JCSS 校正方法と不確かさに関する表現 改正案 新旧対照表

（傍線部分は改正部分）

改正案	現　行
1.　序文	1.　序文
1.1　この文書は、校正における測定の不確かさの評価、及び校正証明書における不確かさの表明に関する原則と要求事項を定めたものである。その取り扱いは、全ての校正分野に応用できるよう、一般的な水準に保たれている。ここで記述されている方法は、この情報がより容易に適用されるよう、異なる分野におけるより具体的なアドバイスにより補足されなければならない。このような補足的ガイドラインを作成することによって、この文書に示された一般的原則が、異なる分野間における一貫性を確実にするために守られるべきである。	1.1　この文書は、校正における測定の不確かさの評価、及び校正証明書における不確かさの記述に関する原則と要求事項を定めたものである。その取り扱いは、全ての校正分野に応用できるよう、一般的な水準に保たれている。ここで記述されている方法は、この情報がより容易に適用されるよう、異なる分野におけるより具体的なアドバイスにより補足されなければならない。異なる分野間における一貫性を確実にするため、そのような補足的ガイドラインを作成することによって、この文書に示された一般的原則が守られる。
1.2　この文書内の記述は、「計測における不確かさの表現のガイド（以下「GUM」という。）」に従っている［文献1］。GUMは、ほとんどの物理的計測の分野で採用することができる測定の不確かさの評価、及び表現に関する一般的規則を記述しているが、この文書は、校正事業者における、測定に対して最もふさわしい方法に焦点をしぼり、測定の不確かさを評価・表現するための明確で、かつ、調和した方法を説明する。	1.2　この文書内の記述は、BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIMLの名前で1993 年に最初に発行された“計測における不確かさの表現のガイド”［参照1］に一致する。［参照1］は、ほとんどの物理的計測の分野で採用することができる測定の不確かさの評価、及び表現に関する一般的規則を記述しているが、この文書は、校正ラボにおける、測定に対して最もふさわしい方法に焦点をしぼり、測定の不確かさを評価・表現するための明確で、かつ一致した方法を説明する。
● この文書にとって基礎となる定義；	● この文書にとって基礎となる定義；
● 入力量についての測定の不確かさの評価方法；	● 入力量についての測定の不確かさの評価方法；
● 出力量についての測定の不確かさと、入力量についての測定の不確かさとの関係；	● 出力量についての測定の不確かさと、入力量についての測定の不確かさの関係；
● 出力量についての測定の拡張不確かさ；	● 出力量についての測定の拡張不確かさ；
● 測定の不確かさの表明；	● 測定の不確かさの記述；

改正案	現　行
● 測定の不確かさを計算する段階的な手順	● 測定の不確かさを計算する段階的な手順
ここで記述されている方法をそれぞれの分野における具体的な測定の問題に明確に適用するために検討された事例は、「JCSS 校正方法及び不確かさの見積もりに関するガイド集」において示されている。	ここで記述されている方法をそれぞれの分野における具体的な測定の問題に明確に適用するために検討された事例は、「計量法校正事業者認定制度校正方法及び不確かさの見積もりに関するガイド集」において示されている。
1.3　ある量の単位又は一つ若しくは複数の値を、定義、実現、保存、再現するためのほぼ理想的な測定標準の校正を実施するときや、ある量の測定のために設計されたほぼ理想的な測定器の校正を実施するとき、JCSS では、**最高測定能力**とは、「校正事業者が認定の適用範囲内で達成できる最も小さい測定の不確かさである」と定義されている。認定された校正事業者の最高測定能力についての審査は、この文書で述べられている方法をもとにしなければならないが、通常、実験的な証拠により裏付けられるか、立証されなければならない。最高測定能力の審査に関する認定機関を助けるための情報は、付録 A に詳しく説明されている。	ある量の単位または1つまたは複数の値を、定義、実現、保存、再現するためのほぼ理想的な計測標準器の校正を実施するときや、ある量の測定のために設計されたほぼ理想的な計器の校正を実施するとき、JCSSでは、**最高測定能力**とは、「ラボが認定の適用範囲内で達成できる最も小さい測定の不確かさである」と定義されている。認定された校正ラボの最高測定能力についての審査は、この文書で述べられている方法をもとにしなければならないが、通常、実験的な証拠により裏付けられるか、立証されなければならない。最高測定能力の審査に関し、認定機関を助けるために、付録 A に詳しく説明されている。
2　概略及び定義	2　概略及び定義
注記：略	注：略
2.1　測定結果の報告書は、測定対象量に帰属する値と、その値の測定の不確かさの両方が含まれない限り完成しない。この文書においては、測定された値に作用する影響量を含め、未知の量は全て、**ランダム変数**とみなされる。	2.1　測定結果の報告書は、計器に値付けされた値と、その値の測定の不確かさの両方が含まれない限り完成しない。この文書においては、測定値に作用する影響量を含め、未知の量は全て、**ランダム変数**とみなされる。
2.2　**測定の不確かさ**とは、測定量に値付けされた値のばらつきを表し、測定結果に付随するパラメータである［文献2］。この文書において、誤解の恐れがない場合、**「測定の不確かさ」**を短縮し、**「不確かさ」**が用いられる。測定における不確かさの典型的な原因については、付録 C に示されたリストを参照すること。	2.2　**測定の不確かさ**とは、測定量に値付けされた値のばらつきを表し、測定結果に付随するパラメータである。［文献2］この文書において、誤解の恐れがない場合、**「測定の不確かさ」**を短縮し、**「不確かさ」**が用いられる。測定における不確かさの典型的な原因については、付録 C に示されたリストを参照すること。

2.3 **測定対象量**とは、測定の対象となる特定の量のことである。校正では、次式の関数関係に従い、1つだけの測定対象量、又は一般に複数の**入力量**$X_i\ (i=1,2,...,N)$に依存する**出力量**を通常扱う。 以下略 2.4 略 2.5 測定量Yの推定値、すなわち、yによって表される出力推定値は、入力量X_iの値に対する入力推定値x_iを用い、式(2.1)より求められる。 $y=f(x_1,x_2,...,x_N)$ 式(2.2) 入力値は、モデルに対する全ての重要な影響に対して補正された最良推定値である、と考えられている。もしそうでなければ、それぞれの入力量に対する必要な補正項も含まれる。 2.6 略 **3 入力推定値の測定の不確かさの評価** **3.1 一般的考察** 3.1.1 入力推定値の測定の不確かさは、「タイプA」又は「タイプB」のいずれかの評価方法に従い評価される。 **標準不確かさのタイプA評価**は、一連の観測値の統計解析により不確かさを評価する方法である。この場合、標準不確かさは、算術平均、又は適切な回帰分析から得られた平均値の実験標準偏差になる。 **標準不確かさのタイプB評価**は、統計解析以外の方法によって不確かさを評価する方法である。この場合、標準不確かさの評価は、他の科学的知識を基にする。 注記：校正では稀であるが、量の取りうる全ての値が限界値の片側にある場合がある。よく知られている事例は、いわゆる余弦誤差である。このような特殊な事例の取り扱いに関しては、GUMを参照すること。 **3.2 標準不確かさのタイプA評価**	2.3 **測定量**とは、測定の対象となる特定の量のことである。校正では、次式の関数関係に従い、1つだけの測定量、または一般に複数の**入力量**$X_i\ (i=1,2,...,N)$に依存する**出力量**を通常扱う。 以下略 2.4 略 2.5 測定量Yの推定値、すなわちyによって表される出力推定値は、入力量X_iの値に対する入力推定値x_iを用い、式(2.1)より求められる。 $y=f(x_1,x_2,...,x_N)$ 式(2.2) 入力値は、モデルに対する全ての重要な影響に対して補正された最良推定値である、と考えられている。もしそうでなければ、それぞれの入力量に対する必要な補正項も含まれるべきである。 2.6 略 **3 入力推定値の測定の不確かさの評価** **3.1 一般的考察** 3.1.1 入力推定値の測定の不確かさは、'タイプA' または 'タイプB' のいずれかの評価方法に従い評価される。 **標準不確かさのタイプA評価**は、一連の測定値の統計解析により不確かさを評価する方法である。この場合、標準不確かさは、算術平均、または適切な回帰分析から得られた平均値の実験標準偏差になる。 **標準不確かさのタイプB評価**は、統計的解析以外の方法によって不確かさを評価する方法である。この場合、標準不確かさの評価は、他の科学的知識を基にする。 注：校正ではまれであるが、量の取りうる全ての値が限定値の片側にある場合もある。よく知られている事例は、いわゆる余弦誤差である。このような特殊な事例の取り扱いに関しては、文献.1を参照すること。 **3.2 標準不確かさのタイプA評価**

3.2.1 略 3.2.2 略 (a) 略 (b) はっきりと素性が知られ、統計的管理の下にある測定では、限られた観測回数から得られた推定標準偏差に比べ、よりよくばらつきを示すものとして、合成又は**プールされた分散の推定値**s_p^2が利用できる場合もある。入力量Qの値が、少ない回数nの平均値$\overline{q}$とされる独立した測定値の場合、その平均値の分散は次式から推定される。 $s^2(\overline{q})=\frac{s_p^2}{n}$ 式 (3.5) 標準不確かさは、式(3.4)から推定される。 **3.3 標準不確かさのタイプB評価** 3.3.1 標準不確かさのタイプB評価は、統計的な解析以外の方法による、入力量X_iの推定値x_iの不確かさの評価方法である。標準不確かさ$u(x_i)$は、X_iの起こり得る変動に関して入手可能な全ての情報に基づく科学的判断によって評価される。この分類に属する値は以下のものから得ることができる。 ● 以前の測定データ； ● 関連物質及び測定器の作用及び特性に関する経験又は総合的知識； ● 製造者の仕様； ● 校正や他の証明書に定められたデータ； ● ハンドブックから選ばれた参照データに記載された不確かさ； 3.3.2 略 (a)〜(b) 略 (c) 量X_iの値に関し、**上限**a_+ **及び下限**a_-のみが推定できる場合には	3.2.1 略 3.2.2 略 (a) 略 (b) はっきりと素性が知られ、統計的管理の下にある測定では、限られた観測回数から得られた推定標準偏差に比べ、よりよくばらつきを示すものとして、合成または**プールされた分散の推定値**s_p^2が利用できる場合もある。入力量Qの値が、少ない回数nの平均値$\overline{q}$とされる独立した測定値の場合、その平均値の分散は次式から推定される。 $s^2(\overline{q})=\frac{s_p^2}{n}$ 式 (3.5) 標準不確かさは、式(3.4)から推定される。 **3.3 標準不確かさのタイプB評価** 3.3.1 標準不確かさのタイプB評価は、統計的な解析以外の方法による、入力量X_iの推定値x_iの不確かさの評価方法である。標準不確かさ$u(x_i)$は、X_iの起こり得る変動に関して入手可能な全ての情報に基づく科学的判断によって評価される。この分類に属する値は以下のものから得ることができる。 ● 以前の測定データ； ● 関連物質及び測定器の作用及び特性に関する経験または総合的知識； ● 製造者の仕様； ● 校正や他の証明書に定められたデータ； ● ハンドブックから選ばれた参照データに記載された不確かさ； 3.3.2 略 (a)〜(b) 略 (c) 量X_iの値に関し、**上限及び下限**a_+, a_-のみが推定できる場合には

