明確にする必要がある。

新しいJCSS不確かさガイドの必要性(4)

認定(登録)を希望するすべての申請者が公平にサービスを利用できるようにするため、必要な解釈文書を検討し、公表する必要がある

最近では、JCSS登録の一般要求事項の規定の表現変更に伴い、有効自由度についての問い合わせが増えている。国際的な要請に基づくものであり、**内部検討中かつ流動的**であるが、特にJCSS登録・認定事業者の関心が高いため、検討状況について紹介することとしたい。

新しい不確かさへの取り組み

現在の取り組みの状況

・ゼロ点校正とその不確かさの見積もり

- ◆文書の種類: JCSS不確かさガイド(共通)
- ◆検討状況: JCSS等技術委員会で書面審議中

・内挿校正式とその不確かさの見積もり

- ◆文書の種類: JCSS不確かさガイド(共通)
- ◆検討状況: JCSS等技術委員会で書面審議中

・有効自由度の評価に関する検討資料

- ◆文書の種類: 内部検討資料
- ◆検討状況: JCSS等技術委員会で書面審議後、
同委員会分野別分科会で問題点について検討中

現在の取り組みの状況

(発表に当たっての留意事項)

- ・ゼロ点校正とその不確かさの見積もり
- ・内挿校正式とその不確かさの見積もり
 - ◆JCSS等技術委員会における審議結果によっては、JCSS不確かさガイドとして発行するときに修正される可能性がある。
 - ◆発行に先立ち、パブリックコメントに諮る予定である。
- ・有効自由度の評価に関する検討資料
 - ◆内部検討資料のため、公開できる現状ではない。
 - ◆今回は、提供可能な情報の範囲でお話する。

ゼロ点校正とその不確かさの見積もり

ゼロ点校正とその不確かさの見積もり(1)

目的: ゼロ点の校正結果とその不確かさを
JCSS認定・登録範囲内に含まれること
を明確にする

適用範囲: 計量器に備わっているゼロ(ヌル)調整に係る(校正)手順、不確かさ評価手順を持ち、そのゼロ(ヌル)調整を校正の一貫として行い、ゼロ点の校正の不確かさを評価する場合

ゼロ点校正とその不確かさの見積もり(2)

特徴:

- ①誤解の払拭: ゼロ点のJCSS校正サービスがそもそも不可能であるという誤解の払拭
- ②誤解の予防: ゼロ点のJCSS校正サービスは義務であるという(①とは逆の)誤解の予防
- ③最終的には校正事業者とユーザとの合意

→ 技術的なガイドというよりは解釈文書!

→ IAJapanが発行する文書の表現の工夫

内挿校正式とその不確かさの見積もり

内挿校正式とその不確かさの見積もり(1)

目的: 上位機関による校正を受けた計量器について、校正結果を元に内挿を行い、連続的な測定結果の不確かさを見積もるための初等的な方法を示すこと

内挿校正式とその不確かさの見積もり(2)

適用範囲: 連続的にある量を測定することが可能な計量器について、有限な数の校正か所で行われた校正結果を元に、最小二乗法により一次回帰式を求め内挿を行う場合、及びメーカー等の外部機関からの情報を利用し内挿を行う場合

内挿校正式とその不確かさの見積もり(3)

特徴：ある計量器を標準器により校正し、一次回帰式を求め、その一次回帰式に従ってこの計量器の測定値(計量器の指示値)を補正し、測定結果を算出して測定を行うことを基本

