

不確かさに関するQ&A 総合討論

産業技術総合研究所 計量標準総合センター
田中秀幸

どうもありがとうございます。

- どうぞよろしくお願いいたします。
- 不確かさクラブの運営、いつも大変ありがとうございます。
- 久しぶりに総会に参加させていただきます。よろしくよろしくお願いいたします。
- いつもお世話になります。よろしくお願いいたします。
- "不確かさクラブならびに総会を運営いただき、ありがとうございます。最新の動向・情報を知ることができ、毎回楽しみにしています。"
- 田中様のJCGM-WG1出席報告の講演を毎年楽しみにしています

今回の総会について

- JCGMの不確かさ事例集の進捗状況を教えていただくと幸いです。
- 不確かさに関する規格案に興味があります。
- 世界の動向がどのようになっているのか関心があり参加願いを出しました。
- Webで開催していただけると、現地までの移動等で参加するのが難しい場合があったので選択肢が増えて良かったです。

今回の内容でいかがでしたでしょうか？

不確かさ教育

- 工場内の全従業員に向けた、測定の不確かさやトレーサビリティについての講習会(1時間程度)を計画しております。受講者層が広すぎるため要点を絞った内容になると思いますが、こういった幅広い聴衆に対して不確かさを説明する際に気を付けること、伝えるべき内容等、知見をお持ちでしたらご教授いただきたたく存じます。

不確かさ教育

初心者向けに不確かさを教える前提条件

(こういうと元も子もないですが)

1回不確かさの講習を聞いたくらいで不確かさのことが理解できるわけがない。

つまり、本人が講習を受けた後に、いかにして不確かさの勉強を続けてもらうかを考える必要がある！

不確かさ教育

継続して勉強してもらうためには・・・

・成功体験：初めて不確かさの講義を受けたら，内容が理解できた。はじめて聞いた講義の内容が理解できると，モチベーションが上がります。

→思い切ったレベルの低下・・・「理解してほしいこと」を教えるのではなく、「理解できること」を教える。

講師を行う側からすると、「この程度は理解してほしい」と考えがちだが、「理解してほしいこと」を元に目標を設定すると，結局受講者は理解できない。

皆様も感じていると思うが，突き詰めると不確かさは簡単なものではない。1～2日の講習で不確かさが理解できると考えるのは無理がある。

結局主体的な学習を行わない限り不確かさは身につかない。

不確かさ教育

もし、難しすぎる内容を講義してしまうと・・・

「今まで不確かさ評価なんかしなくても、私はちゃんと測定を行ってきたし、その値も自信がある。今更なぜこんなことをしなければならないのか。」

と理解できないこと理由を「不確かさ」に求める人が現れる。

初心者用の講習会の隠れた目的

・・・不確かさの反対派を作らない！

つまり、最初の講義では思い切ったレベルの低下が必要！

不確かさ教育

不確かさクラブに寄せられたコメント

不確かさに触れて間もない初心者です。初めて不確かさというものに触れたときは正直未知なものでわけのわからないものでした。しかし校正を語る上ではなくてはならないものであり、その奥深さ、面白さに惹かれてしまいました。今後とも不確かさと友達になれるようになりたいです。

こう考えてくれる人を後押しできるような講習を！

不確かさ教育

- 最近のアカデミックな場での活動状況を教えてください。授業などオファーございますか

来年度から1件増えました。東京大学で、NMIJが測定に関する授業を受け持つことになり、そのうち2コマ分が不確かさの講義になります。

ただまだまだ大学にて不確かさに関する講義を行ってほしいとの依頼は少ないです。

大学教育に関しては依頼があれば優先的に行います。

不確かさの技術的質問1

- 不確かさの分野でpythonやRはよく使われますか？どちらの方がよいとか便利なパッケージなどありますか。

使いますが、普通の不確かさ評価くらいのときはExcelで十分ですので、あまり使いません。

Wikipedia(英語版)の“List of uncertainty propagation software”にまとめられているので、チェックしてみてください。私自身は大規模なモンテカルロシミュレーションを行うときに使います。特にpythonは簡単にGPUに計算させることができるので、行列演算をGPUに任せると計算時間を短くできます。

不確かさの技術的質問2

- 最近、社内で定性試験に関する相談がぽつぽつあがってきており、その度に、悩むことも多いです。JCGMで定性試験の不確かさについて議論しているとのことですが、その議論の内容・結論の行方が非常に気になっています。