（例えば測定器の製造者仕様、温度範囲、自動データ修正により生ずる丸め又は切り捨て誤差）、これらの限界内で一様な確率密度（矩形確率分布）をもつ確率分布が、この入力量 X_i のばらつきとして想定される。これは上記の(b)により、推定値は、次式のようになる。	（例えば計測器の製造者仕様、温度範囲、自動データ修正により生ずる丸めまたは切り捨て誤差）、これらの限界内で一様な確率密度（矩形確率分布）をもつ確率分布が、この入力量 X_i のばらつきとして想定される。これは上記の(b)により、推定値は、次式のようになる。
$x_i = \frac{1}{2}(a_+ + a_-)$ 式(3.6)	$x_i = \frac{1}{2}(a_+ + a_-)$ 式(3.6)
そして、標準不確かさの平方は、次式で表される。	そして、標準不確かさの平方は、次式で表される。
$u^2(x_i) = \frac{1}{12}(a_+ + a_-)^2$ 式(3.7)	$u^2(x_i) = \frac{1}{12}(a_+ + a_-)^2$ 式(3.7)
限界値の間の差が $2a$ で示される場合、式(3.7)は次式で表される。	限界値の間の差が $2a$ で示される場合、式(3.7)は次式で表される。
$u^2(x_i) = \frac{1}{3}a^2$ 式(3.8)	$u^2(x_i) = \frac{1}{3}a^2$ 式(3.8)
入力量 X_i についての知識が不十分でばらつきの限度値以外の情報がないときには、矩形分布を用いることは、妥当である。問題としている量の値が、ばらつきの限界付近の値よりばらつきの区間の中心付近に存在すると思われる場合は、三角形分布又は正規分布がよりよいモデルになる。一方、限界付近の値が中心付近の値より多く存在すると思われる場合は、U 形分布の方がより適切と考えられる。	入力量 X_i についての知識が不十分でばらつきの限度値以外の情報がないときには、矩形分布を用いることは、妥当である。問題としている量の値が、バラツキの限界付近の値よりばらつきの区間の中心付近に、存在するだろうと思われる場合、三角分布または正規分布がよりよいモデルになる。一方、限界に近い値が中心付近の値より多く存在しそうならば、U 形分布の方がより適切と考えられる。
4.　出力推定値の標準不確かさの計算	**4.　出力推定値の標準不確かさの計算**
4.1　相関のない入力量に関して、出力推定値 y の標準不確かさの平方は次式によって示される。	**4.1**　相関のない入力量に関して、出力推定値 y の標準不確かさの平方は次式によって示される。
$u^2(y) = \sum_{i=1}^{N} u_i^2(y)$ 式(4.1)	$u^2(y) = \sum_{i=1}^{N} u_i^2(y)$ (4.1)
注記：校正では稀であるが、モデル関数が強度に非線形である場合や、いくつかの感度係数［式(4.2)及び式(4.3)を参照］がゼロになり、式(4.1)に高次の項が含まれなければならない場合がある。そのような特別の	注：校正では滅多に起きないが、モデル関数が強度に非線形である場合や、いくつかの感度係数［式(4.2)及び(4.3)を参照］がゼロになり、式(4.1)に高次の項が含まれなければならない場合がある。そのような

場合の取り扱いに関しては、GUM を参照すること。	特別の場合の取り扱いに関しては、文献.1 を参照すること。
量 $u_i(y)$ $(i = 1,2,\ldots,N)$ は、入力推定値 x_i の標準不確かさから生じる出力推定値 y の標準不確かさに対しての寄与成分である。	量 $u_i(y)$ $(i = 1,2,\ldots,N)$ は、入力推定値 x_i の標準不確かさから生じる出力推定値 y の標準不確かさに対しての寄与成分である。
$u_i(y) = c_i u(x_i)$ 式(4.2)	$u_i(y) = c_i u(x_i)$ (4.2)
ただし、c_i は、入力推定値 x_i の**感度係数**、すなわち、入力推定値 x_i で推定される X_i に関するモデル関数 f の偏導関数である。	ただし、c_i は、入力推定値 x_i の**感度係数**、すなわち入力推定値 x_i で推定される X_i に関するモデル関数 f の偏導関数である。
$c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i} = \frac{\partial f}{\partial X_i}\bigg\rvert_{X_1 = x_1 \ldots X_N = x_N}$ 式(4.3)	$c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i} = \frac{\partial f}{\partial X_i}\bigg\rvert_{X_1 = x_1 \ldots X_N = x_N}$ 式(4.3)
4.2　感度係数 c_i は、入力推定値 x_i の変動によって出力推定値 y が影響される度合いを表す。それは、式（4.3）又は数学的手法を用いて、モデル関数 f から評価することができる。数学的手法とは、$+u(x_i)$ 及び $-u(x_i)$ の入力推定値における変化による出力推定値の変化を計算することである。y における差を $2u(x_i)$ で割った結果を c_i の値として求めることである。時には、$x_i \pm u(x_i)$ などにおける測定を繰り返すことに	**4.2**　感度係数 c_i は、入力推定値 x_i の変動によって出力推定値 y が影響される度合いを表す。それは、式（4.3）または数学的手法を用いて、モデル関数 f から評価することができる。数学的手法とは、$+u(x_i)$ 及び $-u(x_i)$ の入力推定値における変化による出力推定値の変化を計算することである。y における差を $2u(x_i)$ で割った結果を c_i の値として求めることである。時には、$x_i \pm u(x_i)$ などにおける測定を繰り返すこと

より、実験から出力推定値yの変化を算出することがより適切であることがある。	により、実験から出力推定値yの変化を算出することがより適切であることがある。
4.3 $u(x_i)$は常に正であるが、式(4.2)による寄与成分$u_i(y)$は、感度係数c_iの符号により正又は負のいずれかである。相関のある入力量の場合には、$u_i(y)$の符号を考慮しなければならない。付録 Dの式(D4)を参照。	**4.3** $u(x_i)$は常に正であるが、式(4.2)による寄与成分$u_i(y)$は、感度係数c_iの符号により正または負のいずれかである。相関のある入力量の場合には、$u_i(y)$の符号を考慮しなければならない。付録 Dの式(D4)を参照。
4.4 もしモデル関数f が、入力量X_iの和又は差であるとすると、	**4.4** もしモデル関数f が、入力量X_iの和または差であるとすると、
$f(X_1, X_2, ..., X_N) = \sum_{i=1}^{N} p_i X_i$ 式(4.4)	$f(X_1, X_2, ..., X_N) = \sum_{i=1}^{N} p_i X_i$ (4.4)
式(2.2)による出力推定値は、対応する入力推定値の和又は差によって与えられる。	式(2.2)による出力推定値は、対応する入力推定値の和または差によって与えられる。
$y = \sum_{i=1}^{N} p_i x_i$ 式(4.5)	$y = \sum_{i=1}^{N} p_i x_i$ (4.5)
感度係数はp_iに等しく、式(4.1)は次式で表すことができる。	感度係数はp_iに等しく、式(4.1)は次式で表すことができる。
$u^2(y) = \sum_{i=1}^{N} p_i^2 u^2(x_i)$ 式(4.6)	$u^2(y) = \sum_{i=1}^{N} p_i^2 u^2(x_i)$ (4.6)
4.5 もしモデル関数f が入力量X_iの積又は商であるとすると、	**4.5** もしモデル関数f が入力量X_iの積または商であるとすると、
$f(X_1, X_2, ..., X_N) = c\prod_{i=1}^{N} X_i^{p_i}$ 式(4.7)	$f(X_1, X_2, ..., X_N) = c\prod_{i=1}^{N} X_i^{p_i}$ (4.7)
ここでも、出力推定値は、入力推定値の積又は商に対応したものになる。	ここでも、出力推定値は、入力推定値の積又は商に対応したものになる。

$y = c\prod_{i=1}^{N} x_i^{p_i}$ 式(4.8)	$y = c\prod_{i=1}^{N} x_i^{p_i}$ (4.8)
この場合の感度係数は$p_i y/x_i$に等しく、式(4.6)が式(4.1)から求められたように、もし$w(y) = u(y)/\|y\|$及び$w(x_i) = u(x_i)/\|x_i\|$とすれば、相対標準不確かさは次式で表すことができる。	この場合感度係数は、 $p_i y/x_i$に等しく、式(4.6)が式(4.1)から求められたように、もし$w(y) = u(y)/\|y\|$及び$w(x_i) = u(x_i)/\|x_i\|$とすれば、相対標準不確かさは次式で表せる。
$w^2(y) = \sum_{i=1}^{N} p_i^2 w^2(x_i)$ 式(4.9)	$w^2(y) = \sum_{i=1}^{N} p_i^2 w^2(x_i)$ (4.9)
4.6 略	**4.6** 略
4.7 二つの入力量X_i及びX_kの推定値の共分散は、下記の場合においてゼロであるか、無視できるとみなすことができる。	**4.7** ふたつの入力量X_i及びX_kの推定値の共分散は、下記の場合においてゼロであるか、無視できるとみなすことができる。
(a) それらが、異なる独立した実験において、同時ではなく繰り返して観測されている、独立して実施されている異なる評価の結果として生じる量を表している、というような理由で、入力量X_i及びX_kが独立である場合。	(a) それらが、異なる独立した実験において、同時にではなく繰り返して観測されていたり、独立して実施されている異なる評価の結果として生じる量を表しているような理由で、入力量X_i及びX_kが独立である場合。
(b)～(c) 略	(b)～(c) 略
4.8 測定に関する不確かさの解析ー時には、測定の不確かさのバジェットと呼ばれるーには、測定の標準不確かさとともに、全ての不確かさの原因のリスト、及びそれらを評価する手法が含まれるべきである。繰り返された測定に関しては、観測の数nも明記されなければならない。分かりやすくするために、この解析に関係のあるデータを表の形式で提示するよう推奨される。その表において、全ての量は物理記号X_i、又は短い識別子によって参照されるべきである。それぞれの量に対して、少なくとも、推定値x_i、その測定の標準不確かさ$u(x_i)$、感度係数c_i及び個別の不確かさの寄与成分$u_i(y)$は明細に記されるべきである。それぞれの量の次元も、表の中で数値とともに明示されるべき	**4.8** 測定に関する不確かさの解析ーしばしば、測定の不確かさのバジェットと呼ばれるーには、測定の標準不確かさとともに、全ての不確かさの原因のリスト及び、それらを評価する手法が含まれるべきである。繰り返された測定に関しては、観測の数nも明記されなければならない。分かりやすくするために、この解析に関係のあるデータを表の形式で提示するよう推奨される。その表において、全ての量は物理記号X_i又は、短い識別子によって参照されるべきである。それぞれの量に対して、少なくとも、推定値x_i、その測定の標準不確かさ$u(x_i)$、感度係数c_i及び個別の不確かさの寄与成分$u_i(y)$は明細に記されるべきである。それぞれの量の次元も、表の中で数値とともに明示されるべ

