

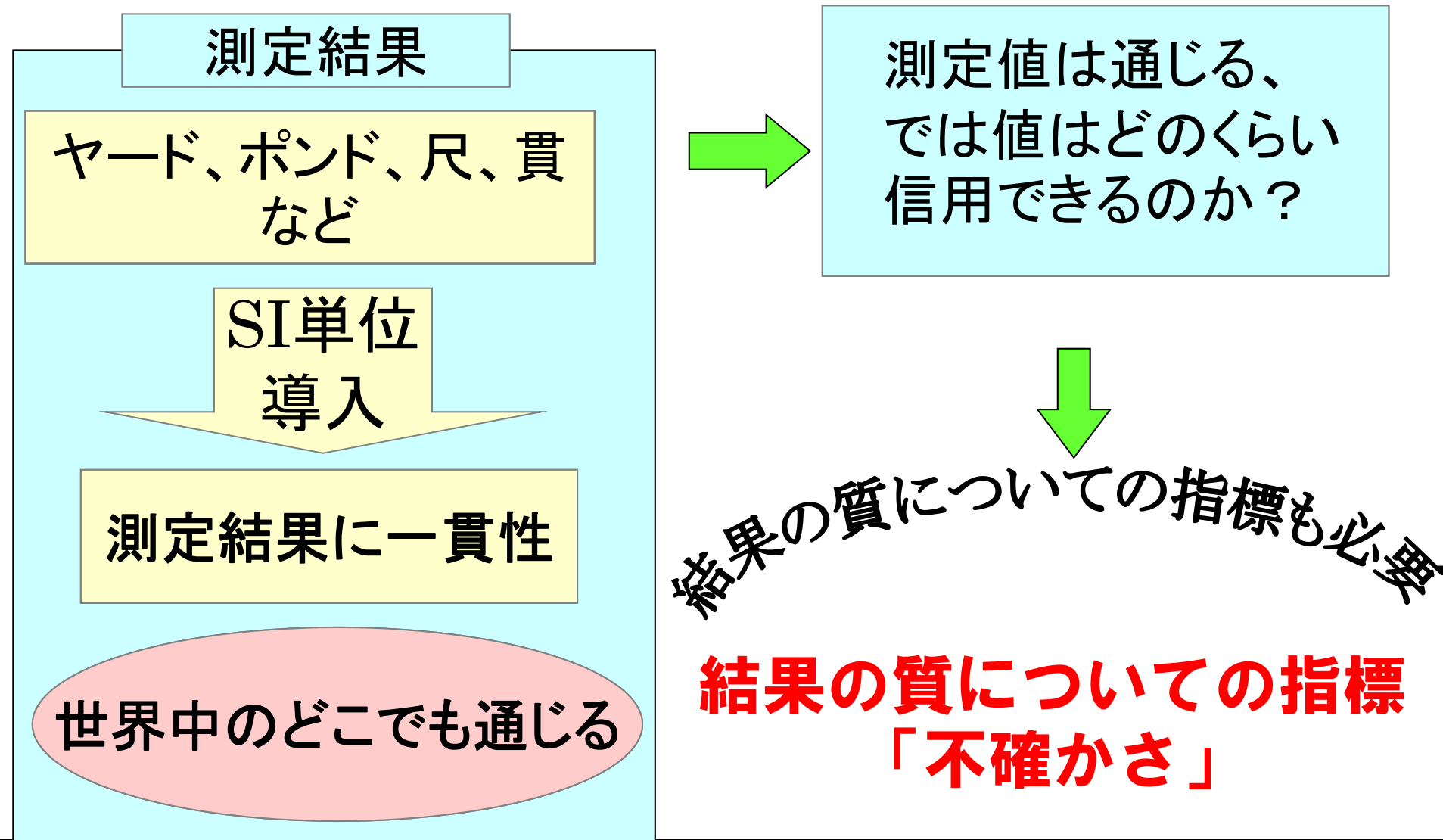
# 初心者向け不確かさセミナー

産業技術総合研究所 計測標準研究部門

田中秀幸

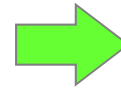
# 不確かさとは？

# なぜ今、不確かさ評価なのか？



# 結果の質の表現方法統一による利点

測定結果の  
比較の容易さ



- ・製品の検査
- ・技能試験, 国際比較

測定結果の  
信頼性の証明



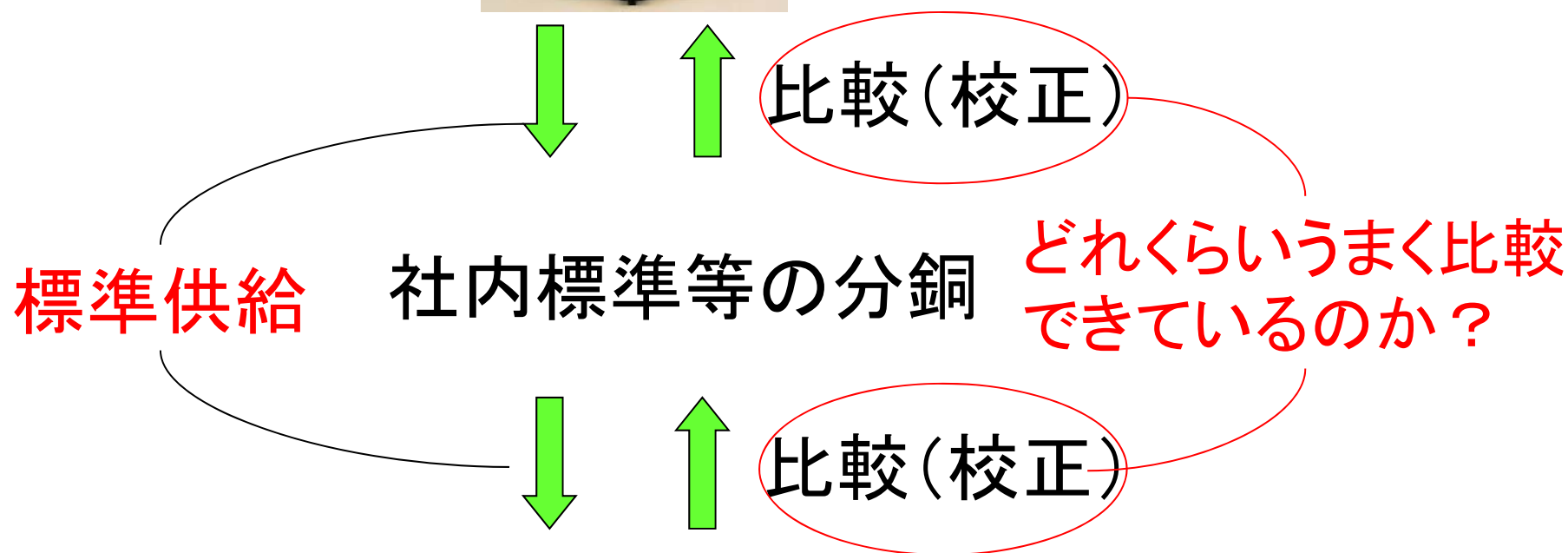
- ・校正証明書
- ・トレーサビリティ制度
- ・ワンストップテスト

# トレーサビリティ

質量では



日本国キログラム原器

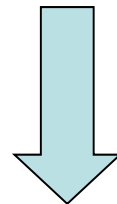


普段測定で用いているばかり

# トレーサビリティ

トレーサビリティとは

不確かさがすべて表記された切れ目のない比較の連鎖によって、決められた基準に結び付けられ得る測定結果又は標準の値の性質。基準は通常、国家標準又は国際標準である。

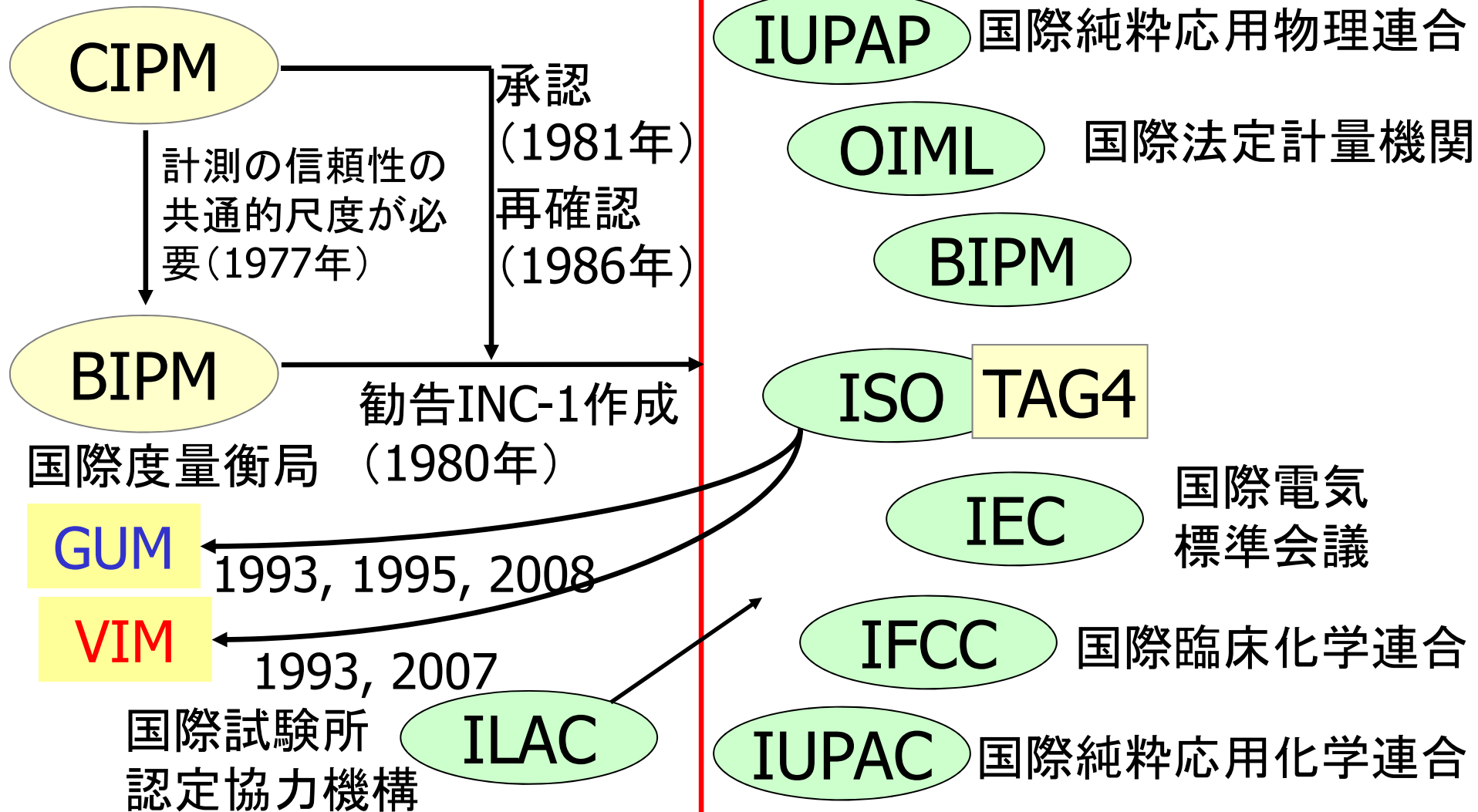


トレーサビリティを確保するためには不確かさが必要！

# 不確かさの歴史

国際度量衡委員会

国際的な計量に関する8機関



# GUMについて

- GUM・・・Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (ISO Guide 98-3, JCGM 100)
- 不確かさとはなにか、不確かさの評価法等が規定されている文書。不確かさ評価はこの文書に則って行う。
- 日本語版：TS Z 0033:2012 「測定における不確かさの表現のガイド」として発行