今回の話にもありましたが、まだなかなか議論は進んでいません。分析化学、臨床化学以外の分野では、VIM4が出てからようやく議論がスタートするという感じではないでしょうか。

不確かさの技術的質問3

- 指示計器に由来する不確かさを繰り返し性に含んでいる場合と含んでいない場合が見られますが、どのような違いでしょうか。

指示計器に由来する不確かさ、というのが何を表しているかが良く分からないですが、とりあえず、指示計器の読み値の不確かさには、指示計器の校正の不確かさ、指示計器の読み取りの不確かさ、繰返し性と大きく分けると3つの不確かさがあり、測定結果がばらついているのであれば、読み取りの不確かさは必要なく、繰返しても全く同じ値が得られるのであれば繰返し性は0となり、読み取りの不確かさが必要になります。

不確かさの技術的質問4

- IATF16949(International Automotive Task Force 16949)にて指定されているコアツール(技法)の一つに、測定システム解析(Measurement Systems Analysis)との考え方の違い、使い分けに関して知見が有りましたら教えて頂けないでしょうか？

これに関しては我々もあまり知見はないですが、MSAはISO5735の手法を基にしていると思います。つまり、一般的に言われるトップダウン法です。不確かさ評価もトップダウンとボトムアップを使い分けますが、その使い分けと同じでよいのではないのでしょうか。

不確かさの技術的質問5

- 不確かさ評価では、認識された因子について評価しています。しかし、そもそも認識されていない因子もありうると考えられます。その意味で、いくつかの因子による不確かさを合成し、最終的に拡張不確かさとして表示しても、そのなかに真値が含まれることは保証されないという理解でよろしいでしょうか？

不確かさの技術的質問5

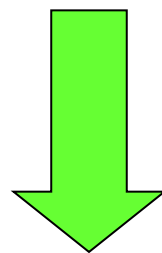
- もちろん不確かさ評価は自己宣言であり、その結果が合っているか間違っているかは分かりません。また、未知の効果によって、示された範囲に真値が入っていない可能性もありますが、それを避けるために認定審査、技能試験があるのだと思います。
- また、測定の熟練者と初心者が不確かさ評価を行った結果、熟練者のほうが不確かさ大きく、初心者のほうが小さな不確かさを評価する、ということはよく聞きますが、もちろん初心者の不確かさ評価が正しいということの意味しません。

不確かさの技術的質問6

- 不確かさ解析においてAタイプは繰り返し計測ができる物理量の不確かさの算出に向いていると考えており、Bタイプは破壊試験など繰り返し測定することが困難な物理量に対して、測定器の精度($\pm 0\%$)等といった外部情報から測定値の不確かさの算出に用いているのかなという印象があります。Aタイプ、Bタイプのすみ分けや、Bタイプを用いた解析の実例があれば知りたいと考えています。

不確かさとは (Z8103)