→ 一次回帰による値の補正：不確かさ評価事例集(NMIJ不確かさクラブ・不確かさ事例研究会)P223 2-5-1：逆推定の方法を適用！

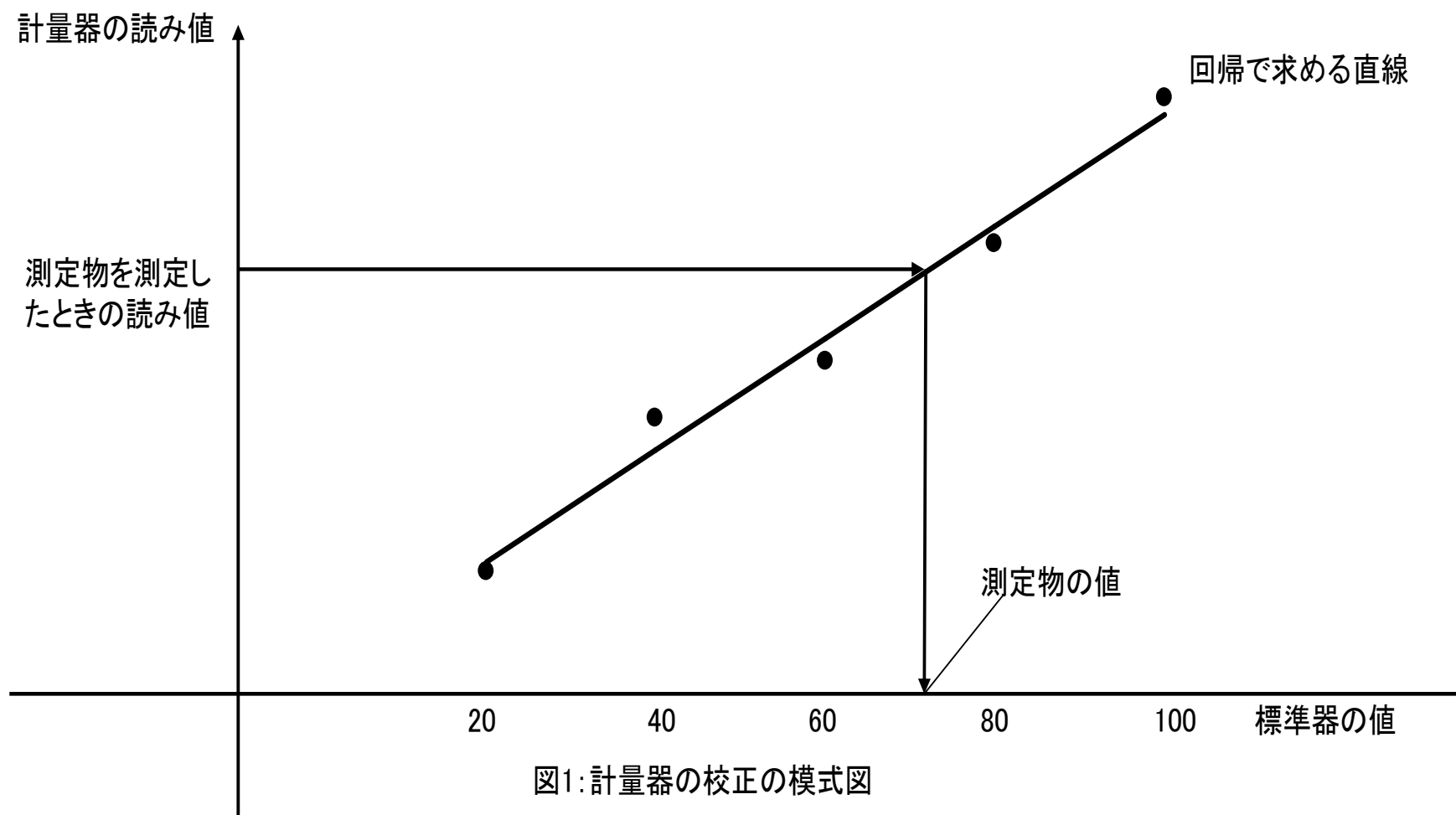
内挿校正式とその不確かさの見積もり(4)

・例：ある計量器の校正

フルスケールで 0 以上 120 以下で測定できる計量器がある。この計量器に 20, 40, 60, 80 及び 100 の標準器を用いて、その計量器の指示値と対比することによって校正を行う。

この計量器の線形性は保たれているものとする。
この計量器の校正の模式図は、図1のとおりとなる。

内挿校正式とその不確かさの見積もり(5)



内挿校正式とその不確かさの見積もり(6)

標準器の各校正点において、計量器の読み値を調べ、その結果から校正直線を求める。その後、何か測定したいもの(測定物)を計量器で、その値を読み取る。

しかしその値は、校正直線の y の値を得ることになる。その y の値から x の値を逆に求め、それを測定物の値として得ることになる。

内挿校正式とその不確かさの見積もり(7)

この測定におけるモデル式は、
測定物の値を x_0 、計量器の指示値を y_0 とすると、

一次回帰式 $y_0 = \hat{\alpha} + \hat{\beta}x_0$ を変形した
式 $y_0 = \hat{\beta}(x_0 - \bar{x}) + \bar{y}$ の逆関数である、

$$x_0 = \frac{y_0 - \bar{y}}{\hat{\beta}} + \bar{x} \quad \cdots (1)$$

を用いる。ここで“^”は推定値を表す。

内挿校正式とその不確かさの見積もり(8)

- (注1) 式 $y_0 = \hat{\alpha} + \hat{\beta}x_0$ を用いると、 $\hat{\alpha}$ と $\hat{\beta}$ の相関を考慮した不確かさ評価を行う必要があるが、式 $y_0 = \hat{\beta}(x_0 - \bar{x}) + \bar{y}$ を用いると、その相関を考慮する必要がない。
- (注2) x 軸の不確かさは無視できる場合、又は各標準器の校正の不確かさが等しくこれらの標準器の間の相関係数が1の場合について解説を進める。