である。	きである。
4.9　略	4.9　略
表4.1：　測定の不確かさの解析で用いられる量、推定値、標準不確かさ、感度係数及び標準不確かさへの寄与の整理された配列の概略図	**表4.1：　測定の不確かさの解析で用いられる量、推定値、標準不確かさ、感度係数及び不確かさへの寄与の整理された配列の概略図**
表は略	表は略
5.　測定の拡張不確かさ	**5.　測定の拡張不確かさ**
5.1　JCSS によって認定された校正事業者は、出力推定値 y の標準不確かさ $u(y)$ に**包含係数** k を乗じることにより得られる**測定の拡張不確かさ** U を表明しなければならない。	**5.1**　JCSS によって認定された校正ラボは、出力推定値 y の標準不確かさ $u(y)$ に**包含係数** k を乗じることにより得られる**測定の拡張不確かさ** U を記載しければならない、と決められている。
$U = ku(y)$　式(5.1)	$U = ku(y)$　(5.1)
測定量の分布が正規（ガウス）分布で、出力推定値の標準不確かさが十分信頼性を有する場合、標準的な包含係数 $k = 2$ を用いなければならない。この拡張不確かさは、約 95 %の**包含確率**に対応する。これらの条件は実際の校正作業では十分満足できる。	測定量の分布が正規（ガウス）分布で、出力推定値の標準不確かさが十分信頼性を有する場合、標準的な包含係数 $k = 2$ を用いなければならない。この拡張不確かさは、約 95 %の**包含確率**に対応する。これらの条件は実際の校正作業では十分満足できる。
5.2　正規分布の推定は、いつも簡単に実験で確認できるとは限らない。しかしながら、正規分布や矩形分布のように、独立した量で素性がよく把握されている確率分布から導かれる複数（言い換えると $N \geq 3$）の不確かさの大きさが、同じ程度で出力推定値の標準不確かさに寄与する場合には、中心極限定理の条件が満たされ、出力量の分布が正規分布になるということがおおよそ推定できる。	**5.2**　正規分布の推定は、いつも簡単に実験で確認できるとは限らない。しかしながら、正規分布や矩形分布のように、独立した量で素性がよく把握されている確率分布（すなわち $N \geq 3$）から導かれる複数の不確かさの大きさが、同じ程度で出力推定値の標準不確かさに寄与する場合には、中心極限定理の条件が満たされ、出力量の分布が正規分布になるということがおおよそ推定できる。
5.3　出力推定値に付与された標準不確かさの信頼性は、その有効自由度（付録 E 参照）によって左右される。しかしながら、いずれの不確かさの寄与も、10 回未満の繰り返し観測を基にしたタイプ A 評価から得られていないならば、信頼性は常に満たされると判断できる。言い換えると「いずれの不確かさの寄与も、10 回以上の繰り返し観測を基にしたタイプ A 評価又はタイプ B 評価から得られているならば、信頼性は常に満たされる。」と判断できる。	**5.3**　出力推定値に付与された標準不確かさの信頼性は、その有効自由度（付録 E 参照）によって左右される。しかしながら、いずれの不確かさの寄与も、10 回未満の繰り返し観測を基にしたタイプ A 評価から得られていないならば、信頼性は常に満たされると判断できる。

5.4　これらの条件（正規性又は十分な信頼性）の一つが満たされないとすると、標準包含係数 $k = 2$ は、95 %より少ない包含確率に対応する拡張不確かさになる可能性がある。これらの場合には、拡張不確かさの値が確実に通常の場合と同じ包含確率（すなわち、約95 %の包含確率）に対応するよう他の手順に従わなければならない。試験所間比較の結果を評価する時や、仕様への従順性を評価する時など、同一量の測定結果2つの比較を必要とする時はいつでも、ほぼ同一の包含確率の使用が不可欠である。	**5.4**　これらの条件（正規性または十分な信頼性）の一つが満たされないとすると、標準包含係数 $k = 2$ は、95 %より少ない包含確率に対応する拡張不確かさになる可能性がある。これらの場合には、拡張不確かさの値が確実に通常の場合と同じ包含確率に対応するよう他の手順に従わなければならない。試験所間比較の結果を評価する時や、仕様への従順性を評価する時など、同一量の測定結果2つの比較を必要とする時はいつでも、ほぼ同一の包含確率の使用が不可欠である。
5.5　もし、正規分布が想定できるとしても、なお出力推定値の標準不確かさの信頼性が低いということもある。このような場合において、繰り返し測定の数 n を増やすこと（特に、5.7 で述べる支配的に寄与する標準不確かさの要因の繰り返し測定の数 n を増やすことが望ましい。）、信頼性の劣るタイプ A 評価の代わりにタイプ B 評価を用いることが便宜的ではない場合、付録 E に示される方法を用いるべきである。ただし、付録 E の方法は、次の点において、特に産業界における不確かさの利用においては、必ずしも有用とならないことがありうるので注意が必要である。 ● 付録 E の方法を用いても、測定の不確かさの再現性（この再現性とは、次回の不確かさ評価で同様の値が得られるかどうかという意味。）は改善されない。 ● 統計学における自由度と異なり、不確かさ評価における有効自由度の計算の妥当性を根拠付けにくいことがある（例えば、正規分布でない変数が存在するとき。）。	**5.5**　もし、正規分布が想定できるとしても、なお出力推定値の標準不確かさの信頼性が低いということもある。このような場合において、繰り返し測定の数 n を増やしたり、信頼性の劣るタイプ A 評価の代わりにタイプ B 評価を用いることが便宜的ではない場合、付録 E に示される方法を用いるべきである。
5.6　それ以外の場合、すなわち、正規分布であることを正当化することができない場合、約95 %の包含確率に対応する包含係数 k の値を得るために、実際の出力推定値の確率分布における情報が用いられなければならない。	**5.6**　それ以外の場合、すなわち正規分布であることを正当化することができない場合、約95 %の包含確率に対応する包含係数 k の値を得るために、実際の出力推定値の確率分布における情報が用いられなければならない。
5.7　実際の出力推定値の確率分布を正確に推定することが困難なとき	

は、その出力推定値の合成標準不確かさに対して支配的に寄与する標準不確かさの要因（注記）に着目する。このことにより、5.5 ただし書きで懸念される事項を回避することが可能となる。 支配的に寄与する標準不確かさの要因が 1 つでその確率分布が矩形分布のときは、出力推定値の確率分布も矩形分布を仮定できる。また、支配的に寄与する標準不確かさの要因が 2 つでこれらの確率分布が両方とも矩形分布のときは、これらの要因が同じ大きさのときは出力推定値の確率分布は三角形分布、異なる大きさのときは出力推定値の確率分布は台形分布を仮定できる。 出力推定値の確率分布が矩形分布及び三角形分布を仮定でき、もとの矩形分布の限界が付録 E.2 のように選択されているとき、約 95 %の包含確率に対応する包含係数の値は、それぞれ次のようになる。これらの 2 未満の包含係数を丸めるときは、2 桁又は 1 桁に切り上げられた値が用いられるべきであり、1 桁に丸められたときの包含係数はいずれも $k=2$ となる。 ● 出力推定値の確率分布が矩形分布のとき；$k=1.65$ ● 出力推定値の確率分布が三角形分布のとき；$k=1.90$ 注記）「合成標準不確かさに対して支配的に寄与する」とは、合成標準不確かさ u_{c}^2 のうちの最大の標準不確かさ成分又は大きな順番に複数の標準不確かさ成分を合成したものを u_{d}^2 （d:dominant）とすると、$u_{\mathrm{d}}^2 \ge 0.8u_{\mathrm{c}}^2$ となるようにしたとき、u_{d}^2 に含まれる全ての標準不確かさ成分を「支配的に寄与する」成分とみなす。	
6.　校正証明書における測定の不確かさの表明 **6.1**　校正証明書では、測定対象量の推定値 y 及び拡張不確かさ U からなる完全な測定結果が、$(y \pm U)$ の形で与えられなければならない。これには、内容を説明する注釈が付け加えられなければならず、この注釈は一般的な場合、次のような内容とすべきである。 *報告された測定の拡張不確かさは、測定の標準不確かさに包含係数*	**6.　校正証明書における測定の不確かさの表明** **6.1**　校正証明書では、測定量の推定値 y 及び拡張不確かさ U からなる完全な測定結果が、$(y \pm U)$ の形で記載されなければならない。一般的な場合には、次のような内容を説明する注釈が、付け加えられなければならない。 *報告された測定の拡張不確かさは、測定の標準不確かさに包含係数*