# VIMについて

- VIM・・・International vocabulary of metrology  
-- Basic and general concepts and associated terms (ISO Guide99, JCGM200)

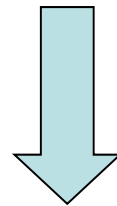
日本語版：TS Z 0032:2012 「国際計量計測用語—基本及び一般概念並びに関連用語（VIM）」として発行

ただし、日本ではまだVIM第2版も良く使われるので注意。

# トレーサビリティ(VIM3)

## トレーサビリティとは

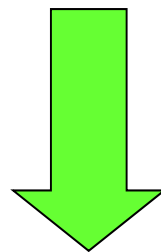
個々の校正が**測定不確かさ**に寄与する, 文書化された切れ目のない連鎖を通して, 測定結果を計量参照に関連づけることができる測定結果の性質。



**トレーサビリティを確保するためには不確かさが必要!**

# 不確かさとは(VIM2)

不確かさ・・・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づけるパラメータ。



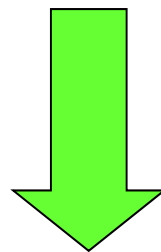
簡単に言うと

不確かさ・・・ばらつきを特徴づけるパラメータ

不確かさは、測定のばらつきを表す！

# 不確かさとは(VIM3)

不確かさ・・・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ないパラメータ。



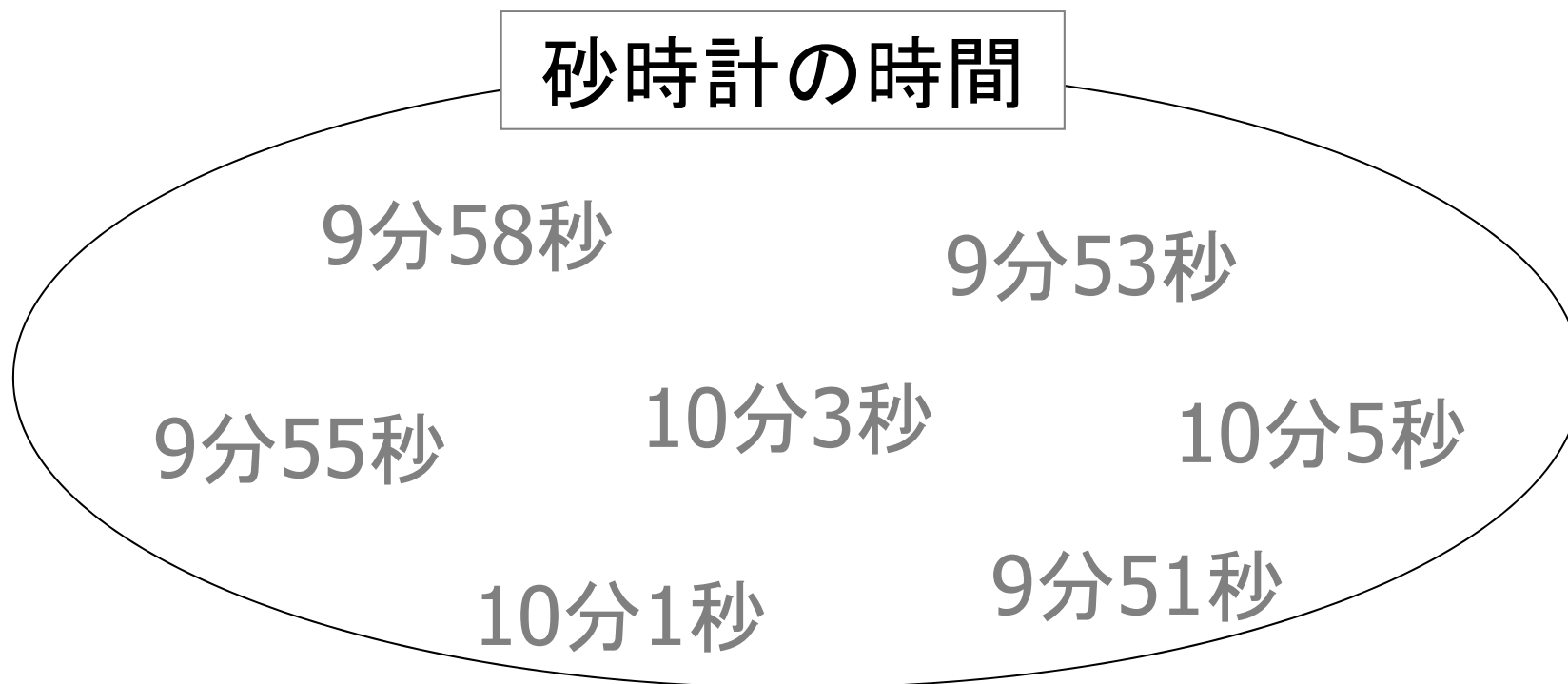
簡単に言うと

不確かさ・・・ばらつきを特徴づけるパラメータ

不確かさは、測定のはらつきを表す！

# ばらつきとは

同じ測定を繰り返した場合であっても、必ずしも同じ測定結果が得られ続けるとは限らない



# ばらつきとは

体温計で体温を測ったら、

A digital display showing a temperature reading of 37.2°C. The digits are large and black, with a small degree symbol and 'C' to the right.

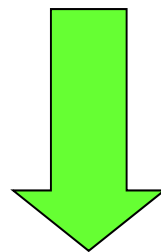
と表示された。

これは、体温が $37.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ から $37.25\text{ }^{\circ}\text{C}$ の間にあることを示している。

よって、 $37.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ から $37.25\text{ }^{\circ}\text{C}$ の間で体温がばらついている、と考える。

# 不確かさとは(VIM2)

不確かさ・・・**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づけるパラメータ。

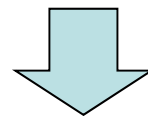


**不確かさとは測定結果(値)に付くものであって、測定装置につくものではない！！  
よって、「測定の不確かさ」と呼ばれる。**

# 不確かさとは(VIM3)

不確かさ・・・(前略)

注記4 一般に、任意の一組の集合の情報に関して、測定不確かさは、測定対象量に帰属する表記された**量の値に付随する**と理解される。(後略)



**不確かさとは測定結果(値)に付くものであって、測定装置につくものではない！！  
よって、「測定の不確かさ」と呼ばれる。**



# 測定装置の不確かさ？

「不確かさ」は測定結果，つまり値につくものであり，測定器に付くものではない。

しかし，一般的に「はかりの不確かさ」，「マイクロメータの不確かさ」という言い方が良くされる。これは間違いなのだろうか？

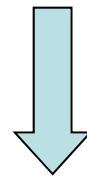


**「測定器の校正の不確かさ」が便宜的に  
「測定器の不確かさ」という使われ方をしている！**

# 校正の不確かさ

先ほどのように、「不確かさ」とは測定結果に付随する「測定の不確かさ」である。

では、「**校正の不確かさ**」とはなんだろうか？



例えば、マイクロメータを校正するときには、上位標準であるブロックゲージを用いてマイクロメータに値付けを行う。

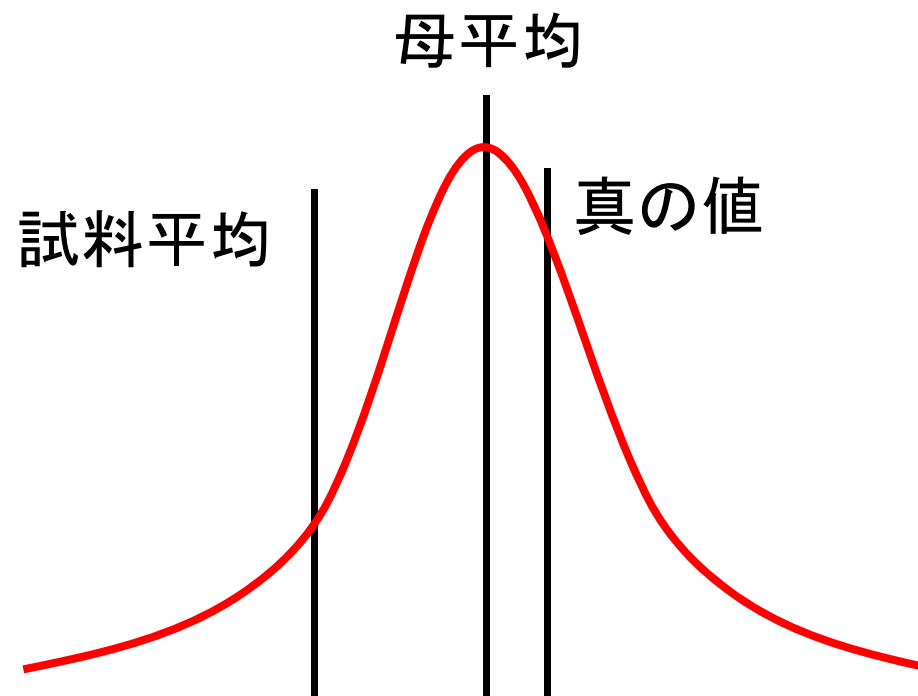


つまり、ブロックゲージによってマイクロメータの値付けしたときの「測定結果の不確かさ」が「校正の不確かさ」となる。

# 誤差と不確かさの違い(1)

誤差・・・真の値は分かるんだ, という前提

不確かさ・・・私たちが知ることができる知識には限界がある, という前提



# 誤差と不確かさの違い(2)

## GUM 付属書D.1.1

測定を行う第一歩は測定対象量—測定される量—を規定することであり、この測定対象量の規定は値によってではなく、量を記述することによって初めて可能となる。しかし、原理的には、測定対象量を“完全に”記述するためには無限の量の情報が必要である。したがって、測定対象量に解釈の余地が残っている限り、測定対象量の定義の不完全さは、測定の要求精度に比べて大きいかもしれないが、測定結果の不確かさ成分を生じさせることになる。

# 誤差と不確かさの違い(3)

## GUM D.2 実現される量

D.2.1・・・測定の実現される量は、理想的には測定対象量の定義と完全に一致するであろう。しかし、多くの場合、このような量を実現することはできず、測定は測定対象量に近い量に対して行われる。

## GUM D.3 “真の”値及び補正後の値

D.3.1・・・あらゆるかたよりを補正した測定結果は、測定対象量の“真の”値の最良推定値と見なされることがあるが、実はこの結果は測定しようとしている量の値に対する最良推定値にすぎない。