内挿校正式とその不確かさの見積もり(9)

計量器の校正で得られたデータ
(標準器の値及び計量器の指示値)から
 $\hat{\beta}$ 、 $\bar{x}$ 、 $\bar{y}$ を得て、式(1)を用いて
計量器の指示 y_0 を補正して、
測定物の値 x_0 を得る。

内挿校正式とその不確かさの見積もり(10)

このときの不確かさ評価は、式(1)に不確かさの伝播則を適用し、次の式(2)となる。

$$\begin{aligned} u^2(x_0) &= \left[\frac{\partial x}{\partial y_0} \right]^2 u^2(y_0) + \left[\frac{\partial x}{\partial \bar{y}} \right]^2 u^2(\bar{y}) + \left[\frac{\partial x}{\partial \hat{\beta}} \right]^2 u^2(\hat{\beta}) \\ &= \frac{1}{\hat{\beta}^2} u^2(y_0) + \frac{1}{\hat{\beta}^2} u^2(\bar{y}) + \left[-\frac{y_0 - \bar{y}}{\hat{\beta}^2} \right]^2 u^2(\hat{\beta}) \quad \cdots (2) \end{aligned}$$

内挿校正式とその不確かさの見積もり(11)

ここで、 y のばらつきを、残差の分散 $\hat{\sigma}_e^2$ で、

$$\hat{\sigma}_e^2 = \frac{\sum [y_i - \{\hat{\beta}(x_i - \bar{x}) + \bar{y}\}]^2}{n-2} \quad \dots\dots (3)$$

で推定すると、 $u^2(\bar{y})$ 及び $u^2(\hat{\beta})$ はそれぞれ、

$$u^2(\bar{y}) = \frac{\hat{\sigma}_e^2}{n} \quad \dots\dots (4)$$

$$u^2(\hat{\beta}) = \frac{\hat{\sigma}_e^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \quad \dots\dots (5)$$

一次回帰式の場合
 $n_p = 2$ となるため。

となる。

内挿校正式とその不確かさの見積もり(12)

$u^2(y_0)$ は、測定物を測定したときの、
計量器の指示値のばらつきを示す分散である。

測定物の値が安定した状態で測っている限り、校正の際、標準器を測定したときの読み値のばらつきと同じであることが期待される。

内挿校正式とその不確かさの見積もり(13)

この指示値が/ l 回の繰り返し測定値であるとする
 $u^2(y_0)$ は、

$$u^2(y_0) = \frac{\hat{\sigma}_e^2}{l} \quad \cdots (6)$$

となる。式(2)に式(4)、式(5)及び式(6)を代入すると、

$$\begin{aligned} u^2(x_0) &= \frac{1}{\hat{\beta}^2} \frac{\hat{\sigma}_e^2}{l} + \frac{1}{\hat{\beta}^2} \frac{\hat{\sigma}_e^2}{n} + \left[-\frac{y_0 - \bar{y}}{\hat{\beta}^2} \right]^2 \frac{\hat{\sigma}_e^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \\ &= \frac{\hat{\sigma}_e^2}{\hat{\beta}^2} \left\{ \frac{1}{l} + \frac{1}{n} + \frac{(y_0 - \bar{y})^2}{\hat{\beta}^2 \sum (x_i - \bar{x})^2} \right\} \quad \cdots (7) \end{aligned}$$

となる。

内挿校正式とその不確かさの見積もり(14)

x 軸の値(標準器の値)の不確かさが存在しない、
又は無視できる場合は、式(7)により不確かさが評価
できるが、その不確かさが無視できない場合も存在
する。通常は相関のある x 軸の値(同一の校正機関
で校正された標準器の値)を用いることが多い。

→ 式(1)の $\bar{x}$ の項に不確かさの伝播則
を当てはめた式を用いる。

内挿校正式とその不確かさの見積もり(15)