$k=2$ を乗じたものとして表明され、そのことは正規分布に関して、約 95 %の包含確率に対応する。測定の標準不確かさは、JCSS刊行のJCG200に従い決定されている。 この注釈は最も簡潔な場合、次のような内容とすべきである。 *包含係数 $k=2$、信頼の水準（又は包含確率）約95 %*	*$k=2$ を乗じたものとして記述されており、そのことは正規分布に関して、約95 %の包含確率に対応する。測定の標準不確かさは、JCSS刊行のJCG200に従い決定されている。*
6.2　しかしながら、付録 E の手順に従っている場合には、付け加えられる注釈は次のような内容とすべきである。 *報告された測定の拡張不確かさは、測定の標準不確かさに包含係数 $k=XX$ を乗じたものとして表明され、そのことは有効自由度 $\nu_{\mathrm{eff}}=YY$ に基づく t 分布に関して、約 95 %の包含確率に対応する。測定の標準不確かさは、JCSS 刊行の JCG200 に従い決定されている。* この注釈は最も簡潔な場合、次の何れかのような内容とすべきである。 *包含係数 $k=XX$、信頼の水準（又は包含確率）約 95 %* *包含係数 $k=XX$、有効自由度 $\nu_{\mathrm{eff}}=YY$、信頼の水準（又は包含確率）約 95 %*	**6.2**　しかしながら、付録 E の手順に従っている場合には、次のような注釈を追加すべきである。 *報告された測定の拡張不確かさは、測定の標準不確かさに包含係数 $k=XX$ を乗じたものとして記述され、そのことは、有効自由度 $\nu_{\mathrm{eff}}=YY$ をもつ t 分布に関して、約 95 %の包含確率に対応する。測定の標準不確かさは、JCSS 刊行の JCG200 に従い決定さている。*
6.3　測定の不確かさの数値は、せいぜい二桁の有効数字で与えられるべきである。測定結果の数値は、最終的な表明において、通常測定結果に付される拡張不確かさの値における最小有効数字に丸められることが望ましい。測定の不確かさの丸めの方法に関しては、数字の丸めに関する一般的な基準を用いられなければならない（丸め方のさらなる詳細については、ISO31-0:1992、付録 B を参照）。しかしながら、もしその丸めが測定の不確かさの数値を 5 %以上低下させるならば、切り上げられた値が用いられるべきである。	**6.3**　測定の不確かさの数値は、せいぜい二桁の有効数字で与えられるべきである。測定結果の数値は、最終的な記述において、通常測定結果に付される拡張不確かさの値における最小有効数字に丸められるべきである。丸める方法に関しては、数字の丸めに関する一般的な基準を用いられなければならない（丸め方のさらなる詳細については、ISO31-0:1992、付録 B を参照）。しかしながら、もしその丸めが測定の不確かさの数値を 5 %以上低下させるならば、切り上げられた値が用いられるべきである。
7.　測定の不確かさを計算するための段階的手順 **7.1**　次の事項は、実際にこの文書を利用するための手引きである（別の補足文書にある実例を参照）: (a) 式(2.1)に従い、入力量 X_i と測定対象量（出力量）Y の関係を数学	**7.　測定の不確かさを計算するための段階的手順** **7.1**　下記の事項は、実際にこの文書を利用するための手引きである。（付録F 及び別の補足文書にある実例を参照）: (a) 式(2.1)に従い、入力量 X_i と測定量（出力量）Y の関係を数学的表

的表記で表す。2つの標準器の直接比較の場合には、$Y = X_1 + X_2$のように、式は非常に簡単なものになる。	記で表す。2つの標準器の直接比較の場合には、$Y = X_1 + X_2$のように、式は非常に簡単なものになる。
(b) 略	(b) 略
(c) 4節に従い、不確かさの解析の様式で、全ての不確かさの原因を列挙する。	(c) 4節に従い、不確かさの解析の様式で、全ての不確かさの原因を列挙する。
(d) 3.2項に従い、繰り返し測定された量に対し標準不確かさ$u(\overline{q})$を計算する。	(d) 3.2節に従い、繰り返し測定された量に対し標準不確かさ$u(\overline{q})$を計算する。
(e) 以前の測定の結果として得られる値、補正値、文献からの値など、単一の値に対しては、示されているか、又は3.3.2(a)項に従って計算することができる場合には、標準不確かさを採用する。使用される不確かさの表記に注意すること。標準不確かさを得るデータがない場合は、科学的経験を基にして$u(x_i)$の値を記載すること。	(e) 以前の測定の結果として得られる値、補正値、文献からの値など、単一の値に対しては、示されているか、または3.3.2(a)項に従って計算することのできる場合には、標準不確かさを採用する。使用される不確かさの表記に注意すること。標準不確かさを得るデータがない場合は、科学的経験を基にして$u(x_i)$の値を表明すること。
(f) 確率分布が知られているか、推測できる入力量に対しては、3.3.2(b)項に従い期待値及び標準不確かさ$u(x_i)$を計算すること。上限と下限のみが示されているか、又は推定できる場合は、3.3.2(c)項に従い標準不確かさを計算すること。	(f) 確率分布が知られているか、推測できる入力量に対しては、3.3.2(b)に従い期待値及び標準不確かさ$u(x_i)$を計算すること。上限と下限のみが示されているか、または推定できる場合は、3.3.2(c)項に従い標準不確かさを計算すること。
(g) 個々の入力量に対し、式(4.2)及び式(4.3)に従い入力推定値x_iから生ずる出力推定値の不確かさに対する寄与$u_i(y)$を計算し、測定量の標準不確かさ$u(y)$の平方を得るために、式(4.1)において説明されているようにそれらの平方を合計すること。もし入力量が相関関係にあると知られているならば、付録 Dに示される手順を適用すること。	(g) 個々の入力量に対し、式(4.2)及び式(4.3)に従い入力推定値x_iから生ずる出力推定値の不確かさに対する寄与$u_i(y)$を計算し、測定量の標準不確かさ$u(y)$の平方を得るために、式(4.1)において説明されているようにそれらの平方を合計すること。もし入力量が相関関係にあると知られているならば、付録 Dに示される手順を適用すること。
(h) 出力推定値の標準不確かさ$u(y)$に、5節に従い選ばれた包含係数kを乗じ拡張不確かさを計算すること。	(h) 出力推定値の標準不確かさ$u(y)$に5節に従い選ばれた包含係数kを乗じ拡張不確かさを計算すること。
(i) 6節に従い、測定量の推定値y、拡張不確かさU、包含係数kからなる測定の結果を、校正証明書で報告すること。	(i) 6節に従い、測定量の推定値y、拡張不確かさU、包含係数kからなる測定の結果を、校正証明書に報告すること。
8. 文献	**8. 文献**
(1) 計測における不確かさの表現のガイド (GUM:1995)、初版1993年、修正版1995年、国際標準化機構 (スイス・ジュネーブ) (ISO/IEC Guide	(1) Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, first edition, 1993, corrected and reprinted 1995, International

98-3:2008)	Organization for Standardization (Geneva, Switzerland).
(2) 国際計量基本用語集 (VIM:1993)、第 2 版 1993 年、国際標準化機構 (スイス・ジュネーブ)	(2) International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology, second edition, 1993, International Organization for Standardization (Geneva, Switzerland).
注記：VIMは、2007年に改正され、ISO/IEC Guide 99:2007 (VIM3：国際計量計測用語－基本及び一般概念並びに関連用語) が発行された。この文書の訳語の一部は、VIM3の訳語を用いている。	
(3) 国際規格 ISO 3534-1、統計－用語と記号－第 1 部：一般統計用語及び確率で用いられる用語、初版 1993 年、国際標準化機構 (スイス・ジュネーブ)	(3) International Standard ISO 3534, Statistics - Vocabulary and symbols - Part I: Probability and General Statistical Terms, first edition, 1993, International Organization for Standardization (Geneva, Switzerland).
注記：ISO 3534-1 は、2006 年に改正され、第 2 版が発行された。	
付録A 最高測定能力の審査についてのコメント	**付録A 最高測定能力の審査についてのコメント**
A1 最高測定能力 (本文の1節を参照) は、認定校正事業者の適用範囲を定義するのに用いられるパラメータの一つであり、その他は物理量、校正方法、校正される機器の種類、測定範囲がある。最高測定能力は、通常、**認定計画書**に明記するか、ほとんどの場合、認定の証拠として発行される**認定の決定書**又は**認定証**のいずれかをサポートする文書において明記される。時には、認定計画書とサポート文書の両方に明記されることがある。最高測定能力は、認定機関が定期的に発行する認定事業者のダイレクトリから入手できる不可欠な情報の一つであり、認定事業者の潜在的顧客が、事業者又は現地において特定の校正業務を実施する事業者の適合を判断するために用いられる。	**A1** 最高測定能力 (本文の1節を参照) は、認定校正ラボの適応範囲を定義するのに用いられるパラメータの一つであり、その他は物理量、校正方法、校正される機器の種類、測定範囲がある。最高測定能力は、通常、**認定計画書**に明記するか、ほとんどの場合、認定の証拠として発行される**認定の決定書**または**認定証明書**のいずれかをサポートする文書において明記される。時には、認定計画書とサポート文書の両方に明記されることもある。最高測定能力は、認定機関が定期的に発行する認定ラボのダイレクトリにおいて見つかる不可欠な情報の一つであり、認定ラボの潜在的顧客が、ラボまたは現地において特定の校正業務を実施するラボの適合を判断するために用いられる。
A2 異なる校正事業者、とりわけ異なる認定機関によって認定された事業者の能力比較を可能とするため、最高測定能力の表明は統一される必要がある。これを容易にするために、本文に報告された定義を基に最高測定能力という用語に対し、いくつかの説明が次に示されている。	**A2** 異なる校正ラボ、とりわけ異なる認定機関によって認定されたラボの能力比較を可能にするため、最高測定能力の記述は統一される必要がある。これを容易にするために、本文に報告された定義を基に最高測定能力という用語に対し、いくつかの説明が下記に示されている。
A3 「おおよそ日常的な校正」とは、認定の下で実施する**通常**の校正	**A3** ‘おおよそ日常的な校正’とは、認定の下で実施する**通常**の業務