# 誤差と不確かさの違い(4)

私たちが知ることができる値は真の値ではなく、真の値に最も近いであろうと思われる値の推定値である。

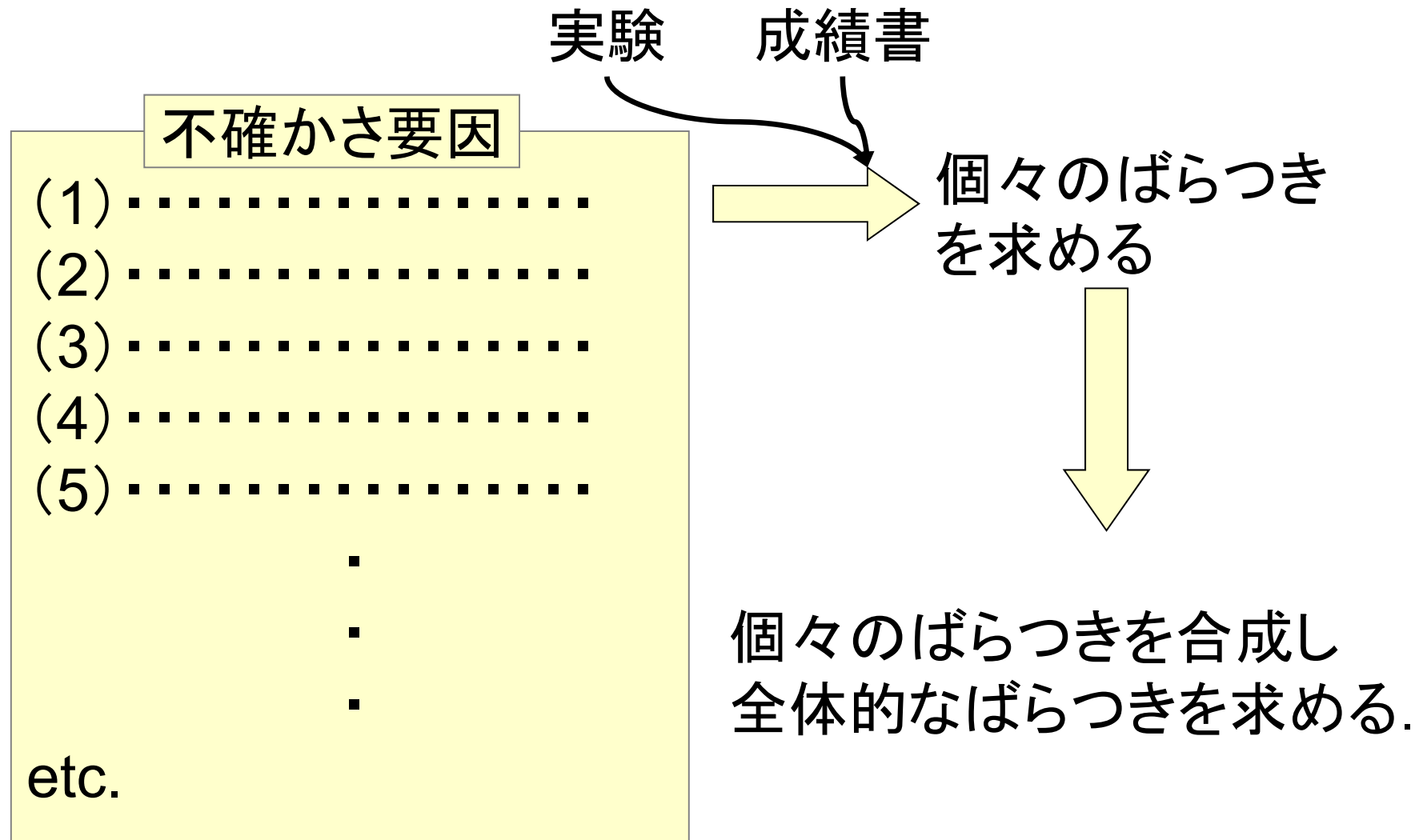


さらにその推定した値の周りに測定値はばらついている。

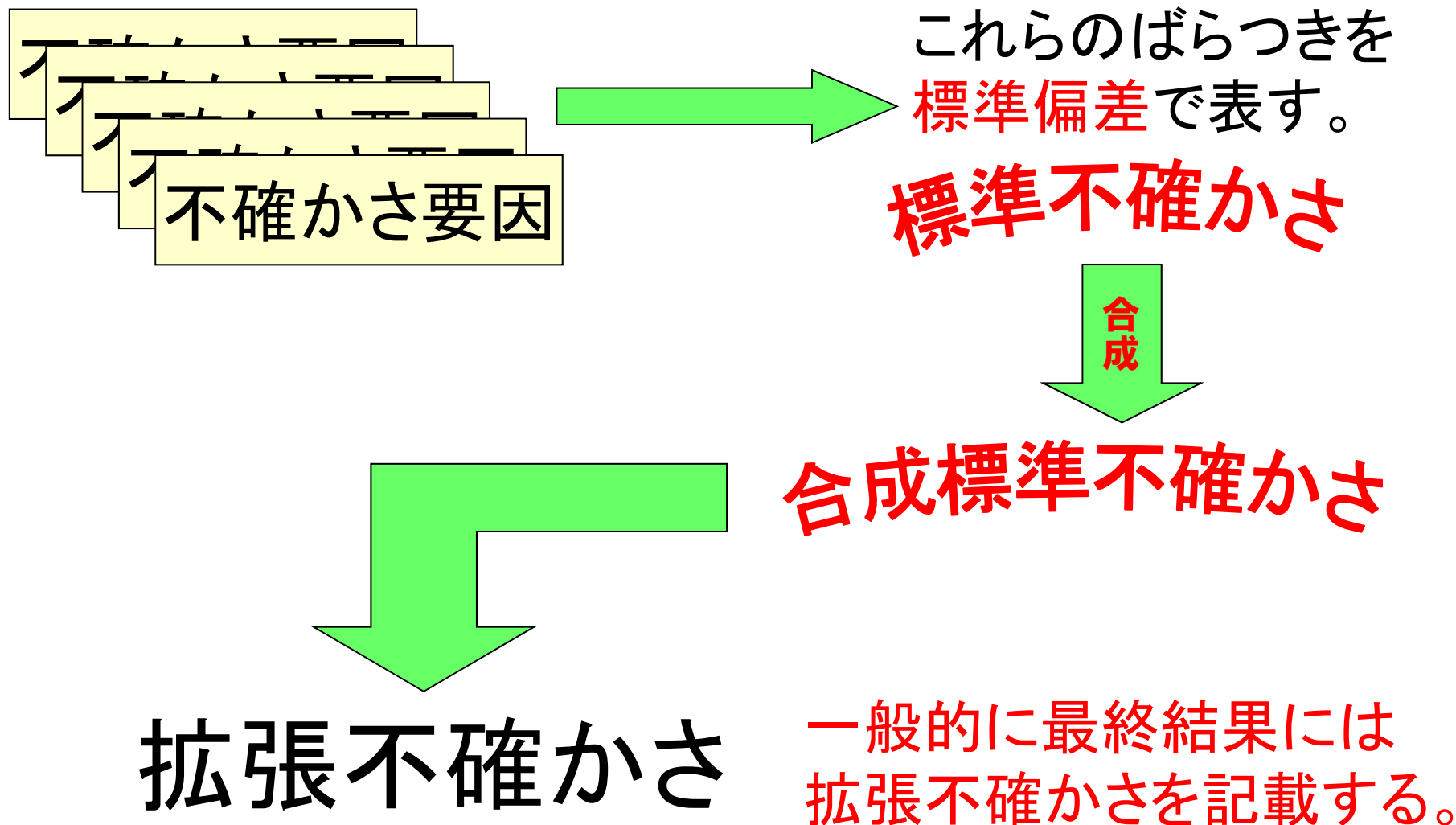
ばらつきの要因は？      ばらつきの大きさは？

**個々のばらつきの大きさを調べ、そのばらつきが全部合わさった時のばらつきを求める。**

# 不確かさ評価の流れ



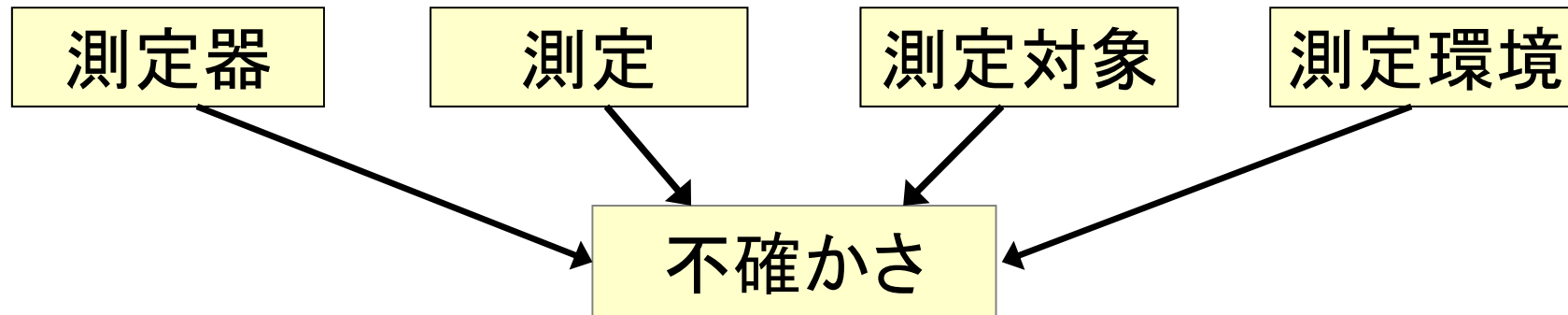
# 不確かさの用語





## 2 不確かさ評価の詳細

# 不確かさ要因



## 主なもの

- 測定器とその校正方法
- 標準器
- 測定のための装置
- 測定方法、手順、
- データ処理方法
- 測定対象の安定性・再現性
- 測定環境

すべてについて評価する  
必要はない！

最終結果に与える影響が  
大きなものを

ピックアップすることが重要！

**「必要なところに必要な精度で」**

時間・手間・コストを  
最小にするよう努力！

# 例

- あるレストランで出されるビールジョッキにはここまで入れるというラインが付いている。そのラインまでの量をメスシリンダーで10回測定しその平均値をその居酒屋で出される大ジョッキの体積とする。
- また、測定時の温度は5 °Cで行う。

この例を用いて、不確かさの算出について考える。

# 例：不確かさの要因の特定

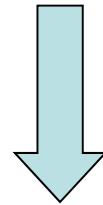
- 測定の繰返し性： $u_R(v)$
- 標準器の校正の不確かさ(メスシリンダーの校正の不確かさ)： $u_S(v)$
- 温度による効果： $u(t)$
- 体膨張係数の不確かさ等その他の不確かさ要因は影響が小さいので無視する。

# 例：不確かさの要因の特定

記号	不確かさ要因	標準不確かさ	感度係数	標準不確かさ (測定量の単位)	備考
$u_R(x)$	測定の 繰返し性				
$u_S(x)$	標準器の校正 の不確かさ				
$u(t)$	温度による 効果				
$u_c(V)$	合成標準不確かさ				
$U$	拡張不確かさ				