この場合、逆推定の不確かさは、式(8)によって行う。

$$\begin{aligned}
 u^2(x_0) &= \left[\frac{\partial x}{\partial y_0} \right]^2 u^2(y_0) + \left[\frac{\partial x}{\partial \bar{y}} \right]^2 u^2(\bar{y}) + \left[\frac{\partial x}{\partial \hat{\beta}} \right]^2 u^2(\hat{\beta}) + \left[\frac{\partial x}{\partial \bar{x}} \right]^2 u^2(\bar{x}) \\
 &= \frac{1}{\hat{\beta}^2} u^2(y_0) + \frac{1}{\hat{\beta}^2} u^2(\bar{y}) + \left[-\frac{y_0 - \bar{y}}{\hat{\beta}^2} \right]^2 u^2(\hat{\beta}) + u^2(\bar{x}) \\
 &= \frac{1}{\hat{\beta}^2} \frac{\hat{\sigma}_e^2}{l} + \frac{1}{\hat{\beta}^2} \frac{\hat{\sigma}_e^2}{n} + \left[-\frac{y_0 - \bar{y}}{\hat{\beta}^2} \right]^2 \frac{\hat{\sigma}_e^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2} + u^2(\bar{x}) \\
 &= \frac{\hat{\sigma}_e^2}{\hat{\beta}^2} \left\{ \frac{1}{l} + \frac{1}{n} + \frac{(y_0 - \bar{y})^2}{\hat{\beta}^2 \sum (x_i - \bar{x})^2} \right\} + u^2(x) \quad \cdots (8)
 \end{aligned}$$

内挿校正式とその不確かさの見積もり(16)

→ 何故、式(8)の最終項が $u(x)$ となるのか？

ここでは、各標準器の校正の不確かさが等しく $u(x)$ であり、また各標準器の間の相関係数が1の場合について解説している。

この場合、 $u(\bar{x}) = u(x)$ が成立することになる。
なお、 $u(x)$ は通常、計量器の校正に用いた標準器の不確かさをを用いることになる。

内挿校正式とその不確かさの見積もり(17)

状態が安定したものを測るのではなく、測定の繰り返しごとに測定対象物に変化することによって由来するばらつきがあると考えられる場合には、式(6)の代わりに、次の式(9)を式(8)に代入する。

$$u^2(y_0) = \frac{\hat{\sigma}_e'^2}{l} \quad \cdots (9)$$

ここで $\hat{\sigma}_e'^2$ は、繰り返し測定のデータから求めた y_0 の分散である。

内挿校正式とその不確かさの見積もり(18)

・例：ある計量器の校正のデータ

20, 40, 60, 80及び100の標準器を用いて、ある計量器の校正を行い、その指示値を次のとおり得た。この測定結果に直線を当てはめ、校正直線を求めることを考える。

標準器の値	計量器の指示値
20.000	20.001
40.000	39.997
60.000	60.007
80.000	79.999
100.000	100.003

内挿校正式とその不確かさの見積もり(19)

	標準器の値	計量器の指示値
1	20	20.001
2	40	39.997
3	60	60.007
4	80	79.999
5	100	100.003
和	300	300.007
平均	60	60.0014

まず、これらのデータを用いて直線回帰を行う。

内挿校正式とその不確かさの見積もり(20)

標準器の値の和 $\sum x_i = 300$ 指示値の値の和 $\sum y_i = 300.007$

標準器の平均値 $\bar{x} = 60$ 指示値の平均値 $\bar{y} = 60.0014$

標準器の値の平方和 $\sum x_i^2 = 22000$

標準器の平均値の平方和 $\sum \bar{x}^2 = 18000$

一次回帰式の傾きの推定値 $\hat{\beta} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} = 1.00003$

一次回帰式の切片の推定値 $\hat{\alpha} = \bar{y} - \hat{\beta}\bar{x} = -0.00040$

残差の標準偏差 $\hat{\sigma}_e = \sqrt{\frac{\sum [y_i - \{\hat{\beta}(x_i - \bar{x}) + \bar{y}\}]^2}{n - 2}} = 0.004305$

内挿校正式とその不確かさの見積もり(21)

計量器の校正に用いた標準器の拡張不確かさ($k=2$)が0.002であったと仮定し、また、ある測定物をこの計量器で3回測定した平均値が75.426であり、そのばらつきは $\hat{\sigma}_e^2$ で代用可能であったと仮定すると、この測定物の不確かさは、これらを式(8)に代入し、次のとおりとなる。

$$\begin{aligned}
 u^2(x_0) &= \frac{\hat{\sigma}_e^2}{\hat{\beta}^2} \left\{ \frac{1}{l} + \frac{1}{n} + \frac{(y_0 - \bar{y})^2}{\hat{\beta}^2 \sum (x_i - \bar{x})^2} \right\} + u^2(x) \\
 &= \frac{0.004305^2}{1.00003^2} \left\{ \frac{1}{3} + \frac{1}{5} + \frac{(75.426 - 60.0014)^2}{1.00003^2 (22000 - 18000)} \right\} + 0.001^2 \\
 &= 0.0000109859 + 0.000001 = 0.0000119859
 \end{aligned}$$

$$u_c(x_0) = 0.00346$$

内挿校正式とその不確かさの見積もり(22)