業務において、表明された能力を達成することができなければならないという意味である。校正事業者が広範囲の科学的調査及び追加的対策の結果としてよりよい測定能力を発揮できる場合もあり得るだろうが、そのような科学的調査を行うことが校正事業者の明確な方針でない限り、そのようなケースは最高測定能力の定義でカバーされない。	において、記述された能力を達成することができるとする意味である。校正事業者が広範囲の科学的調査及び追加的対策の結果としてより良い測定能力を発揮できる場合もあり得るだろうが、そのような科学的調査を行うことが校正事業者の明確な方針でない限り、そのようなケースは最高測定能力の定義でカバーされない。
A4　修飾語「ほぼ理想的な」の定義の意味に含まれるのは、最高測定能力は校正される装置の特性に依存すべきではない、ということである。このように、ほぼ理想的な状態という概念に固有のものは、校正される装置の不完全さによって生じたとみなされる物理的影響が、測定の不確かさに重大な寄与を与えるべきではないということである。しかしながら、このような装置が利用できるべきであることが理解されるべきである。ほぼ理想的と考えられる測定器の特性は校正の現場に依存するが、非常に低い偶然変動、無視できる温度係数、非常に低い電圧影響係数等をもつ測定器を含んでもよい。もしこれが特定のケースで確立される場合、ほぼ理想的と考えられる測定器の特性からの寄与として、不確かさの値が仮にゼロ又は無視し得る値であっても、最高測定能力を示す不確かさの見積もりの決定（測定に関する不確かさの解析：4.8項参照）に記載しなければならず、また、その種類の装置の校正にのみ最高測定能力を参照できること、すなわち、最高測定能力を達成できる条件を表明すべきである。	**A4**　定義における修飾語‘ほぼ理想的な’に含まれるのは、最高測定能力は校正される装置の特性に依存するべきではない、という意味である。したがって、理想に近い状態にあるということの概念に固有のものは、校正される装置の不完全さによって生じたとみなされる物理的影響が、測定の不確かさに重大な寄与を与えるべきではないということである。ほぼ理想的と考えられるこれらの計器の特性は校正の現場に依存するが、非常に低い偶然変動、無視できる温度係数、非常に低い電圧影響係数等をもつ測定器を含んでも良い。最良測定不確かさを示すための不確かさの見積もりは、ほぼ理想的と考えられるが校正計器の特性からの寄与として、不確かさの値をゼロ又は無視し得る値であっても、記載するのがよい。必要であれば、試験所の認定計画は最高測定能力を達成できる条件を記述する説明を含む。
A5　最高測定能力の定義は、事業者が**その認定**において、最高測定能力より小さな測定の不確かさを主張する権利が与えられていないことを示唆するものである。これは、実際の校正プロセスが測定の不確かさを著しく増加させることが明らかな場合は、常に最高測定能力に対応する不確かさよりも大きな不確かさを表明することが事業者に求められなければならないことを意味する。概して、校正中の機器は測定の不確かさに一定の寄与を与える。いうまでもなく、**実際の**測定の不確かさは、最高測定能力より決して小さくはない。実際の不確かさを	**A5**　最高測定能力の定義は、ラボが**その認定**において、最高測定能力より小さな測定の不確かさを求める権利が与えられていないことを暗示するものである。これは、実際の校正プロセスが測定の不確かさを著しく増加させることが明らかな場合は、常に最高測定能力に対応する不確かさよりも大きな不確かさを記述するよう求められることを意味する。概して、校正中の機器は測定の不確かさに一定の寄与を与える。いうまでもなく、**実際の**測定の不確かさは、最高測定能力より決して小さくはない。実際の不確かさを記述する際、ラボはこの文書の

表明する際、事業者はこの文書の原則を適用することが問われなければならない。	原則を適用するよう求められる。
A6　最高測定能力の定義によれば、その概念は事業者が、認定事業者として地位を主張する結果に対してのみ適用できることを指摘するべきである。したがって、厳密に言えば、この用語は管理的特性であり、事業者の実際の技術能力を必ずしも反映する必要はない。もし事業者がそうする内部理由があるならば、その技術能力よりも大きな測定の不確かさで認定の申請をすることが可能であるべきである。そのような内部理由は、通常、研究や及び開発業務を行っている場合や、特別の顧客に対しサービスを提供している場合など、外部の顧客に対し本当の能力を秘密にしなければならない場合が含まれる。もし事業者があるレベルの校正を実施する能力があるならば、認定機関は申請があったレベルに対し認定を認めるべきである（この考えは、最高測定能力のみではなく、校正事業者の認定範囲を定義する全てのパラメータに対し適用される。）。 JCSSにおいては、様々なタイプの校正品目に対して同じ測定の不確かさで校正事業を行うようなケースがある。このような場合、校正される装置は「ほぼ理想的なもの」ではなく現実的なものとなり、校正事業者がもつ技術能力よりも大きな測定の不確かさとなる。このような認定の申請を校正事業者が希望するときは、最高測定能力を明確にする測定の不確かさについて、管理的特性と整合したものとしなければならない（例えば、校正される装置の特性や、校正に用いる設備について、実際の能力よりも大きな管理値を設定するなどの方法が考えられる。）。	**A6**　最高測定能力の定義によれば、その概念はラボが認定されたラボとして地位を主張する結果に対してのみ適用でることを指摘するべきである。したがって、厳密に言えば、この用語は管理的特性であり、ラボの実際の技術能力を必ずしも反映する必要はない。もしラボがそうする内部理由があるならば、その技術能力よりも大きな測定の不確かさで認定の申請をすることが可能でなければならない。そのような内部理由は、通常、研究や及び開発業務を行っている場合や、特別の顧客に対しサービスを提供している場合など、外部の顧客に対し本当の能力を秘密にしなければならない場合が含まれる。もしラボがあるレベルの校正を実施する能力があるならば、認定機関は申請があったレベルに対し認定を認めるべきである。（この考えは、最高測定能力のみではなく、校正ラボの認定範囲を定義する全てのパラメータに対し適用される。）
A7　最高測定能力の審査は、認定機関の仕事である。最高測定能力を明確にする測定の不確かさの推定は、前A6項に該当する場合（技術能力よりも大きな測定の不確かさで認定の申請をする場合）を除いて、	**A7**　最高測定能力は、認定機関によって審査されなければならない。最高測定能力を明確にする測定の不確かさの推定は、前節A6に含まれる場合を除いて、この文書に規定された手順に従うべきである。最高

この文書に規定された手順に従うべきである。最高測定能力は、拡張不確かさの形で、包含確率（又は信頼の水準）約 95 %で表明されなければならない（本文の 5 節参照）。 注記：ILAC-P14:11/2010 の 5.3 項の定めにより、ILAC 署名認定機関は「CMC（最高測定能力）によって包含される不確かさは、約 95 %の特定の包含確率がある拡張不確かさとして表明しなければならない。」ことが要求されている。	測定能力は、拡張不確かさの形で、通常、包含係数 $k = 2$ で記述されなければならない。（正規分布の存在が仮定できない場合や、審査が限られたデータに基づいている場合など、例外的な場合においては、最高測定能力は包含確率約95 %として記述されなければならない。本文の5節参照）
A8　最高測定能力を評価するときは、測定の不確かさに対し大きく寄与しているすべての要因が考慮されなければならない。時間や他の物理量によって変化することが知られている寄与の評価は、通常の作業条件の下で生じると想定される変動の限界値を基にすることができる。たとえば、もし使用されるワーキングスタンダードがドリフトすることが分かっているならば、ワーキングスタンダードの不確かさの寄与を評価するとき、そのワーキングスタンダードの継続的かつ長期にわたる校正の間にドリフトによって引き起こされる寄与を考慮に入れなければならない。	**A8**　最高測定能力を評価するときは、測定の不確かさに対し大きく寄与しているすべての要因が考慮されなければならない。時間や他の物理量によって変化することが知られている寄与の評価は、通常の作業条件の下で生じると想定される変動の限界値を基にすることができる。たとえば、もし使用されるワーキングスタンダードがドリフトすることが分かっているならば、ワーキングスタンダードの不確かさの寄与を評価するとき、その標準器の引き続く校正の間にドリフトによって引き起こされる寄与を考慮に入れなければならない。
A9　標準抵抗器を校正しているときの供給電圧の周波数など、ある分野においては、測定の不確かさは追加的なパラメータに依存することがある。そのような追加的なパラメータは、問題の物理量及び追加的なパラメータに対して指定された最高測定能力とともに表明されなければならない。これは、しばしばこれらのパラメータの関数として最高測定能力を与えることにより可能になる。	**A9**　標準抵抗器を校正しているときの供給電圧の周波数など、ある分野においては、測定の不確かさは追加的なパラメータに依存することもある。そのような追加的パラメータは、問題の物理量及び追加的なパラメータに対して指定された最高測定能力とともに記述されなければならない。これは、しばしばこれらのパラメータの関数として最高測定能力を与えることにより可能になる。
A10　最高測定能力は通常、数値的に表明されるべきである。最高測定能力が、関係する量（又は他の何らかのパラメータ）の関数である場合には解析的形式で示されるべきであるが、この場合は図表によりその記述をサポートすることが説明に役立つであろう。最高測定能力が絶対的な値（拡張不確かさ）又は相対的な値（相対拡張不確かさ）の	**A10**　最高測定能力は通常、数値的に記述されるべきである。最高測定能力が、関係する量（または他の何らかのパラメータ）の関数である場合には解析的形式で示されるべきであるが、この場合は図表によりその記述をサポートすることが説明に役立つであろう。最高測定能力が絶対的または相対的条件のどちらかで与えられるかについては、常

どちらで与えられているかについては、常に疑いの余地がなく明りょうであるべきである（通常は妥当な単位が含まれていることが必要となるが、拡張不確かさが無次元量である場合には、相対拡張不確かさとの混同を避けるため別の表明方法が必要となる。）。	にその両方で意味をもつものとする。（通常は妥当な単位が含まれていることが必要とになるが、無次元量である場合には別の記述方法が必要になる。）
A11　審査は、この文書の手順に基づいて行われるべきであるが、本文中では、審査は通常、実験的検証により支援又は確認されなければならないという要求事項がある。この要求事項の意味は、認定機関による審査が測定の不確かさの評価だけに依存すべきではないということである。評価を実施する試験所間比較は、認定機関の監督の下か、代理の監督の下で実施されなければならない。	**A11**　査定は、この文書の手順に基づいて行われるべきであるが、本文中では、査定は通常実験的検証により支持されるべきことという要求がある。この要求の意味は、認定機関が測定の不確かさの評価だけに頼るべきでないということである。評価を実施する試験所間比較は、認定機関の監督の下か、代理の監督の下で実施されなければならない。 **A12**　最高測定能力は校正ラボがもつ標準の不確かさ（u_s）、校正される計測器固有の不確かさ（u_d）及び値付けの不確かさ（u_t）の関係から以下のように求めることができる。 ● $u_d < \frac{1}{4}u_s$ ……u_sのみで求める ● $\frac{1}{4}u_s \le u_d \le 4u_s$ ……計測器の校正を行って求める （値付けの不確かさu_tが最高測定能力に寄与する領域） ● $u_d > 4u_s$ ……u_dのみで求める なお、計測器の校正を行って最高測定能力を求める場合、たとえばRFパワメータの校正のように、標準と校正される計測器の接続により、両方の反射特性に依存するソースマッチのような不確かさに関しては、校正されるパワーメータの反射をどのように想定するかは任意性があり、切り離した方がよい。即ち、校正されるパワーメータの反射