# 不確かさ評価の分類

不確かさ評価とは・・・個々の要因によって起こるばらつきを求め、それを合成することで全体のばらつきを求める。



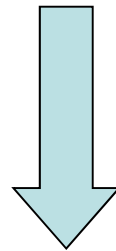
**タイプAの評価**・・・実験からデータを得てばらつきを求める。  
**タイプBの評価**・・・実験以外の方法でばらつきを推定する。

注意：タイプA、タイプBはあくまでも実験データからばらつきを求めるか否かということを表す。ある要因がタイプAかタイプBか重要ではない。

# GUMの説明

## 3.3.4

タイプAとタイプBの分類の目的は、不確かさの成分を評価する二つの異なる方法を明示することであり、また議論の便宜だけのためである。



タイプAとタイプBには本質的な差があるわけではない。

# タイプAの不確かさ評価とは

実験によって測定データを得て、そのデータからばらつきを求める。

不確かさ評価では、ばらつきは  
**「実験標準偏差」**  
によって表される。

実験標準偏差とは・・・平均値に対してどのくらいばらついているかを表す指標。正確な言い方ではないがばらつきの平均を表していると考えておけばよい。

**ここで実験標準偏差を算出しただけではタイプAの不確かさを算出したことにはならない。**



# 分散・標準偏差について

例：ある製品の質量測定(g)

$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
87.5	86.2	90.1	88.4	87.0

平均： $\bar{x} = \frac{87.5 + 86.2 + 90.1 + 88.4 + 87.0}{5} = 87.84 \text{ g}$

平均値からの距離  
(偏差) 単位：g

87.5-87.84=-0.34 (平均値からの距離)<sup>2</sup>  
 86.2-87.84=-1.64  
 90.1-87.84=2.26  
 88.4-87.84=0.56  
 87.0-87.84=-0.84

単位：g<sup>2</sup>

0.1156  
 2.6896  
 5.1076  
 0.3136  
 0.7056

偏差の二乗和

単位：g<sup>2</sup>

8.9320

データの個数-1  
(自由度)で割る  
単位：g<sup>2</sup>

標準偏差

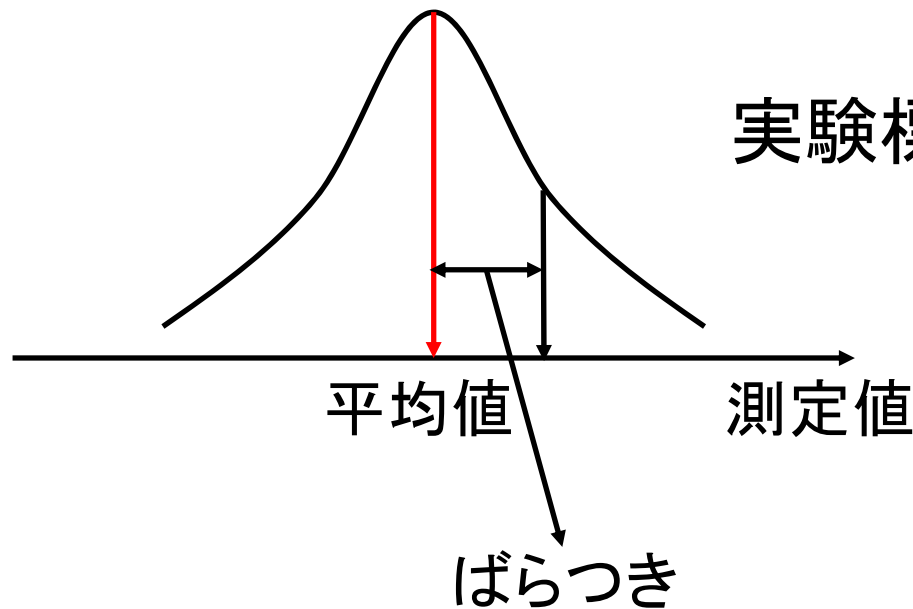
平方根  
単位：g

1.494

分散

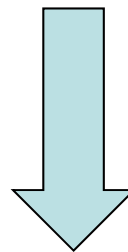
2.233

# 標準偏差から不確かさへ



実験標準偏差＝測定値のばらつき  
報告する値＝平均値

必要なのは測定値のばらつき  
ではなく、平均値のばらつき！



平均値の実験標準偏差を求める必要がある。

# 平均値の実験標準偏差

サイコロを振って，出た目の平均値を求める。

1回目	
2回目	
3回目	
平均	

3回振った平均値

1回目	
2回目	
3回目	
4回目	
5回目	
6回目	
7回目	
8回目	
9回目	
10回目	
平均	

10回振った平均値

# 平均値の実験標準偏差の求め方

平均値の実験標準偏差と、最初に算出した実験標準偏差の間には以下の関係がある。

$$s(\bar{x}) = \frac{s(x)}{\sqrt{n}}$$

ここで、 $s(\bar{x})$  は平均値の実験標準偏差、 $s(x)$  はデータの実験標準偏差、 $n$  は測定回数である。

ここで求められた平均値の実験標準偏差がタイプAの評価で求められた不確かさとなる。

# 例：タイプA評価

## ビールジョッキの例

# 例：タイプA評価

- メスシリンダーでビールジョッキに入れられた液体の体積を繰返し測定を行い次のデータを得た。

1	2	3	4	5
632	629	639	635	627
6	7	8	9	10回目
636	633	637	634	633

(単位:mL)

平均値: 633.5 mL

実験標準偏差: 3.598 mL

平均値の実験標準偏差:  $u_R(x) = 1.138$  mL

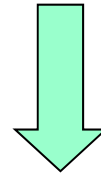
# 例：タイプA評価

記号	不確かさ要因	標準不確かさ	感度係数	標準不確かさ (測定量の単位)	備考
$u_R(x)$	測定の 繰返し性	1.138 mL			
$u_S(x)$	標準器の校正 の不確かさ				
$u(t)$	温度による 効果				
$u_c(V)$	合成標準不確か さ				
$U$	拡張不確かさ				

# タイプBの不確かさ評価

## なぜタイプBの不確かさ評価が必要なのか

- ・標準器の校正の不確かさ・・・使っている標準の不確かさ評価まで行わなくてはいけない？
- ・再現することが難しい不確かさ要因・・・実験室の温度が変化することによってばらつきがでるとするならば、1年間実験室の温度を測りつづけなければいけない？
- ・そもそも測定できない不確かさ・・・使っている温度計は $\pm 0.5$  °Cでしか温度が分からないのだけど、その計れなかった $\pm 0.5$  °Cの間の温度のばらつきの評価は？