拡張不確かさは、信頼の水準の区間に対応した包含係数を乗じて求める。

逆推定で不確かさを評価する場合、計量器の読み取りポイントごとに不確かさは異なる。また、有効自由度 ν_{eff} も同様に読み取りポイントごとに異なる。しかし、実際の校正作業においてポイントごとの有効自由度 ν_{eff} を計算することは、非常に煩雑となる。そこで、有効自由度 ν_{eff} を一定値にするため、式(8)において y_0 と $\bar{y}$ が同じ値のときの有効自由度 ν_{eff} を代表値として利用することとする。

内挿校正式とその不確かさの見積もり(23)

$y_0 = \bar{y}$ とすると、次のとおりとなる。

$$\begin{aligned} u_c^2(x_0) &= \frac{0.004305^2}{1.00003^2} \left\{ \frac{1}{3} + \frac{1}{5} + \frac{(60.0014 - 60.0014)^2}{1.00003^2 (22000 - 18000)} \right\} + 0.001^2 \\ &= \frac{0.004305^2}{1.00003^2} \left\{ \frac{1}{3} + \frac{1}{5} + 0 \right\} + 0.001^2 \\ &= 0.0000098837 + 0.000001 = 0.0000108837 \end{aligned}$$

$$u_c(x_0) = 0.00330$$

内挿校正式とその不確かさの見積もり(24)

有効自由度 ν_{eff} は、GUM付属書G.6.4のWelch - Satterthwaite (ウェルチャーサタスウェイト)の式から、次のとおりとなる。

$$\begin{aligned}\nu_{\text{eff}} &= \frac{u_c^4(y)}{\sum_{i=1}^n \frac{u_i^4(y)}{\nu_i}} = \frac{u_c^4(y)}{\frac{u_1^4(y)}{\nu_1} + \frac{u_2^4(y)}{\nu_2} + \frac{u_3^4(y)}{\nu_3} + \dots + \frac{u_n^4(y)}{\nu_n}} \\ &= \frac{0.00330^4}{\frac{\left(\sqrt{\frac{0.004305^2}{1.00003^2}}/3\right)^4}{3} + \frac{\left(\sqrt{\frac{0.004305^2}{1.00003^2}}/5\right)^4}{3} + 0 + \frac{0.001^4}{\infty}} = 6.86\end{aligned}$$

$u(y_0)$ 及び $u(\bar{y})$ の自由度は、 $\hat{\sigma}_e$ の自由度に等しく3となる。ただし、 y_0 について式(9)を用いた場合、 $\hat{\sigma}'_e$ の自由度が $u(y_0)$ の自由度となる。

内挿校正式とその不確かさの見積もり(25)

逆推定以外の不確かさ評価の検討

①外部機関からの情報を利用する場合

◆メーカによる計量器の性能保証がある場合、
特定の条件の下でメーカ仕様等の性能から
内挿式の不確かさを推定する。

◆個別の計量器に対する知見があらかじめ得
られる場合に限定

→分野ごとの合意を基本

内挿校正式とその不確かさの見積もり(26)

逆推定以外の不確かさ評価の検討

②外挿校正式の適用

- ◆ゼロ点校正と同様、一般論として「条件付きで外挿の受け入れは可能」なことを明確化
 - ◆ただし、条件は量ごとに適用の可否を決定
 - ◆実際に想定されるのは、標準供給されるまでの期間限定、又は内挿で技術確認が確立された範囲での、JCSS校正範囲の拡張
- 温度の例：アルゴンの三重点($-189.3442\text{ }^{\circ}\text{C}$)から窒素の沸点($-195.798\text{ }^{\circ}\text{C}$)までの拡張

有効自由度の評価に関する検討資料

有効自由度の評価に関する検討資料(1)

背景—何故、今、このような話が？

1. JCSS登録の一般要求事項などの改正
2. 国際動向への対応
 - (1) ILAC不確かさ文書への対応
 - GUM 7.2.3に従う拡張不確かさの表記
 - (2) APLAC/MRAパートナーとの横並び
 - 他国の認定機関の殆どが「信頼の水準 約95 %」で認定の最高測定能力を表記！
 - (3) APLAC/MRAでの指摘
 - 本質的ではないが、指摘されないようにすべき！

有効自由度の評価に関する検討資料(2)