付録B　関連用語の解説 **B1　相加平均**（ISO3534-1 用語 2.26） 値の和を値の数で除したもの。 **B2　最高測定能力**（1 節） ある校正事業者が、ある測定量の一つの単位又は一つ以上の値を定義、実現、又は再現しようとするほぼ理想的な測定標準（校正対象物）のおおよそ日常的な校正を実施する場合、又は、該当する量の測定のために設計されたほぼ理想的な測定器のおおよそ日常的な校正を実施する場合において認定の範囲内で達成できる測定の最小不確かさ。 **B3　相関**（ISO3534-1 用語 1.13） 二つ以上の確率変数をもつ分布の範囲での、二個又は数個の確率変数の間の関係。 **B4　相関係数**（GUM C3.6 項より） 二つの確率変数の相対的な相互依存性の尺度であり、それらの共分散の、それぞれの分散の積の正の平方根に対する比に等しい。 **B5　共分散**（GUM C3.4 項より） 二つの確率変数の相互依存性の尺度であり、二つの確率変数のそれぞれの期待値からの偏差の積の期待値に等しい。 **B6　包含係数**（GUM 用語 2.3.6） 測定の拡張不確かさを求めるために測定の標準不確かさに乗じる数として用いる数値係数。 注記：VIM3 用語 2.38 で、次のとおり定義している。 **2.38 包含係数**（coverage factor）	はゼロとみなす。ただし、最高測定能力の表記では校正されるパワーメータの反射をゼロとして評価したこと及び標準の信号源反射の大きさを併記する。 **付録B　関連用語の解説** **B1　相加平均**（ISO3534 用語 2.26） 値の和を値の数で割ったもの。 **B2　最高測定能力**（1 節） ある試験所が、ある測定量の一つの単位又は一つ以上の値を定義、実現、又は再現しようとするほぼ理想的な計測標準（校正対象物）のおおよそ日常的な校正を実施する場合、又は、該当する量の測定のために設計されたほぼ理想的な測定器のおおよそ日常的な校正を実施する場合において認定の範囲内で達成できる測定の最小不確かさ。 **B3　相関**（ISO3534 用語 1.13） 二つ以上の確率変数をもつ分布の範囲での、二個又は数個の確率変数の間の関係。 **B4　相関係数**（GUM C3.6 項より） 二つの確率変数の相対的な相互依存性の尺度で、それらの共分散と分散の積の正の平方根に対する比に等しい。 **B5　共分散**（GUM C3.4 項より） 二つの確率変数の相互依存性の尺度で、二つの確率変数のそれぞれの期待値からの偏差の積の期待値に等しい。 **B6　包含係数**（GUM 用語 2.3.6） 測定の拡張不確かさを求めるために、測定の標準不確かさの乗数として使われる数値係数

拡張測定不確かさを得るために合成標準測定不確かさに乗じる、1 より大きい数。 **B7　包含確率**（GUM 用語 2.3.5 注 1 より） 合理的に測定対象量に結び付け得る測定の結果である値の分布の一部であり、通常大きい。 注記：VIM3 用語 2.37 で、次のとおり定義している。 **2.37 包含確率**（coverage probability） 測定対象量の真の量の値の集合が、特定の包含区間に含まれる確率。 **B8　実験標準偏差**（VIM 用語 3.8） 実験分散の正の平方根。 **B9　拡張不確かさ**（GUM 用語 2.3.5） 測定の結果について、合理的に測定量に結び付け得る値の分布の大部分を含むと期待される区間を定める量。 注記：VIM3 用語 2.35 で、次のとおり定義している。 **2.35 拡張測定不確かさ**（expanded measurement uncertainty），**拡張不確かさ**（expanded uncertainty） 合成測定標準不確かさと 1 より大きい係数との積。 **B10　実験分散**（GUM 4.2.2 項より） 本文の式（3.2）によって示される同じ測定対象量の連続する n 回の観測値のばらつきを特徴付ける量。 **B11　入力推定値**（GUM 4.1.4 項より） 測定結果の評価において用いられる入力量の推定値。 **B12　入力量**（GUM 4.1.2 項より） 測定結果を評価する過程において考慮に入れられる、測定対象量が依存する量。 注記：VIM3 用語 2.50 で、次のとおり定義している。	**B7　包含確率**（GUM 用語 2.3.5 の注より） 合理的に測定量に結び付けられ得る測定の結果である値の分布の一部であり、通常大きい **B8　実験標準偏差**（VIM 用語 3.8） 実験分散の正の平方根 **B9　拡張不確かさ**（GUM 用語 2.3.5） 測定量に合理的に結び付けることができる値の分布の大部分を含むと期待される測定結果について一定の区間を定義する量 **B10　実験分散**（GUM 4.2.2 項より） 本文の式（3.2）によって示される同じ測定量の連続する n 回の観測結果のばらつきを特徴づける量 **B11　入力推定値**（GUM 4.1.4 項より） 測定結果の評価において用いられる入力量の推定値 **B12　入力量**（GUM 4.1.2 項より） 測定量が依存する量であって、測定結果を評価する過程において考慮に入れられる

2.51 測定モデルの入力量（input quantity in a measurement model），**入力量**（input quantity） 測定対象量の測定された量の値を計算するために必要な、測定しなければならない量、又はその値を別の方法で得ることができる量。	
B13 **測定対象量**（VIM 用語 2.6） 測定の対象となる特定の量。 注記： VIM3 用語 2.3 で、次のとおり定義している。 **2.3 測定対象量**（measurand） 測定を意図した量。	B13 **測定量**（VIM 用語 2.6） 測定の対象となる特定の量
B14 **出力推定値**（GUM 4.1.4 項より） モデル関数によって入力推定値から計算される測定結果。	B14 **出力推定値**（GUM 4.1.4 項より） モデル関数によって入力推定値から計算される測定結果
B15 **出力量**（GUM 4.1.2 項より） 測定の評価において測定対象量を表す量。 注記： VIM3 用語 2.51 で、次のとおり定義している。 **2.51 測定モデルの出力量**（output quantity in a measurement model），**出力量**（output quantity） 測定された量の値が測定モデルの入力量の値を用いて計算される量。	B15 **出力量**（GUM 4.1.2 項より） 測定の評価において測定量を表す量
B16 **プールされた分散の推定値**（GUM 4.2.4 項より） 統計的管理下にあるはっきりと素性が知られた測定において、同じ測定対象量の長期の連続した観測値から得られる実験分散の推定値。	B16 **プールされた分散の推定値**（GUM 4.2.4 項より） 統計的管理下にあるはっきりと素性が知れた測定において、同じ測定量の長期の連続した観測から得られる実験分散の推定値
B17 **確率分布**（ISO3534-1 用語 1.3） 確率変数がなんらかの与えられた値をとる、又は与えられた値の組に属する確率を与える関数。	B17 **確率分布**（ISO3534 用語 1.3） 確率変数がなんらかの与えられた値をとる、または与えられた値の組に属する確率を与える関数
B18 **確率変数**（ISO3534-1 用語 1.2） ある特定の値の組のうちの任意の値をとることができ、確率分布と関連付けられる変数。	B18 **確率変数**（ISO3534 用語 1.2） ある特定の値の組のうちの任意の値をとることができ、確率分布と関連づけられる変数

B19 **測定の相対標準不確かさ**（GUM 5.1.6 項より） ある量の推定値で除したその量の標準不確かさ。 注記： VIM3 用語 2.32 で、次のとおり定義している。 **2.32 相対標準測定不確かさ**（relative standard measurement uncertainty） 標準測定不確かさを測定された量の値の絶対値で除したもの。	B19 **測定の相対標準不確かさ**（GUM 5.1.6 項より） ある量の推定値で割られたその量の標準不確かさ
B20 **入力推定値の感度係数**（GUM 5.1.3 項より） ある入力推定値における微小変化で除した、その入力推定値の微小変化によって生じる出力推定値における微小変化。	B20 **入力推定値の感度係数**（GUM 5.1.3 項より） ある入力推定値における微小変化で割られた、その入力推定値の微小変化によって生じる出力推定値における微小変化
B21 **標準偏差**（ISO3534-1 用語 1.23 より） 確率変数の分散の正の平方根。	B21 **標準偏差**（ISO3534 用語 1.23 より） 確率変数の分散の正の平方根
B22 **測定の標準不確かさ**（GUM 用語 2.3.1） 標準偏差として表した測定不確かさ。 注記：VIM3 用語 2.30 では、**標準測定不確かさ**（standard measurement uncertainty），**測定の標準不確かさ**（standard uncertainty of measurement），**標準不確かさ**（standard uncertainty）として定義している。	B22 **測定の標準不確かさ**（GUM 用語 2.3.1） 標準偏差として表された測定の不確かさ
B23 **タイプ A の評価方法**（GUM 2.3.2 項） 一連の観測値の統計的解析による測定の不確かさの評価方法。 注記： VIM3 用語 2.28 で、次のとおり定義している。 **2.28 測定不確かさのタイプ A 評価**（Type A evaluation of measurement uncertainty），**タイプ A 評価**（Type A evaluation） 定義された測定条件下で得られる測定された量の値の統計解析による測定不確かさの成分の評価。	B23 **タイプ A の評価方法**（GUM 2.3.2 項） 一つの入力変数について、一連の測定値の統計的解析による測定の不確かさの評価方法
B24 **タイプ B の評価方法**（GUM 3.3 項） 一連の観測値の統計的解析以外の手段による測定の不確かさの評価方	B24 **タイプ B の評価方法**（GUM 3.3 項） 一つの入力変数について、一連の測定値の統計的解析以外の手段によ

法。 注記： VIM3 用語 2.29 で、次のとおり定義している。 **2.29 測定不確かさのタイプ B 評価**（Type B evaluation of measurement uncertainty），**タイプ B 評価**（Type B evaluation） 測定不確かさのタイプ A 評価以外の方法で決定される測定不確かさの成分の評価。	る、測定の不確かさの評価方法
B25 測定の不確かさ（VIM 用語 3.9） 測定の結果に付随した、合理的に測定対象量に結び付けられ得る値のばらつきを特徴付けるパラメータ。 注記： VIM3 用語 2.26 で、次のとおり定義している。 **2.26 測定不確かさ**（measurement uncertainty），**測定の不確かさ**（uncertainty of measurement），**不確かさ**（uncertainty） 用いる情報に基づいて、測定対象量に帰属する量の値のばらつきを特徴付ける負ではないパラメータ。	**B25 測定の不確かさ**（VIM 用語 3.9） 合理的に測定量に結び付けられ得る値のばらつきを特徴づける、測定結果に付随するパラメータ
B26 分散（ISO3534-1 用語 1.22 より） 確率変数の期待値に対する確率変数の偏差の平方の期待値。	**B26 分散**（ISO3534 用語 1.22 より） 確率変数の期待値に対する確率変数の偏差の平方の期待値
付録C 測定の不確かさの原因 C1 測定結果の不確かさは、測定対象量の値についての完全な知識が欠けていることを反映している。完全な知識は膨大な量の情報を必要とする。不確かさに寄与する現象、すなわち、測定結果が特定の値によって特徴付けることができないという事実に寄与する現象が、不確かさの原因と呼ばれる。実際の測定における不確かさの原因には、次のように多くの可能性がある［GUM］。 (a) 測定対象量の不完全な定義； (b) 測定対象量の定義の不完全な認識； (c) 代表的でないサンプリングー測定される試料が定義された測定対	**付録C 測定の不確かさの原因** C1 測定結果の不確かさは、測定量の値についての完全な知識が欠けていることを反映している。完全な知識は膨大な量の情報量を必要とする。不確かさに貢献する現象すなわち測定結果が特定の値によって特徴づけることのできないという事実に寄与する現象が不確かさの原因と呼ばれる。実際の測定における不確かさの原因には、次のように多くの可能性がある［GUM］。 (a) 測定量の不完全な定義； (b) 測定量の定義の不完全な認識 (c) サンプリング方法の悪さー測定される試料が定義された量を代表