## 確率分布を仮定して標準偏差を推定する

確率分布を仮定するには合理的な判断材料が必要。

実際に実験を行わないので、

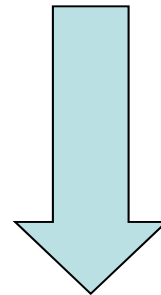
- ・コストの節約
- ・時間の節約
- ・人手の節約

に大きく貢献する。



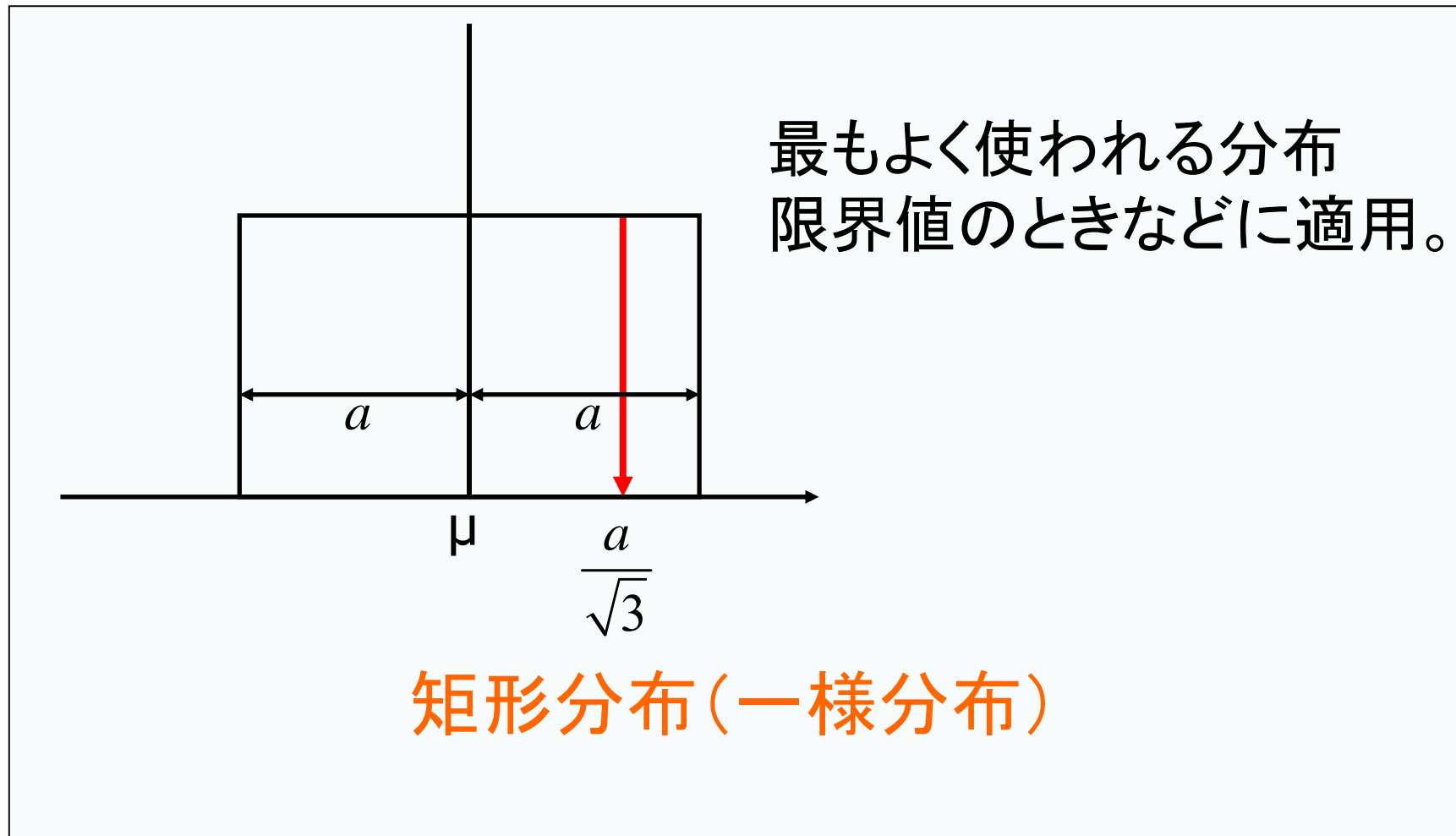
# タイプBの評価法

確率分布を仮定して、標準偏差を推定する。



母集団の形を、今までの知識、経験等から仮定し、その仮定された母集団の母標準偏差の推定値を求める。

# 矩形分布

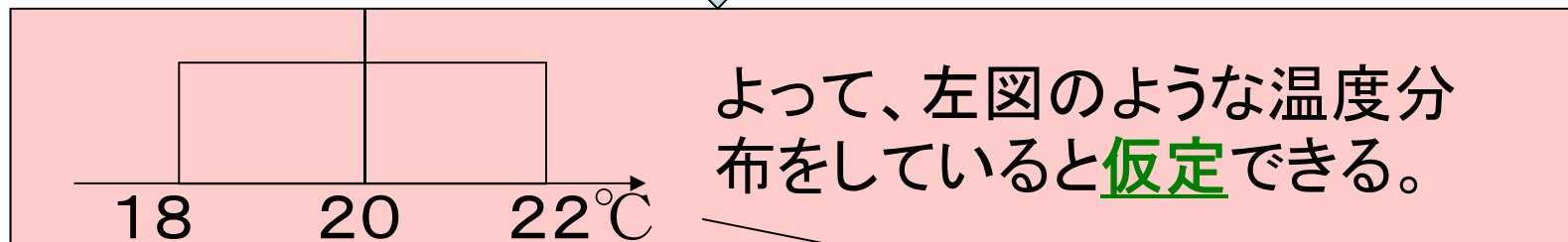


# タイプB評価の例（過去の知識）

## 測定者の経験

「測定を行う部屋は、確かに季節などによって温度は変化するが、空調があるので温度が高くても22℃，低くても18℃くらいの中には入っている。」

管理表等の裏付けがあればベスト



分布についての知識がない場合は矩形分布とするしか方法がない

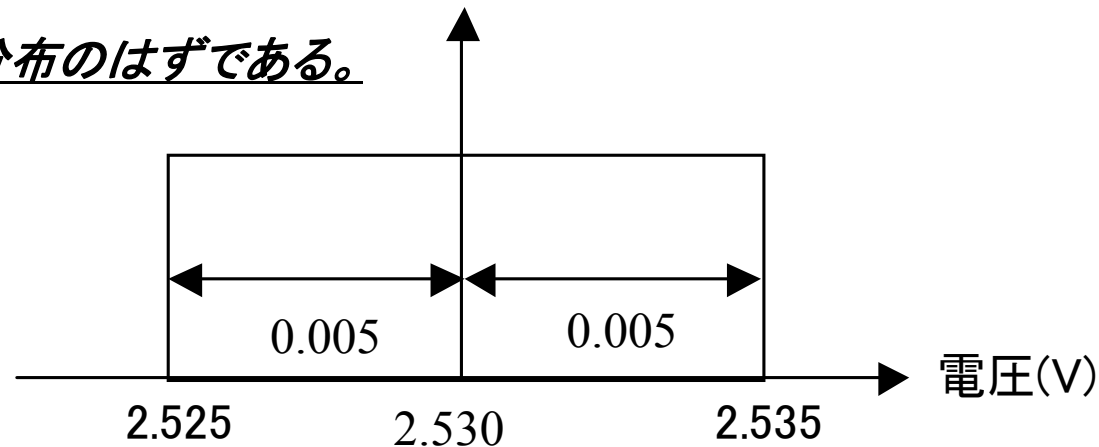
$$\text{標準不確かさは } u(T) = \frac{2}{\sqrt{3}} = 1.155 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ となる。}$$

# タイプB評価の例（デジタル表示）

## 電圧計の表示値の不確かさ

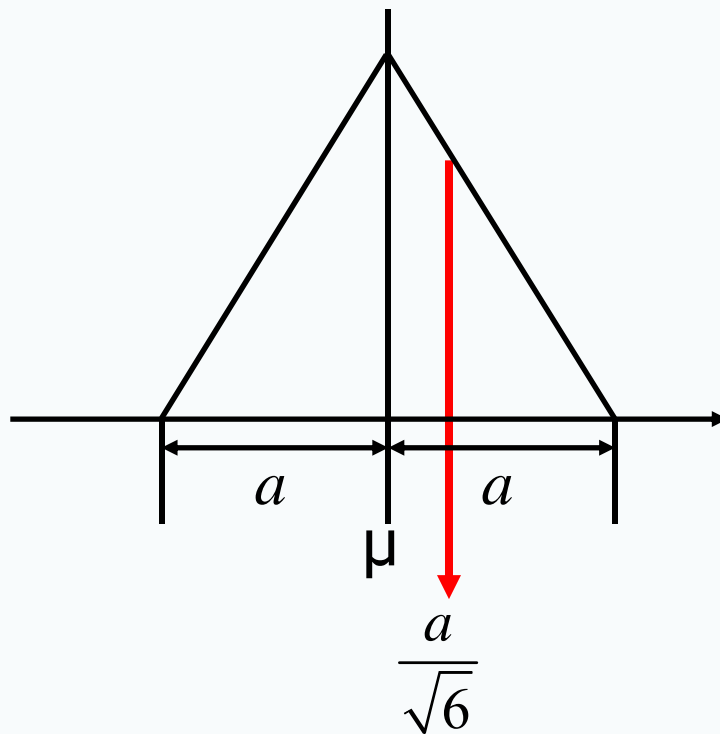
ある電圧計の表示が2.53Vだった。しかし、最小桁が0.01Vであるので実際は2.525Vから2.535Vの間に値があるはずだ。

この分布は矩形分布のはずである。



よって、標準不確かさは  $u_D(E) = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.002887 \text{ V}$  となる。