不確かさ・・・測定値に付随する、合理的に測定対象量に結び付けられ得る値の広がりを特徴付けるパラメータ。



簡単に言うと

不確かさ・・・広がりを特徴づけるパラメータ

不確かさは、**測定の広がり？**を表す。

広がりとは

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！

砂時計の時間

9分58秒

9分53秒

9分55秒

10分3秒

10分5秒

10分1秒

9分51秒

広がりとは

体温計で体温を測ったら、



37.2 °C

と表示された。

体温が37.15 °Cから37.25 °Cの間にあることを示す

よって、「体温は、37.15 °C~37.25 °Cのどこに値があるか分からない」ということである。

前スライドで解説した「ばらつき」と、この知識の限界による測定値の曖昧さを合わせて「広がり」と呼んでいる。

（以降誤解を生まない範囲で、「広がり」の意味で「ばらつき」を使うこともある。）

ばらつきと未知のかたより

- 不確かさでいう「広がり」は「ばらつき」+「知識の曖昧さから来るもの」である。

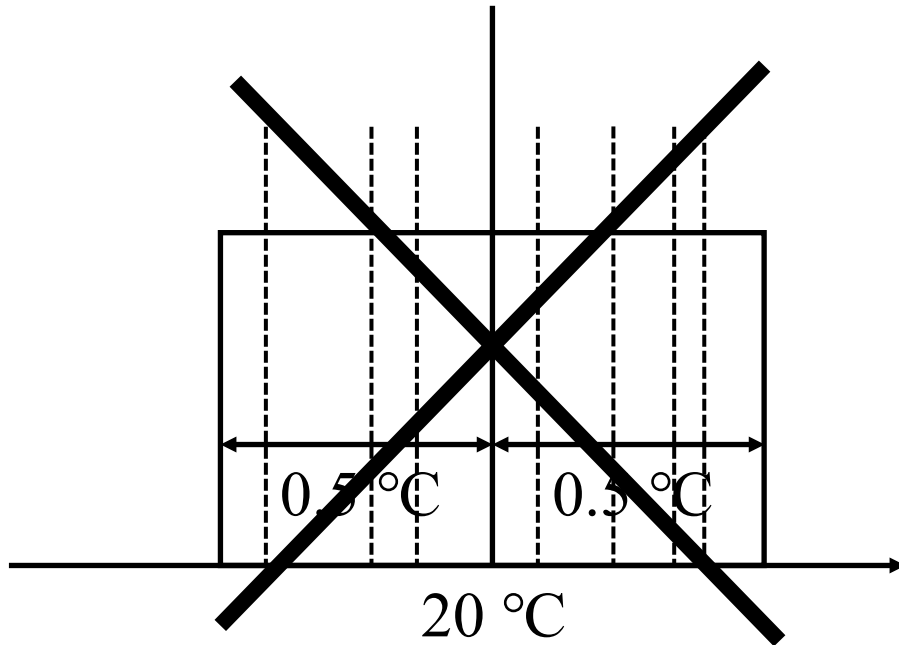
知識の曖昧さから来るもの

・金属棒の長さ測定における温度測定
デジタル温度計が 20°C と表示していた。
これは温度が 19.5°C から 20.5°C の間に存在するということを表す。つまり、 19.5°C から 20.5°C の間のどこかに温度が存在するのであるから、これは 20°C からのかたよりである。