象量を代表していないことがある； (d) 環境条件の影響の不適切な認識、又は環境条件の影響の不完全な測定； (e) アナログ計器の読みにおける個人差； (f) 計器の分解能の限界、又は識別限界； (g) 測定標準及び標準物質の不正確な値； (h) 外部の情報源から得られ、かつ、データ補正アルゴリズムに用いられる、定数及び他のパラメータの不正確な値； (i) 測定の方法及び手順に組み込まれる近似と仮定； (j) みかけ上同一の条件のもとでの測定対象量の繰り返し観測における変動。	していないこともある； (d) 環境条件の影響の不適切な認識、または環境条件の影響の不完全な測定 (e) アナログ計器の読みにおける個人差 (f) 機器の分解能の限度、または識別限界 (g) 計量標準及び標準物質の不正確な値 (h) 外部の情報源から得られ、データ補正アルゴリズムに用いられる定数及び他のパラメータの不正確な値 (i) 測定の方法及び手順に組み込まれる近似と仮定 (j) みかけ上同一の条件のもとでの測定量の繰り返し観測における変動
C2 略	C2 略
付録D 相関のある入力量 D1 もし、二つの入力量 X_i 及び X_k が、ある程度の相関関係にあると知られていれば、すなわち、もし、それらがお互いに何らかの方法で依存しているならば、二つの推定値 x_i 及び x_k の**共分散** $u(x_i,x_k)=u(x_i)u(x_k)r(x_i,x_k) \quad (i \neq k)$ 式(D.1) は、不確かさに追加されなければならない。相関の程度は、**相関係数** $r(x_i,x_k)$ によって特徴付けられる（ここで、$i \neq k$ 及び $\|r\| \leq 1$ である。）。	**付録D 相関のある入力量** D1 もし、二つの入力量 X_i 及び X_k が、ある程度の相関関係にあると知られていれば、すなわち、もし、それらがお互いになんらかの方法で依存しているならば、二つの推定値 x_i 及び x_k の**共分散** $u(x_i,x_k)=u(x_i)u(x_k)r(x_i,x_k) \quad (i \neq k)$ (D.1) は、不確かさに追加されなければならない。相関の程度は、**相関係数** $r(x_i,x_k)$ によって特徴づけられる（ここで、$i \neq k$ そして、$\|r\| \leq 1$ である）。
D2 二つの量 P 及び Q に対して、同時に繰り返された観測についての、n 個の独立な組の場合には、相加平均 p 及び q の共分散は、次式により与えられる。 $s(\bar{p},\bar{q})=\frac{1}{n(n-1)}\sum_{j=1}^{n}(p_j-\bar{p})(q_j-\bar{q})$ 式(D.2)	D2 二つの量 P 及び Q に対して、同時に繰り返された観測についての、n 個の独立な組の場合には、相加平均 p 及び q の共分散は、次式により与えられる。 $s(\bar{p},\bar{q})=\frac{1}{n(n-1)}\sum_{j=1}^{n}(p_j-\bar{p})(q_j-\bar{q})$ (D.2)

そして、rは、代入により式（D.2）から計算できる。
D3　影響量に関する、何らかの相関の程度は、経験に基づかなければならない。
相関が存在するときは、式(4.1)は、次式に置き換えられなければならない。

$$u^2(y)=\sum_{i=1}^{N}c_i^2u^2(x_i)+2\sum_{i=1}^{N-1}\sum_{k=i+1}^{N}c_ic_ku(x_i,x_k) \qquad \text{式(D.3)}$$

ここで、c_i及びc_kは、式(4.3)で定義された感度係数である。上式はまた、次のように表せる。

$$u^2(y)=\sum_{i=1}^{N}u_i^2(y)+2\sum_{i=1}^{N-1}\sum_{k=i+1}^{N}u_i(y)u_k(y)r(x_i,x_k) \qquad \text{式(D.4)}$$

入力推定値x_iの標準不確かさから結果として生じる出力推定値yの標準不確かさに対する寄与$u_i(y)$は、式(4.2)で与えられている。式(D.3)又は式(D.4)中の第二番目の項は、その符号が負になるかもしれないことに注意すべきである。
D4　実際には、入力量の値の評価において、同一の物理的参照標準、測定器、参照データか、又は値の評価において大きな不確かさを持つ測定方法であっても、入力量の間にはしばしば相関関係を生じることがある。一般性を失わずに、x_1及びx_2によって推定される二つの入力量X_1及びX_2が、独立変数の組Q_l $(l=1,2,...,L)$に依存すると仮定する。

$$X_1=g_1(Q_1,Q_2,...,Q_L,)$$
$$X_2=g_2(Q_1,Q_2,...,Q_L,) \qquad \text{式(D.5)}$$

ただし、これらの変数のあるものは、必ずしも両方の関数の中に現れ

そして、rは、代入により式（D.2）から計算できる。
D3　影響量に関する、なんらかの相関の程度は、経験に基づかなければならない。
相関が存在するときは、(4.1)式は、次式に置き換えられなければならない。

$$u^2(y)=\sum_{i=1}^{N}c_i^2u^2(x_i)+2\sum_{i=1}^{N-1}\sum_{k=i+1}^{N}c_ic_ku(x_i,x_k) \qquad \text{(D.3)}$$

ここで、c_i及びc_kは、式(4.3)で定義された感度係数である。上式は、又、次のように表せる。

$$u^2(y)=\sum_{i=1}^{N}u_i^2(y)+2\sum_{i=1}^{N-1}\sum_{k=i+1}^{N}u_i(y)u_k(y)r(x_i,x_k) \qquad \text{(D.4)}$$

入力推定値x_iの標準不確かさから結果として生じる出力推定値yの標準不確かさに対する寄与$u_i(y)$は、式(4.2)で与えられている。式(D.3)又は式(D.4)中の第二番目の項は、その符号が負になるかもしれないことに注意すべきである。
D4　実際には、入力量の値の評価において、同一の物理的参照標準、測定器、参照データか、又は値の評価において大きな不確かさを持つ測定方法であっても、入力量の間にはしばしば相関関係を生じることがある。一般性を失わずに、x_1及びx_2によって推定される二つの入力量X_1及びX_2が、独立変数の組Q_l $(l=1,2,...,L)$に依存すると仮定する

$$X_1=g_1(Q_1,Q_2,...,Q_L,)$$
$$X_2=g_2(Q_1,Q_2,...,Q_L,) \qquad \text{(D.5)}$$

ただし、これらの変数のあるものは、必ずしも両方の関数の中に現れ

ないかもしれない。もし、推定値q_l $(l=1,2,...,L)$が相関関係にないとしても、入力量の推定値x_1及びx_2は、ある程度の相関関係をもつだろう。その場合には、推定値x_1及びx_2の共分散$u(x_1,x_2)$は、次式によって与えられる。

$$u(x_1,x_2)=\sum_{l=1}^{L}c_{1l}c_{2l}u^2(q_l) \qquad \text{式(D.6)}$$

ここで、c_{1l}及びc_{2l}は、式(4.3)との類似において、関数g_1及びg_2から導かれる感度係数である。これらの項は、その感度係数がゼロにならないときにだけ、和に寄与するので、関数g_1及びg_2に共通の変数がなければ、共分散はゼロである。推定値x_1及びx_2の相関係数$r(x_1,x_2)$は、式(D.1)とともに式(D.6)から決定される。
D5　次の例は、同一の参照測定標準を用いて校正される二つの仲介測定標準の値に存在する相関関係を説明する。
測定課題
二つの標準X_1及びX_2が、参照測定標準Q_Sと比較される。使用される測定システムは、その値の差zを、標準不確かさ$u(z)$で、決定することが可能である。参照測定標準の値q_Sは、その標準不確かさ$u(q_S)$とともに既知である。
数学モデル
推定値x_1及びx_2は、次式の関係に従って、参照測定標準の値q_S、及び観測された差z_1及びz_2に依存する。

$$x_1=q_S-z_1$$
$$x_2=q_S-z_2 \qquad \text{式(D.7)}$$

標準不確かさ及び共分散
関係のある変数X_1及びX_2を含まない新しいモデル関数を与える。推

ないかもしれない。もし、推定値q_l $(l=1,2,...,L)$が相関関係にないとしても、入力量の推定値x_1及びx_2は、ある程度の相関関係をもつだろう。その場合には、推定値x_1及びx_2の共分散$u(x_1,x_2)$は、次式によって与えられる

$$u(x_1,x_2)=\sum_{l=1}^{L}c_{1l}c_{2l}u^2(q_l) \qquad \text{(D.6)}$$

ここで、c_{1l}及びc_{2l}は、式(4.3)との類似において、関数g_1及びg_2から導かれる感度係数である。これらの項は、その感度係数がゼロにならないときにだけ、和に寄与するので、関数g_1及びg_2に共通の変数がなければ、共分散は、ゼロである。推定値x_1及びx_2の相関係数$r(x_1,x_2)$は、式(D.1)とともに式(D.6)から決定される。
D5　次の例は、同一の参照標準器を用いて校正される二つの仲介標準器の値に存在する相関関係を説明する。
測定課題
二つの標準器X_1及びX_2が、参照標準器Q_Sと比較される。使用される測定システムは、その値の差zを、標準不確かさ$u(z)$で、決定することが可能である。参照標準器の値q_Sは、その標準不確かさ$u(q_S)$とともに既知である。
数学的モデル
推定値x_1及びx_2は、次式の関係に従って、参照標準器の値q_S、及び、観測された差z_1及びz_2、に依存する。