# 三角分布



中心が多く，端に行くほど少くなる分布。  
主に，同時に二つの大きさが同じ矩形分布が現れるときに適用。また，正規分布のときはこの分布を適用することが多い。

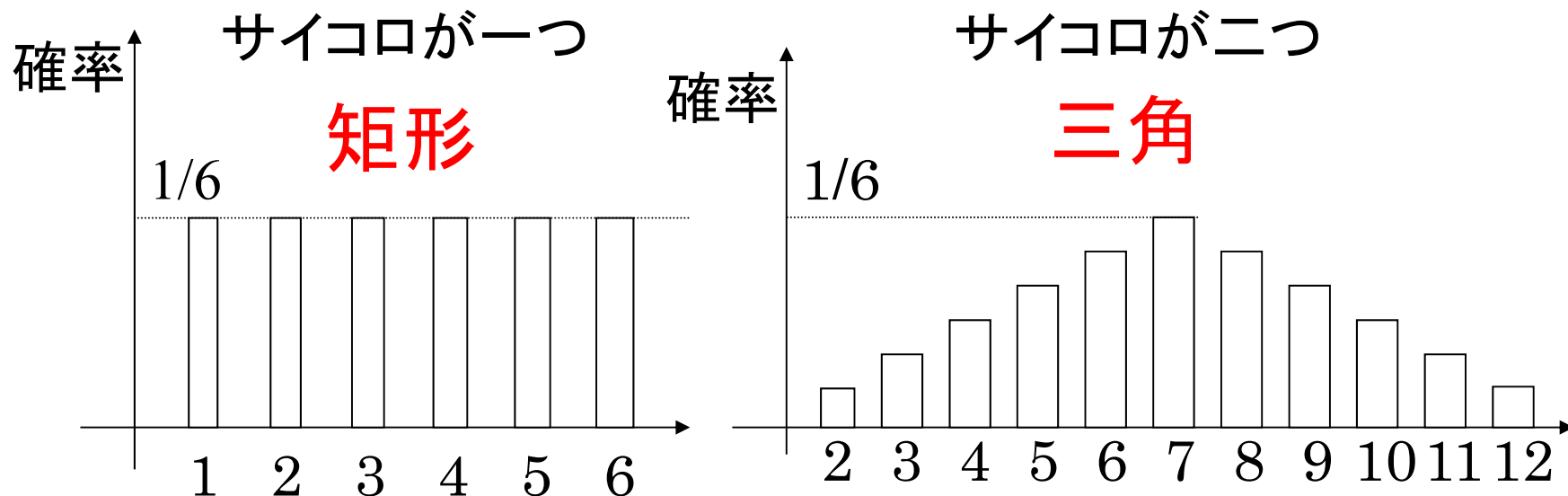
## 三角分布

# 複雑なタイプB評価(1)

## 三角分布が用いられるとき

三角分布が一番よく用いられるのは、不確かさ要因として同じ大きさの矩形分布が二つ現れるときである。

## サイコロの目の確率分布



# 複雑なタイプB評価(1)

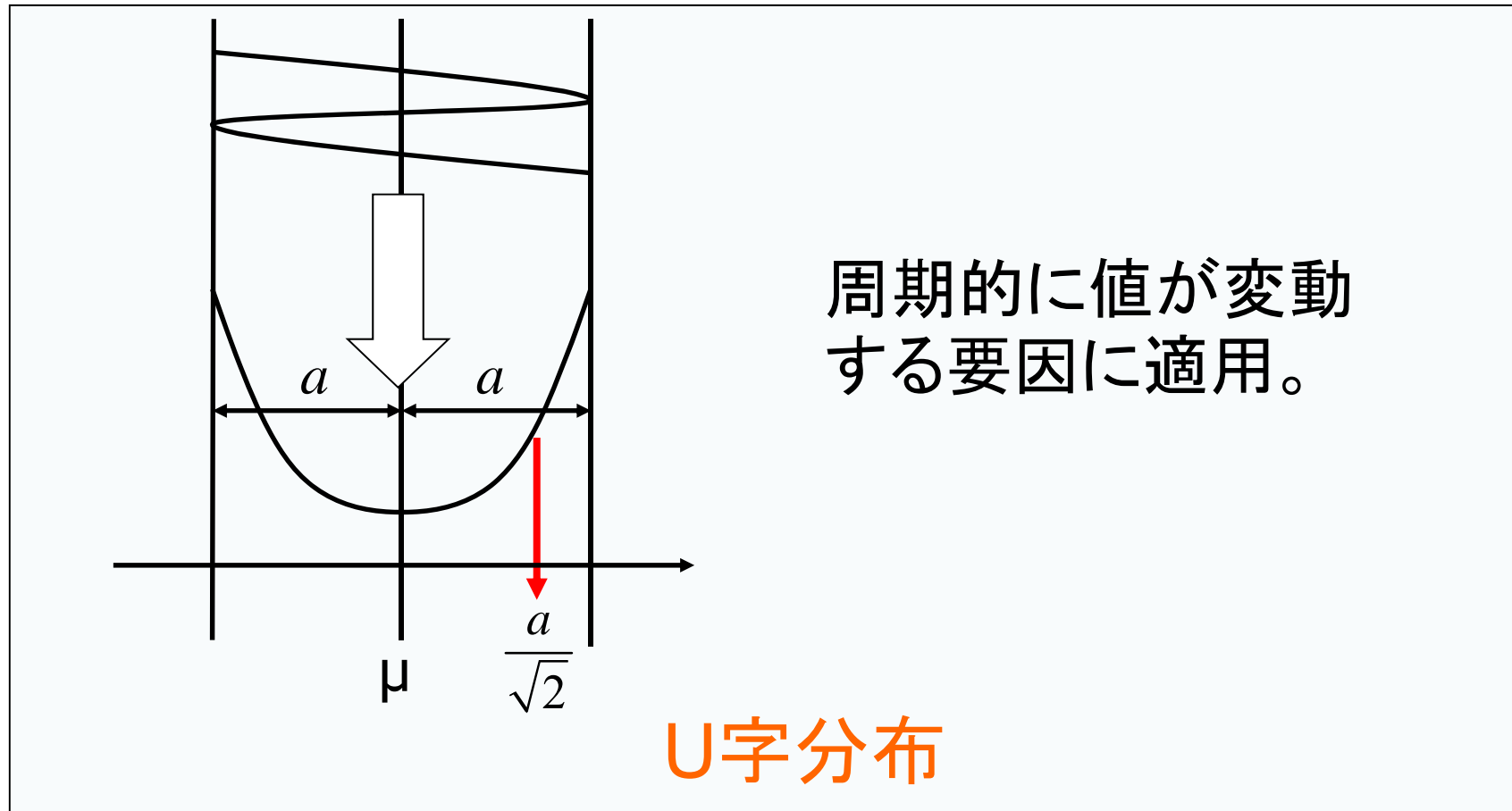
例: はかりのデジタル表示の不確かさ

はかりは、まず零点調整をし、その後、標準分銅を載せ、質量の表示を見る。

この時、零点も本当にあっているのか分からない。ここにもデジタル表示の不確かさがあり、更に、標準分銅の質量の表示にもデジタル表示の不確かさがある。

よって、同時に二つの同じ大きさの矩形分布が現れるので、三角分布となる。

# U字分布





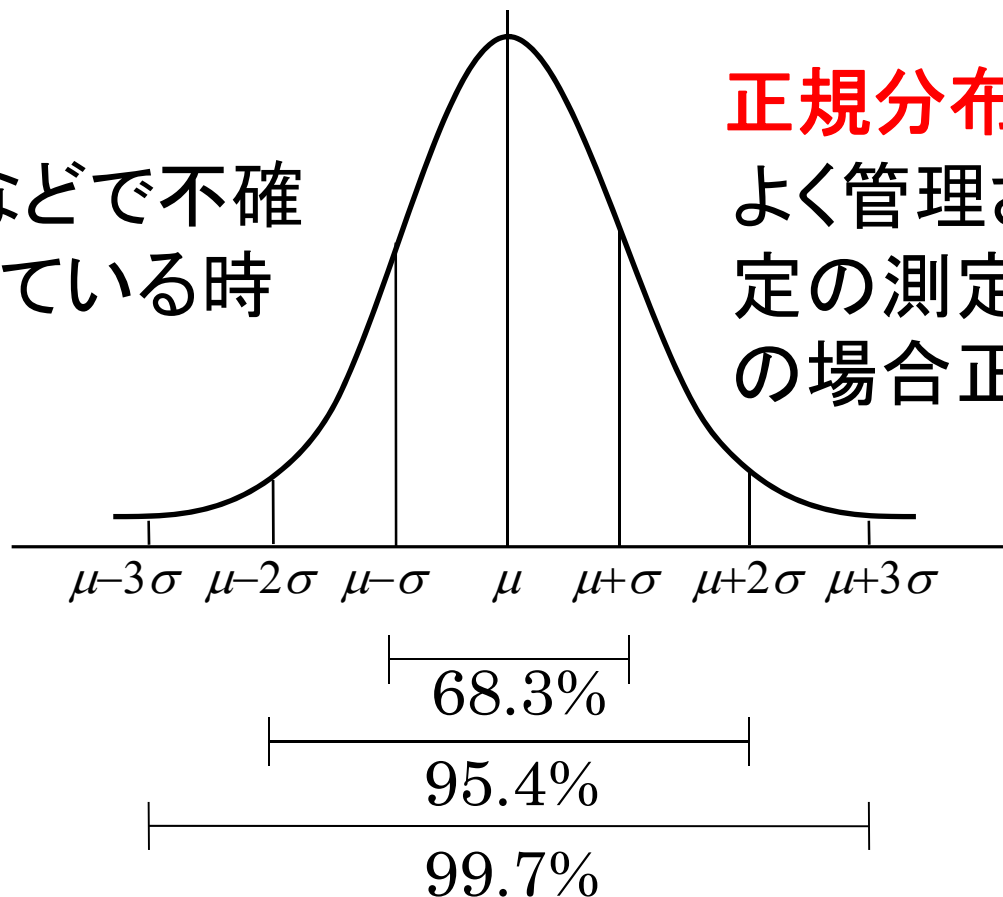
# 正規分布

## 正規分布

校正証明書などで不確かさが分かっている時に適用。

## 正規分布の性質

よく管理されている測定の測定値はほとんどの場合正規分布する。



$\mu \pm 1\sigma$ : 68.3%

$\mu \pm 2\sigma$ : 95.4%

$\mu \pm 3\sigma$ : 99.7%

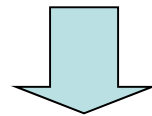
の値が含まれる。

# 例：タイプB評価

## ビールジョッキの例

# 例：タイプBの不確かさ

- 標準器の校正の不確かさに相当する，メスシリンダーの校正の不確かさは，校正証明書より3.0 mL。



校正証明書を用いる場合，確率分布は正規分布である。

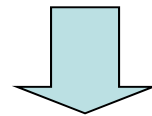
校正証明書にある不確かさを2で割ることにより標準偏差（標準不確かさ）が求められる。

$$u_s(x) = \frac{3.0}{2} = 1.5 \text{ mL}$$

あとで解説

## 例：タイプBの不確かさ

- 温度による効果は、温度を測定している温度計が最小目盛り1 °Cのデジタル温度計を用いているため、±0.5 °Cで温度が分からない。



±0.5 °Cの範囲内では、どこでも同じ確率で現れるので、  
矩形分布を仮定

温度による効果は、矩形分布を仮定しているので、  
分布の半幅を $\sqrt{3}$ で割ることにより標準偏差が求められる。

$$u(t) = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.2887 \text{ °C}$$

# 例：タイプBの不確かさ

記号	不確かさ要因	標準不確かさ	感度係数	標準不確かさ (測定量の単位)	備考
$u_R(x)$	測定の 繰返し性	1.138 mL			
$u_S(x)$	標準器の校正 の不確かさ	1.5 mL			
$u(t)$	温度による 効果	0.2887 °C			
$u_c(V)$	合成標準不確か さ				
$U$	拡張不確かさ				

# 不確かさ要因の単位

不確かさの要因には、実際に行っている測定と同じ単位で表されるものと、異なる単位で表されているものがある。

例：金属棒の長さ測定

## 同じ単位で評価された要因

測定の繰り返し  
マイクロメータの校正の  
不確かさ                      単位：mm

## 異なる単位で評価された要因

温度変化による影響  
  
単位：°C

異なる単位で表されているものはその測定量の単位  
に変換しなければならない！

温度による金属棒の長さの不確かさ(mm)  
= 熱膨張係数(°C<sup>-1</sup>) × 金属棒の長さ(mm) × 温度の影響(°C)

→ 感度係数

# 例：感度係数

## ビールジョッキの例

## 例：感度係数

- この液体の体膨張率・・・ $5.23 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- この液体の体積・・・633.5 mL

このとき、液体の温度を体積に変換するための感度係数は、

$$\begin{aligned} \text{体膨張率} \times \text{体積} &= 5.23 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \times 633.5 \text{ ml} \\ &= 3.313 \text{ mL}/^\circ\text{C} \\ &\text{感度係数} \end{aligned}$$



# 例：感度係数

記号	不確かさ要因	標準不確かさ	感度係数	標準不確かさ (測定量の単位)	備考
$u_R(x)$	測定の 繰返し性	1.138 mL	1	1.138 mL	
$u_S(x)$	標準器の校正 の不確かさ	1.5 mL	1	1.5 mL	
$u(t)$	温度による 効果	0.2887 °C	3.313 mL/°C	0.9565 mL	
$u_c(x)$	合成標準不確か さ				
$U$	拡張不確かさ				