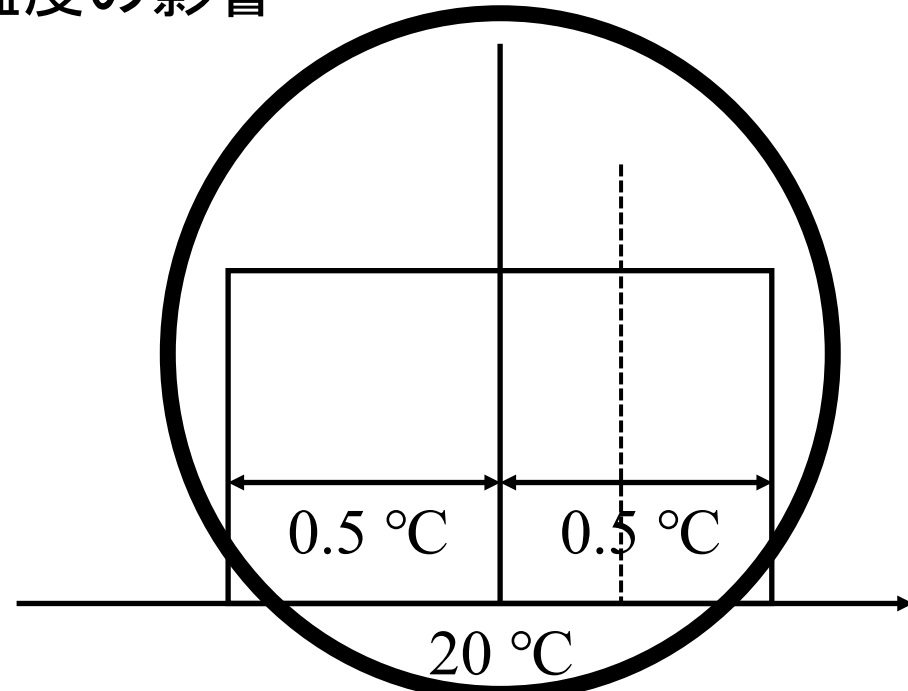
未知のかたより

タイプB評価はほとんど未知のかたよりの評価である。

例：金属棒の長さ測定における温度の影響



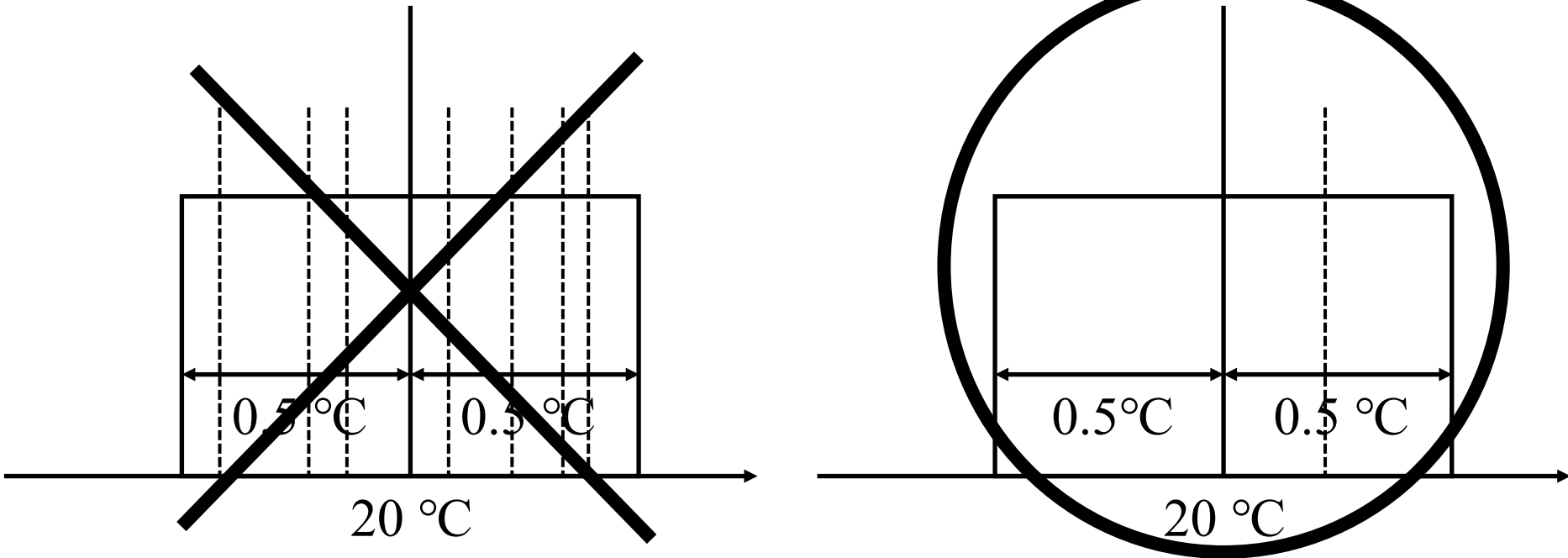
繰返し測定を行っている間、矩形分布の範囲内で温度がばらついている。



繰返し測定を行っている間、矩形分布の範囲内のどこかに真の温度が存在しているが、それがどこだかは分からない。

未知のかたより

なぜなら、



左図の状況の場合、長さを繰返し測定している間に温度が変動しているのであれば、金属棒の長さも変動し、温度のばらつきは長さのばらつきに含まれる。右図の場合、温度は一定であるので、繰返しのばらつきには温度の影響は含まれない。よって、 20°C からのずれ分は別に評価する必要がある。

未知のかたより

不確かさ評価の対象！

測定結果にかたよりをもたらす原因	測定結果にあいまいさをもたらす原因	測定結果にばらつきをもたらす原因
定量化できる 系統効果 いわゆる 「かたより」 補正する	定量化できない 系統効果 いわゆる 「未知のかたより」 主にタイプB	主に繰返し測定 によって定量化 主にタイプA
測定結果にかたよりをもたらす原因 系統効果	測定結果にあいまいさをもたらす原因 系統効果	測定結果にばらつきをもたらす原因 偶然効果

JIS Z8103では「広がり」

不確かさの技術的質問7

- 私の属する試験分野における測定不確かさの評価では、有効自由度が9未満（例えば、4など）であるにも関わらず包含係数を2としている試験所が多くあります。第5回不確かさクラブ総会で有効自由度と包含係数に関する発表が行われたときの資料を再度見っていますが、単純にt分布に基づき包含係数を決めても拡張不確かさの再現性は改善されないとあり、とりあえず自由度を増やす（結果的に有効自由度も増える）努力を求めることが最善であると思いました。

非常に正しいです。結局測定回数が算出した不確かさの正しさに大きく影響を与えます。上記規定も、出来るだけ自由度を9以上確保しましょう、というものだと考えてください。