$$x_1=q_S-z_1$$
$$x_2=q_S-z_2 \qquad \text{(D.7)}$$

標準不確かさ及び共分散
関係のある変数X_1及びX_2を含まない新しいモデル関数を与える。推

<table>
<tr>
<td>定値z_1、z_2及びq_Sは、異なった測定において決定されるので、相関関係がないと考えられる。$u(z_1)=u(z_2)=u(z)$と仮定して、標準不確かさは式(4.4)から計算され、また推定値x_1及びx_2の共分散は式(D.6)から計算される。
$u^2(x_1)=u^2(q_S)+u^2(z)$
$u^2(x_2)=u^2(q_S)+u^2(z)$　　式(D.8)
$u^2(x_1,x_2)=u^2(q_S)$
これらの結果から推論される相関係数は、
$r(x_1,x_2)=\dfrac{u^2(q_S)}{u^2(q_S)+u^2(z)}$　　式(D.9)
その値は、0 から+1 の範囲にあり、標準不確かさ$u(q_S)$及び$u(z)$の比に依存している。
D6　式(D.5)によって表されるケースでは、測定対象量の標準不確かさの評価において、モデル関数の適切な選択によって、相関関係の介在を避けることができる。モデル関数fのもとの変数X_1及びX_2を変換式(D.5)に従って置き換え、独立変数Qを直接に導入し、新しいモデル関数を与えたとき、そこではもう、相関関係のある変数X_1及びX_2は含んでいない。
D7　しかしながら、例えば、入力推定値x_1及びx_2を決定するときに、同一の測定器又は同一の参照測定標準を使用していて新しい独立した変数への変換ができない場合のように、二つの入力量X_1及びX_2の間の相関関係が避けられないケースが存在する。もしさらに、相関の程度が正確に知られているときは、測定対象量の標準不確かさの上限推定値によって、この相関が持つことができる最大の影響を評価することが実用的と思われる。その他の相関を考慮に入れなくてもよい場合</td>
<td>定値z_1、z_2及びq_Sは、異なった測定において決定されるので、相関関係がないと考えられる。$u(z_1)=u(z_2)=u(z)$と仮定して、標準不確かさは、式(4.4)から計算される、そして、推定値x_1及びx_2の共分散は、式(D.6)から計算される。
$u^2(x_1)=u^2(q_S)+u^2(z)$
$u^2(x_2)=u^2(q_S)+u^2(z)$　　(D.8)
$u^2(x_1,x_2)=u^2(q_S)$
これらの結果から推論される相関係数は、
$r(x_1,x_2)=\dfrac{u^2(q_S)}{u^2(q_S)+u^2(z)}$　　(D.9)
その値は、0 から+1 の範囲にあり、標準不確かさ$u(q_S)$及び$u(z)$の比に依存している。
D6　式(D.5)によって現されるケースは、測定量の標準不確かさの評価において、モデル関数の適切な選択によって、相関関係の介在が、避けられることができる場合である。変換式(D.5)に従って、モデル関数fの中のもとの変数X_1及びX_2を置き換えて、独立変数Qを直接に導入することは、新しいモデル関数を与え、そこでは、もう、相関関係のある変数X_1及びX_2を含んでいない。
D7　しかしながら、たとえば、入力推定値x_1及びx_2を決定するときに、同一の測定器又は同一の参照標準器を使用していても新しい独立した変数への変換が、できないという場合のように、二つの入力量X_1及びX_2の間の相関関係が、避けられないケースが存在する。もしさらに、相関の程度が正確に知られている時は、測定量の標準不確かさの上限推定値によって、この相関が持つことのできる最大の影響を、査定することが実用的と思われる。その他の相関を考慮に入れなくてもよい</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr>
<td>には、それは次式のかたちをとる。
$u^2(y)\le\left(\lvert u_1(y)\rvert+\lvert u_2(y)\rvert\right)^2+u_r^2(y)$　　式(D.10)
ここで、$u_r(y)$は、相関関係がないと考えられる残りのすべての入力量に関する標準不確かさに対する寄与成分である。
注記：式(D.10)は、二つ以上の相関関係のある入力量を持つ、一つ又はいくつかのグループのケースに対して、容易に一般化される。このケースにおいては、相関のある各グループに対して、それぞれの最悪のケースの和が、式(D.10)に導入されなければならない。
付録E　有効自由度から導かれる包含係数
E1　ある特定の包含確率に対応する包含係数kの値を推定するためには、出力推定値yの標準不確かさ$u(y)$についての信頼性を、考慮に入れることが必要である。それは、$u(y)$が測定結果に伴う標準偏差をいかに良く推定しているかを、考慮に入れるという意味である。正規分布の標準偏差の推定値に対し、この推定の自由度は、その推定の基礎となっている試料のサイズに依存するが、これが信頼性に関する一つの尺度となる。同様に、ある出力推定値の標準不確かさに関する信頼性についての適切な尺度は、その推定値に対する有効自由度ν_{eff}であり、それは、個別の不確かさの寄与$u_i(y)$に対する有効自由度の適切な合成によって近似される。
E2　中心極限定理の条件が満たされるとき、適切な包含係数kを計算するための手順は、次の三つの段階で構成される。
(a) 略
(b) Welch-Satterthwaite の公式から、出力推定値yの標準不確かさ$u(y)$についての有効自由度ν_{eff}を推定する。</td>
<td>場合には、それは次式のかたちをとる。
$u^2(y)\le\left(\lvert u_1(y)\rvert+\lvert u_2(y)\rvert\right)^2+u_r^2(y)$　　(D.10)
ここで、$u_r(y)$は、相関関係がないと考えられる残りのすべての入力量に関する標準不確かさに対する寄与成分である。
注：式(D.10)は、二つ以上の相関関係のある入力量を持つ、一つ又はいくつかのグループのケースに対して、容易に一般化される。このケースにおいては、相関のある各グループに対して、それぞれの最悪のケースの和が、式(D.10)に導入されなければならない。
付録E　有効自由度から導かれる包含係数
E1　ある特定の包含確率に対応する包含係数kの値を推定するためには、出力推定値yの標準不確かさ$u(y)$についての信頼性を、考慮に入れることが必要である。それは、$u(y)$が測定結果に伴う標準偏差をいかに良く推定しているかを、考慮に入れるという意味である。正規分布の標準偏差の推定値に対し、この推定の自由度は、その推定の基礎となっている試料のサイズに依存するが、これが信頼性に関するひとつの尺度となる。同様に、ある出力推定値の標準不確かさに関する信頼性についての適切な尺度は、その推定値に対する有効自由度ν_{eff}であり、それは、個別の不確かさの寄与$u_i(y)$に対する有効自由度の適切な合成によって近似される。
E2　中心極限定理の条件が満たされる時は、適切な包含係数kを計算するための手順は、次の三つの段階で構成される。
(a) 略
(b) Welch-Satterthwaite の公式から、出力推定値yの標準不確かさ$u(y)$についての有効自由度ν_{eff}を推定する。</td>
</tr>
</table>

$\nu_{\mathrm{eff}} = \dfrac{u^4(y)}{\sum_{i=1}^{N}\dfrac{u_i^4(y)}{\nu_i}}$ 式(E.1) ここで、$u_i(y)\ (i=1,2,...,N)$は、式(4.2)で定義されているが、相互に統計的に独立であると仮定された入力推定値x_iの標準不確かさから結果として生じる出力推定値yの標準不確かさの寄与成分であり、ν_iは、標準不確かさの寄与$u_i(y)$の自由度である。 3.1 項で検討されたような、タイプ A の評価から得られる標準不確かさ$u(q)$の自由度は、$\nu_i = n-1$によって与えられる。タイプ B の評価から得られた標準不確かさ$u(x_i)$の自由度を求めることは、容易ではない。しかし一般的に、確実に過小な見積もりを避けることができる方法を用いることによって、実施される。もしたとえば、下限a_-及び上限a_+が設定されるとき、通常、問題となっている量がこれらの限界外に存在する確率が事実上非常に小さくなるように、これらの限界は選択される。このような場合、タイプ B の標準不確かさ$u(x_i)$の自由度$\nu_i \to \infty$であると想定できる。 第三者の校正事業者が発行した認定シンボル付きの校正証明書から得られる校正結果の標準不確かさ$u(sc)$の自由度は、その校正証明書に記載された包含係数から求める。その包含係数$k=2$のときは、タイプ B の標準不確かさ$u(sc_i)$の自由度$\nu_i \to \infty$であると想定できる。 (c) この付録の表 E.1 で与えられる数値の表から、包含係数を求める。この表は、95 %の包含確率に対して評価された$t-$分布を基礎にしている。ほとんどの場合ν_{eff}は整数にはならないので、この場合はν_{eff}を直近の下位の整数となるように切り捨てる。 **表E.1：様々な有効自由度ν_{eff}に対する包含係数k**	$\nu_{\mathrm{eff}} = \dfrac{u^4(y)}{\sum_{i=1}^{N}\dfrac{u_i^4(y)}{\nu_i}}$ 式(E.1) ここで、$u_i(y)\ (i=1,2,...,N)$は、(4.2)式で定義されているが、相互に統計的に独立であると仮定された入力推定値x_iの標準不確かさから結果として生じる出力推定値yの標準不確かさの寄与成分であり、ν_iは、標準不確かさの寄与$u_i(y)$の自由度である。 3.1 項で検討されたような、タイプ A の評価から得られる標準不確かさ$u(q)$の自由度は、$\nu_i = n-1$によって与えられる。タイプ B の評価から得られた標準不確かさ$u(x_i)$の自由度を求めることは、容易ではない。しかし一般的に、確実に過小な見積もりを避けることができる方法を用いることによって、実施される。もしたとえば、下限a_-及び上限a_+が設定されるとき、通常、問題となっている量がこれらの限界外に存在する確率が事実上非常に小さくなるように、これらの限界は選択される。このような場合、タイプ B の標準不確かさ$u(x_i)$の自由度は、$\nu_i \to \infty$であると想定できる。 (c) この付録の表 E.1 に与えられている数値の表から、包含係数を求める。この表は、95.45 %の包含確率に対して評価された、$t-$分布を基礎にしている。ほとんどの場合がそうなるが、ν_{eff}が整数でない場合は、ν_{eff}を直近の下位の整数となるように切り捨てる。 **表E.1：様々な有効自由度ν_{eff}に対する包含係数k**

ν_{eff}	1	2	3	4	5	6	ν_{eff}	1	2	3	4	5	6

k	12.71	4.30	3.18	2.78	2.57	2.45	k	13.97	4.53	3.31	2.87	2.65	2.52
ν_{eff}	7	8	10	20	50	∞	ν_{eff}	7	8	10	20	50	∞
k	2.36	2.31	2.23	2.09	2.01	1.96	k	2.43	2.37	2.28	2.13	2.05	2.00

E.3　中心極限定理の条件が満たされないときであって、この文書の本文及び付録Eで述べた方法のいずれにも該当しない場合、又は合成標準不確かさの分布が明確でない場合は、約95 %の包含確率を正確に求めることが困難となるが、この文書の5.3項で定める条件を満たすときは、包含係数$k=2$とすることによって約95 %の包含確率に対応するものとみなしてよい。	