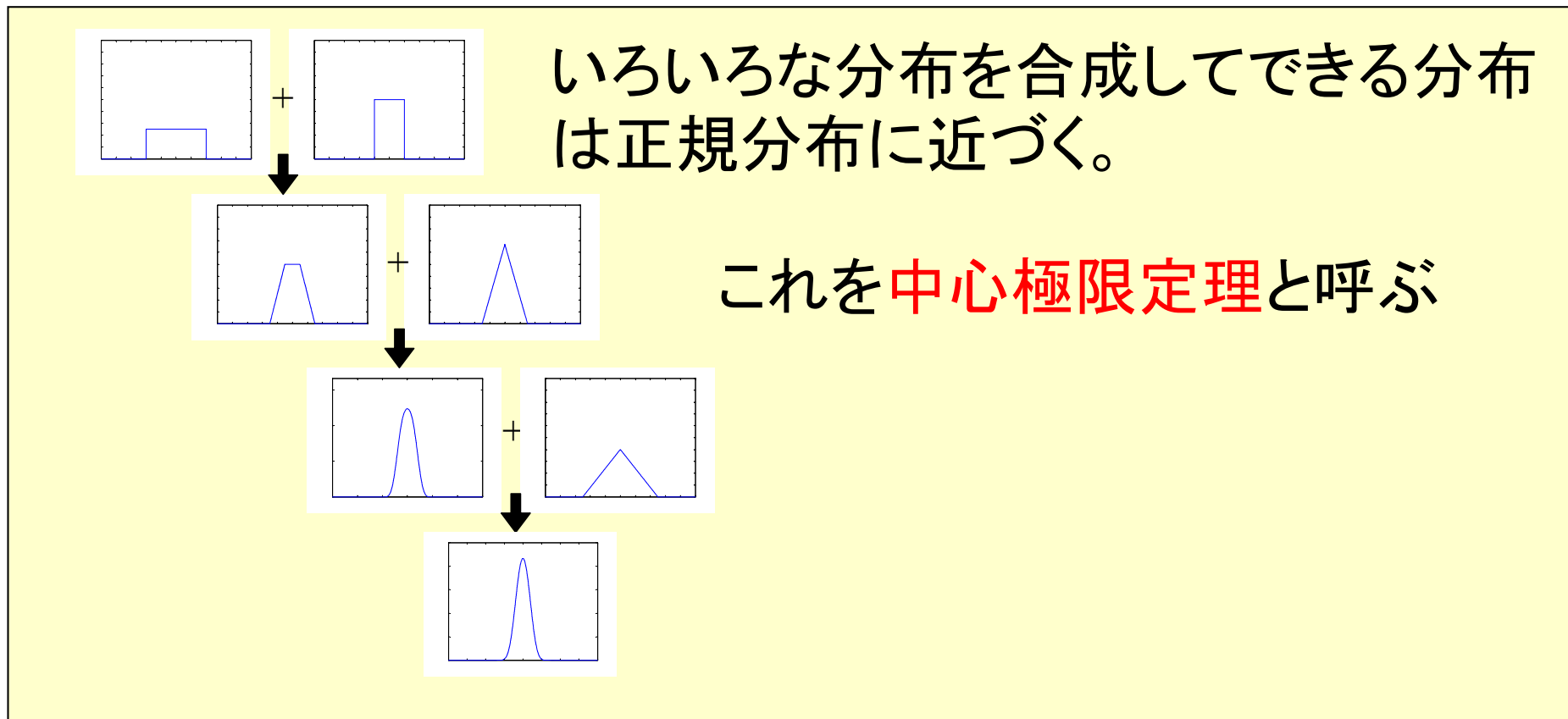
# 不確かさの合成法

感度係数によって、各不確かさの単位はすべて出力量の単位に変換されている。

単位がそろえられた不確かさを合成するときには二乗和の平方根を用いる。この合成された不確かさのことを合成標準不確かさと呼び、 $u_c(y)$ で表す。

$$u_c(y) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + \dots}$$

# 中心極限定理



標準偏差が合成標準不確かさとなる最終測定結果の分布は、中心極限定理によって正規分布していると見なせる。

# 拡張不確かさ

合成標準不確かさは、標準偏差として表されている。

許容差などでは、ほぼこの中にすべての値が入る、という範囲で示す。

ばらつきの平均値で表されている。

合成標準不確かさで示された範囲には約68%のものしか含まれない。

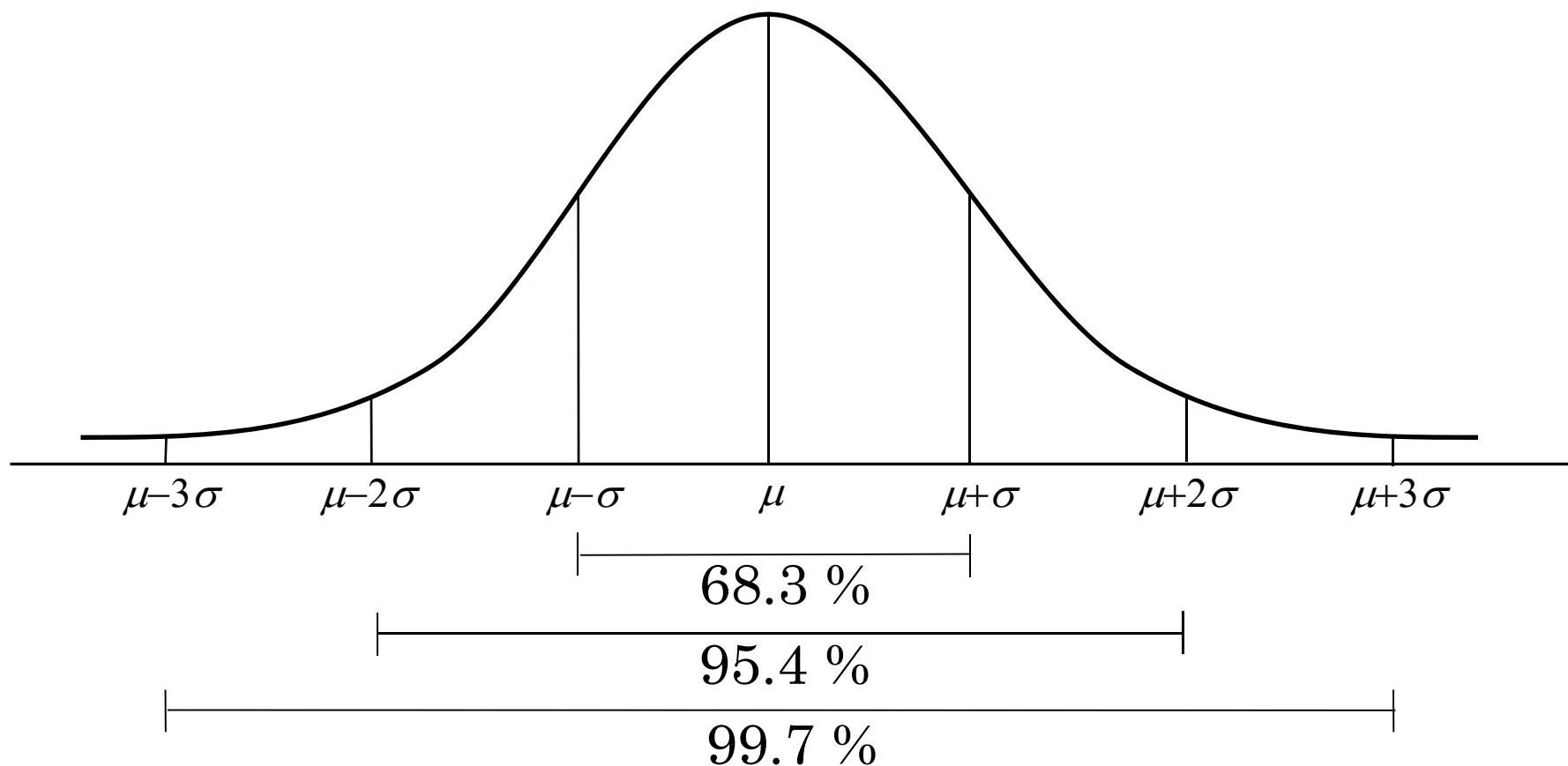
合成標準不確かさは、中心極限定理により正規分布していると見做せる。

この数を包含係数と言  
い、 $k$ で表す。 ( $k=2$ )

合成標準不確かさを2倍すれば  
約95%が含まれ、  
今までと同じような値になる。

## 拡張不確かさ

# 正規分布



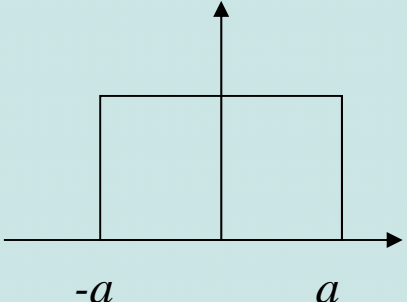
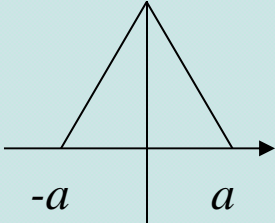
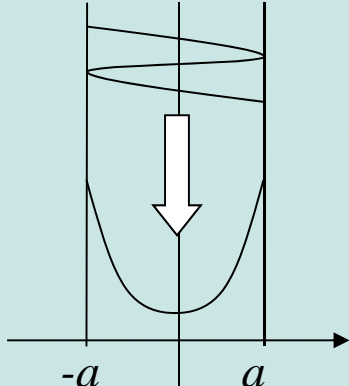
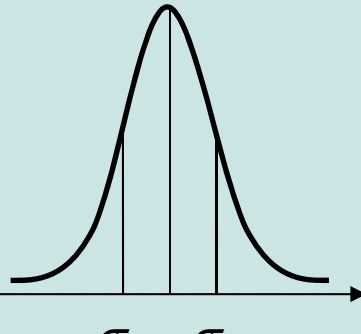
$\mu \pm 1\sigma$ : 68.3 %

$\mu \pm 2\sigma$ : 95.4 %

$\mu \pm 3\sigma$ : 99.7 %

の値が含まれる.

# 確率分布の例

			
<p><b>矩形分布(一様分布)</b></p>	<p><b>三角分布</b></p>	<p><b>U字分布</b></p>	<p><b>正規分布</b></p>
<p>最もよく使われる分布 限界値のときなどに 適用。</p>	<p>よく使われる分布。 中心が多く、端に いくほど少なくなる 分布に適用。 「はかり」「メスフラ スコ」</p>	<p>周期的に変化する 要因に対して適用。</p>	<p>校正証明書などで 不確かさが分かっ ている時に適用。</p>
$\frac{a}{\sqrt{3}}$	$\frac{a}{\sqrt{6}}$	$\frac{a}{\sqrt{2}}$	$\frac{U}{2}$

# 不確かさの報告

不確かさの報告はバジェットシートを用いて行います。バジェットシートの決まった書き方はありません。他の人が見て、すぐに理解できるように工夫を凝らしましょう。

バジェットシート例(乾燥法による米の水分測定の不確かさ評価)

記号	要因	標準不確かさ	感度係数	標準不確かさ(%)
$u_T(X)$	乾燥庫内の場所の違いに起因する不確かさ	0.01239 %	1	0.01239
$u_R(X)$	ロット内の水分の不均一性, 乾燥の繰り返し, 粉碎の繰り返しに起因する不確かさ	0.01825 %	1	0.01825
$u_G(X)$	粉碎器が異なることに起因する不確かさ	0.06350 %	1	0.06350
$u(m_0)$	乾燥前サンプル質量+ 秤量缶の質量測定の不確かさ	0.0001848 g	17.1715 %/g	0.00317
$u_S(m)$	はかりの校正の不確かさ	0.00015 g		
$u_r(m)$	サンプル質量測定の繰り返しの不確かさ	0.000108 g		
$u(m_1)$	乾燥後サンプル質量+ 秤量缶の質量測定の不確かさ	0.0001848 g	-19.9605 %/g	0.00369
$u_S(m)$	はかりの校正の不確かさ	0.00015 g		
$u_r(m)$	サンプル質量測定の繰り返しの不確かさ	0.000108 g		
$u(m_c)$	秤量缶の質量の不確かさ	0.0001607 g	2.78894 %/g	0.00045
$u_S(m)$	はかりの校正の不確かさ	0.00015 g		
$u_{CAN}(m)$	秤量缶質量測定の繰り返しの不確かさ	0.000058 g		
合成標準不確かさ(%)				0.06740
拡張不確かさ(%) ( $k=2$ )				0.13

# 不確かさを算出する桁数

- GUM7.2.6(抜粋) 推定値 $y$ の数値とその標準不確かさ $u_c(y)$ 又は拡張不確かさ $U$ は、余分な桁数の数字を与えない方がよい。通常 $u_c(y)$ ,  $U$ を引用するには、**多くとも2桁**の有効数字で十分である。
- JCG200 6.3 測定の不確かさの数値は、**せいぜい2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。(中略)。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。



# 不確かさの不確かさ

算出された実験標準偏差は母標準偏差の推定値として用いられる。この実験標準偏差と母標準偏差はどのくらい一致するものだろうか？これを表す指標が「不確かさの不確かさ」である。

測定回数	不確かさの不確かさ (相対標準偏差)
2	75.6 %
3	52.3 %
4	42.2 %
5	36.3 %
6	32.3 %
7	29.4 %
8	27.2 %
9	25.4 %
10	23.9 %
20	16.3 %
30	13.2 %
50	10.1 %
100	7.1 %