JCSS登録の一般要求事項の改正

【改訂版: 2009年5月25日付け】

JCSS校正事業においては、その登録校正における測定の不確かさは、登録された最高測定能力より小さい数値であってはならない。

JCSS校正事業においては、測定結果をGUMに基づいて評価し、拡張不確かさの形で測定結果とともに表示することを原則とする。この場合において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)を決定すること。なお、包含係数2が信頼の水準95 %に対応する区間を与える場合、 $k=2$ を採用する。ただし、タイプA又はタイプBによって評価された不確かさについて、ある要因の自由度が全体の不確かさの有効自由度に重大に寄与する場合は、その場合の有効自由度を評価し、GUM付属書Gに従って適切な包含係数を算出し、校正証明書に表記しなければならない。

【前の版: 2007年4月1日付け】

JCSS校正事業においては、その登録校正における測定の不確かさは、登録された最高測定能力より小さい数値であってはならない。また、校正証明書に記載する不確かさに、最高測定能力を濫用してはならない。

JCSS校正事業においては、その登録校正における最高測定能力をGUMに基づいて評価し、拡張不確かさの形で測定結果とともに表示することを原則とする。この場合においてJCSSは、包含係数(k)は信頼の水準約95 %に対応する区間を与えるものとして $k=2$ を通常採用する。ただし、タイプA又はタイプBによって評価された不確かさについて、ある要因の自由度が全体の不確かさの有効自由度に重大に寄与し、その有効自由度に基づく95 %の信頼の水準での包含係数が2を超える場合、その要因の有効自由度を評価し、GUM付属書Gに従って適切な包含係数を算出し、表記する。

有効自由度の評価に関する検討資料(3)

ASNITE試験事業者又は校正事業者認定の一般要求事項の改正

【改正版: 2009年7月6日付け】

測定の不確かさは、GUMに基づいて評価すること。

測定の不確かさの評価において、拡張不確かさにより表記する場合は有効自由度を評価して信頼の水準約95 %に対応する区間とし包含係数を決定すること。なお、有効自由度が十分大きく包含係数2が信頼の水準約95 %に対応する区間を与える場合、 $k=2$ を採用してもよい。

ただし、タイプA又はタイプBによって評価された不確かさについて、ある要因の自由度が全体の不確かさの有効自由度に重大に寄与する場合は、GUM付属書Gに従って適切な包含係数を算出し、校正証明書に表記しなければならない。

校正証明書に記載する測定結果の不確かさは4.1に基づき認定された最高測定能力より小さい数値であってはならない。

【前の版: 2007年10月15日付け】

測定の不確かさは、GUMに基づいて評価し、拡張不確かさの形で測定結果とともに表記することを原則とする。この場合において、包含係数(k)は信頼の水準約95 %に対応する区間を与えるものとして、通常は、 $k=2$ を採用するものとする。ただし、タイプA又はタイプBによって評価された不確かさについて、ある要因の自由度が全体の不確かさの有効自由度に重大に寄与し、その有効自由度に基づく95 %の信頼の水準での包含係数(k)が2を超える場合、その要因の有効自由度を評価し、GUM付属書Gに従って適切な包含係数を算出し、表記する。

また、顧客及び関係者との合意があれば、合成標準不確かさとして報告してもよい。ただし、この場合は、拡張不確かさと混同しないよう明確な識別が必要である。

なお、試験事業者にあっては、該当する試験規格がある場合は、それを優先することとする。

有効自由度の評価に関する検討資料(4) 一般要求事項の該当部分を改正した理由

- IAJapanとしては、不確かさに対する「基本的考え方」の変更ではないと考えている。
- しかし、「 $k=2$ としていれば、即ち信頼の水準は約95 %である」との誤解がないか？との懸念はある(例えば青字部分)。
 - より正確な記述に修正した
 - 事業者さんは「方針の明確化」とみている？

有効自由度の評価に関する検討資料(5)

ILAC不確かさ文書への対応

- 現時点では、まだILAC/AIC(国際試験所認定協力機構／技術委員会)での検討段階。
- 最高測定能力(認定の範囲のうちで達成できる測定の最小不確かさ)は、**約95 %包含確率の拡張不確かさによる表記**を原則。
- 校正証明書は、GUM 7.2.3に従った**拡張不確かさの表記(信頼の水準 約95 %及び包含係数)**を原則。→ $k \geq 2$ は、有効自由度 ν_{eff} も必要か？

有効自由度の評価に関する検討資料(6)

APLAC/MRAパートナーとの横並び

- 他国の認定機関の殆どが「信頼の水準 約 95 %」で最高測定能力を表記！
→ IAJapanでは、殆どのケースで「 $k=2$ 」で最高測定能力を表記！（IAJapanは他国に遅れを取っている状況）
- 単純な書き換えだけなら認定機関(IAJapan)の問題だが、単純に書き換えるためには前述のような誤解が無いことが前提！
→ 誤解が無いことを確認しない限りは、書き換えできないため、**早急に現状の把握が必要！**