# 例：不確かさの合成・拡張 バジェットシート

## ビールジョッキの例

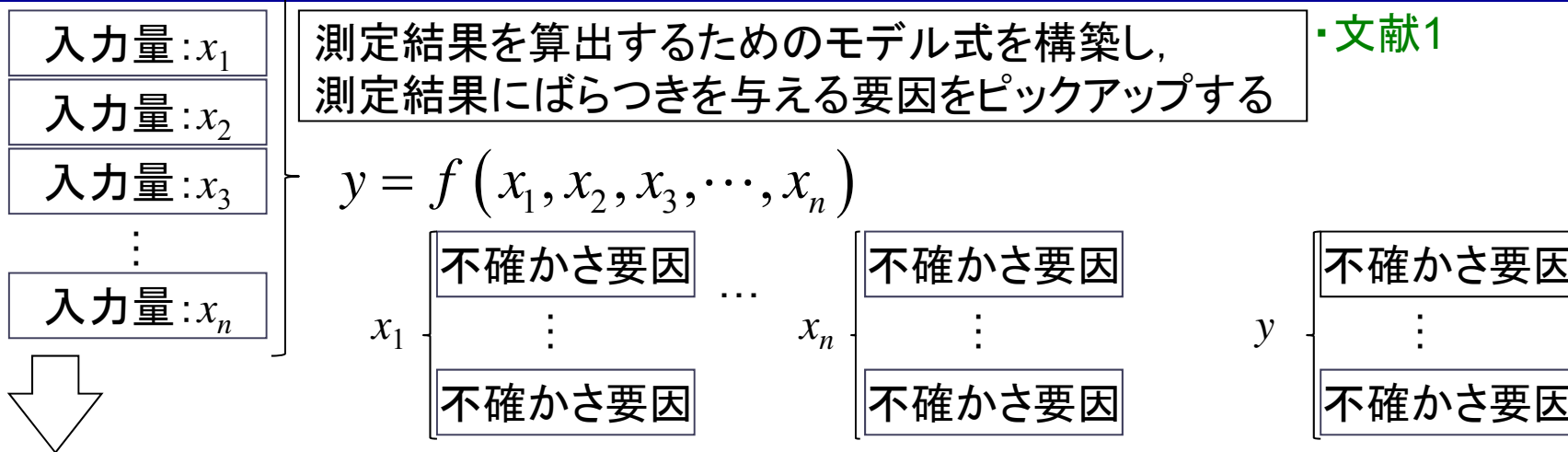
# 例：不確かさの合成・拡張 バジェットシート

記号	不確かさ要因	標準不確かさ	感度係数	標準不確かさ (測定量の単位)	備考
$u_R(x)$	測定の 繰返し性	1.138 mL	1	1.138 mL	繰返し回数は10回
$u_S(x)$	標準器の校正 の不確かさ	1.5 mL	1	1.5 mL	メスシリンダーの校正 証明書より
$u(t)$	温度による 効果	0.2887 °C	-3.313 mL/°C	0.9565 mL	温度計のデジタル表 示の不確かさ。 分解能1°C
$u_c(V)$	合成標準不確か さ			2.112 mL	
$U$	拡張不確かさ			4.2 mL	包含係数は $k=2$

ビールジョッキの体積  
633.5 mL ± 4.2 mL,  $k=2$

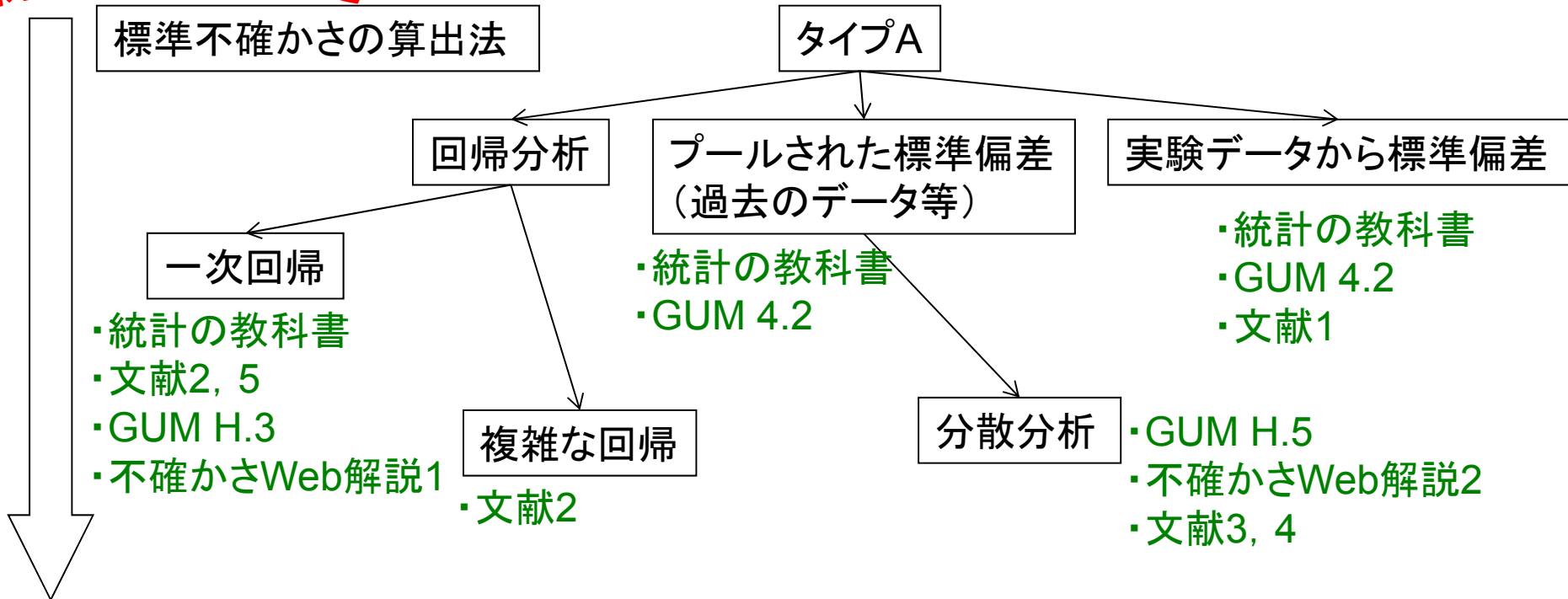
# 付録

## 不確かさ評価のためのインデックス



・文献1

**標準不確かさ** 個々の不確かさ要因から引き起こされるばらつきを大きさを求める



# 標準不確かさ

個々の不確かさ要因から引き起こされるばらつきの大きさを求める

標準不確かさの算出法

タイプB

校正証明書  
文献から引用

・文献1

限界値から矩形分布を適用

・GUM 4.3.7  
・文献1

複数の標準を  
同時に用いる場合

・GUM 5.2.1(注)

限界値から三角分布を適用

・文献1

# 合成標準不確かさ

不確かさの合成

不確かさの伝播則

・GUM 5, E3  
・文献1

MCM

・GUM Supplement1

相関

・GUM 5.2,H2,H3,H4

高次項

・GUM 5.1.2(注),H1

# 拡張不確かさ

不確かさの合成

不確かさの伝播則

MCM

k=2を用いる

k=2以外を用いる

最小の95%包含  
区間を求める

- ・文献1
- ・GUM 6

- ・GUM G
- ・不確かさWeb解説3
- ・不確かさWeb解説4

- ・GUM Supplement1

# 不確かさの利用

合否判定に不確かさを利用する

- ・ISO・GPS規格
- ・ILAC-G8
- ・APLAC TC 004
- ・ANSI Z540.3
- ・ASME B89シリーズ
- ・EURACHEM / CITAC Guide
- Use of uncertainty information in compliance assessment

試験所間比較, 国際比較, 技能試験

- ・ISO/IEC 17043(JIS Q17043)
- ・ISO13528 (JIS Z8405)
- ・不確かさWeb解説5

# インデックス

- 文献1: 計測器校正技術者研修テキスト,  
(社)日本計量振興協会
- 文献3: 中川徹, 小柳義夫, 最小二乗法による実験データ解析, 東京大学出版会
- 文献4: 石川馨, 米山高範, 分散分析法入門,  
日科技連
- 文献5: 近藤良夫・舟阪渡, 技術者のための統計的方法, 共立出版



# インデックス

- 不確かさWeb解説1: 回帰分析を用いた不確かさ評価について
- 不確かさWeb解説2: 分散分析を用いた不確かさ評価について
- 不確かさWeb解説3: JCSS不確かさガイドの発行について
- すべて「不確かさWeb」  
<https://www.nmij.jp/~measure-sys/metinfo/uncertainty/uncertainty.php>よりダウンロードできる。(第4回不確かさクラブ資料内)

# インデックス

- 不確かさWeb解説4: 標準不確かさと拡張不確かさ(95%包含区間について)
- 不確かさWeb解説5: 試験所間比較による技能試験の概要と統計的方法
- すべて「不確かさWeb」  
<https://www.nmij.jp/~measure-sys/metinfo/uncertainty/uncertainty.php>よりダウンロードできる。(第5回不確かさクラブ資料内)

# インデックス

- 以下の原文はBIPMより無料DLできる。
- GUM・・・日本語版：TS Z0033
- VIM・・・日本語版：TS Z0032
- GUM補足文書・・・日本語版：無し(邦訳：予定無し)

# インデックス

- GUMシリーズ・・・

<http://www.bipm.org/en/publications/guides/gum.html>

- VIM・・・

<http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html>

# インデックス

- 規格(品質システム)
- JIS Q17025(ISO/IEC17025)・・・試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項
- ISO/TS16949・・・品質マネジメントシステムー自動車生産及び関連サービス部品組織のISO 9001:2008適用に関する固有要求事項
- ISO10012・・・計測マネジメントシステムー測定プロセス及び測定機器の要求事項
- ISO15189・・・臨床検査室ー品質及び能力に関する特定要求事項

# インデックス

- 規格(品質システム)
- JIS Q17043(ISO/IEC 17043)・・・適合性評価-技能試験に対する一般要求事項
- JIS Q0043(ISO Guide43)・・・標準物質生産者の能力に関する一般要求事項
- JIS Q0065(ISO/IEC Guide65)・・・製品認証機関に対する一般要求事項

# インデックス

- 規格(統計・不確かさ)
- JIS Z8404シリーズ(ISO/TS21748,21749)・・・  
測定の不確かさ
- JIS Z8405(ISO/IEC 13528)・・・試験所間比較  
に用いる統計的手法について
- JIS Z8402シリーズ(ISO 5725シリーズ)・・・測  
定方法及び測定結果の正確さ(真度及び精度)
- JIS Q0035(ISO Guide35)・・・標準物質—認証  
のための一般的及び統計的な原則

# インデックス

- 規格（用語）
- JIS Z8103・・・計測用語（VIM2の用語を多数含む）
- JIS Z8101シリーズ・・・統計－用語と記号
- JIS C1002・・・電子測定器用語
- JIS K0211・・・分析化学用語（基礎部門）
- JIS Q0030・・・標準物質に関連して用いられる用語及び定義
- JIS Q17000・・・適合性評価－用語及び一般原則



# インデックス

- EA4/02 Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration

<http://www.european-accreditation.org/publication/ea-4-02-m>

NITE:「校正方法と不確かさに関する表現」

[http://www.iajapan.nite.go.jp/jcss/pdf/koukaib\\_f/JCG200-06.pdf](http://www.iajapan.nite.go.jp/jcss/pdf/koukaib_f/JCG200-06.pdf)

は上記文書の本文の日本語訳を元に作成

- Eurachem, Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement, 3rd Edition (2012)

[http://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/QUAM2012\\_P1.pdf](http://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/QUAM2012_P1.pdf)

- ・・・化学系で良く用いられている文書。日本語訳は「分析値の不確かさ」として丸善が出している。