有効自由度の評価に関する検討資料(7)

APLAC/MRAでの指摘

- IAJapanの次のAPLAC再評価は2011年7月に予定されているが、そのときに指摘される可能性あり。
 - 有効自由度の取り扱い(即ち、 **$k=2$ で決め打ちしてはいないかという懸念**)については、過去のMRA評価で議論になったことがある。
 - ILAC不確かさ文書が早晚発行され、適用されることを踏まえると、早めに「信頼の水準 約95 %」への移行の措置を取っていかなければならない。

有効自由度の評価に関する検討資料(8)

現実的な問題—どこまで厳格に対応すべき？

- ・ある出力量の合成標準不確かさを算出し、その出力量の確率分布と有効自由度から、信頼の水準約95 %に対応する拡張不確かさを求める方法はGUMにある。

→ GUMをそのまま適用すればよい！

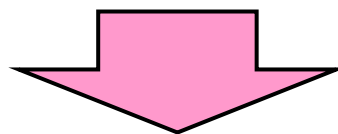
- ・しかし、「信頼の水準約95 %」の『約』の解釈について、事業者ごとの乖離(かいり)が大きいと、校正事業者相互の公平性を欠く。

有効自由度の評価に関する検討資料(9)

現実的な問題—どこまで厳格に対応すべき？

- ・スムーズに移行するためには、認定機関、審査員、上位の標準供給機関(NMIJなど)、そして当事者である校正事業者の足並みが揃わなければならない。

→ 移行期間の設定が必要不可欠！

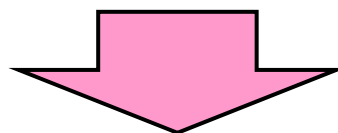


まずは問題点を洗い出して、内部で検討！

有効自由度の評価に関する検討資料(10)

問題点の検討ー有効自由度の計算は必須か？

- ・ある不確かさバジェットにおいて、一番大きく支配的な標準不確かさが、標準器の校正の不確かさであれば、分布は正規分布、有効自由度は無限大となることから、合成標準不確かさの分布も正規分布と仮定でき、有効自由度は、計算しなくても十分大きな数となることは明らかなケースは？



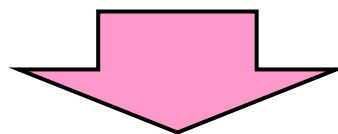
計算しなくても、GUM付属書G.6.6を満たす！

有効自由度の評価に関する検討資料(11)

GUM付属書G.6.6

広範な分野における実際の多くの測定に対しては、次の条件が一般的である。

- 測定量 Y の推定値 y は、正規分布や一様分布のような振舞いのよく分かった確率分布によって記述できる十分な数の入力量 X_i の推定値 x_i から求められる。
- タイプA又はタイプBの評価のどちらかによって求められるこれらの推定値の標準不確かさ $u(x_i)$ は、測定結果 y の合成標準不確かさ $u_c(y)$ に対し、同程度の大きさの寄与を持つ。
- 不確かさの伝播則に含まれる線形近似が適切である(GUM 5.1.2及びGUM付属書E.3.1項参照)。
- $u_c(y)$ の不確かさは、その有効自由度 ν_{eff} が十分に大きい、例えば10以上、であるためにかなり小さい。

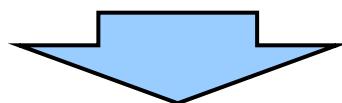


「 $k=2$ を採用し、 $U=2u_c(y)$ が約95 %の信頼の水準をもつ区間を定めるとみなすこと。」ができることとされている。

有効自由度の評価に関する検討資料(12)

では、GUM付属書G.6.6を満たさない場合は？

「 $k=2$ を採用し、 $U=2u_c(y)$ が約95 %の信頼の水準をもつ区間を定めるとみなすこと。」が絶対にできないか？



IAJapanとしては、必ずしもそうではないと現在は考えている。

- ・例えば、CIPM(国際度量衡委員会)のある諮問委員会で、 $k=2$ の採用が決議され、これを準用することは考えられる。

→ 国際ルール、国際合意があれば優先する。

- ・ $u_c(y)$ の有効自由度 ν_{eff} が10未満だからといって、 $u_c(y)$ の不確かさ(不確かさの不確かさ)が大きいわけではない。

→ GUM付属書G.6.6では「例えば10以上」としか書いていない

→ 他方、 $u_c(y)$ の有効自由度 ν_{eff} が3なのに、 $k=3.13$ ではなく $k=2$ とすることは(感覚的にも)受け入れられないだろう。

有効自由度の評価に関する検討資料(13)

現在のIAJapanにおける相場観

・GUM付属書G.6.6の条件は、多くの校正作業において満たすと考えられることから、正規分布とみなすことができ、かつ、有効自由度 ν_{eff} が10以上ある場合は、約95 %の信頼の水準をもつ区間の包含係数 k として、2を採用できる。

→ これには、2つのケースがある。

①計算不要のケース：評価された各要因の標準不確かさの自由度が全て10以上の場合は、包含係数 k として、2を採用する。

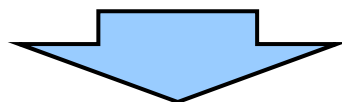
②要計算のケース：Welch-Satterthwaiteの式で有効自由度 ν_{eff} を計算する。

・優先順位として、①分野別分科会の決定＞②顧客の同意に基づく事項（例えば、顧客が規制当局などの場合）＞③認定センター方針（有効自由度10以上）とした。ただし、Welch-Satterthwaiteの式で有効自由度 ν_{eff} を厳密に計算し、包含係数 k を（例えば $k=1.97$ などと）決定することは、これを妨げるものではない。

有効自由度の評価に関する検討資料(14)

検討を進める上でわかってきた問題点(1)

・有効自由度 ν_{eff} が3～4程度のケースについて

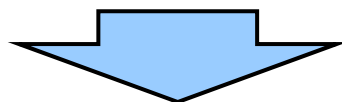


- ・繰り返し測定回数多くできないケースは存在する。測定した分だけ寿命が短くなるようなケース、一回の測定に時間がかかりコスト的にも不可能なケース、破壊試験など繰り返し測定自体が不可能なケース等である。
- ・しかし、出力量の合成標準不確かさ $u_c(y)$ の有効自由度が3のときは、 $u_c(y)$ の不確かさがその52 %、有効自由度が4のときは、 $u_c(y)$ の不確かさがその42 %もあることになる。
 - 顧客に報告する校正結果の信頼性をより高めるために、繰り返し測定回数が増えるような測定モデルを考えましょう！
 - 毎回の測定回数を多くしなくても、事前にプールデータを取ってもよい！

有効自由度の評価に関する検討資料(15)

検討を進める上でわかってきた問題点(2)

・最高測定能力の表記、校正証明書への表記との相違点

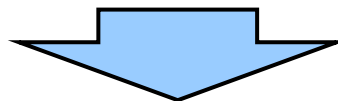


- ・最高測定能力は、校正対象となる器物の再現性が理想的に見積もられていることから、実際的には $k=2$ が採用できるケースが多いと考えられる。
 - ・顧客から持ち込まれる校正器物が再現性が(想定より)悪いときは、その再現性の標準不確かさが大きくなるため、出力量の合成標準不確かさ $u_c(y)$ の有効自由度が、その再現性の標準不確かさによって小さくなってしまい、例えば最高測定能力では $k=2$ を採用できたとしても、実際の校正で $k=2$ とする信頼の水準 約95 %が満たされない可能性がある。
- 校正の不確かさが最高測定能力よりも大きくなり、その原因が顧客の持ち込んだ校正器物の再現性に起因するケースは、注意が必要！

有効自由度の評価に関する検討資料(16)

・いつから移行していただくか？

- ①認定機関自身の準備：**しなければならないことがたくさんある！**
- ②審査員への準備：現在、内部で検討している問題点を踏まえ、審査上の留意点をまとめ、審査員連絡会などで周知する必要がある。
- ③上位の標準供給機関(NMIJなど)：同様の問題点につき、NMIJ内部で検討されていると認識。JCSS登録・認定事業者が発行する校正証明書の表記の移行の時期は、NMIJなど上位の標準供給機関から発行される校正証明書の表記の移行時期を勘案する必要がある。
- ④校正事業者への準備：**2010年夏頃にIAJapanによる説明会を開催予定！**



移行予定時期を含めて、説明会でお話しする予定！

まとめ

まとめ

- JCSS不確かさガイド(共通)が必要となった背景に、顧客の実際の校正ニーズへの対応がある
 - 計量トレーサビリティが、実際の現場の測定に使われるようになり、JCSS校正範囲が問われるようになってきた！
- 他方、形式的にも国際整合性が問われるように！
 - 最終的には最高測定能力、校正証明書に記載する拡張不確かさとも、信頼の水準 約95 %の表記に移行することに！
 - 今後のIAJapanからの情報提供を、御確認ください！