

標準研究連絡委員会報告

「計測の不確かさの表現等について」

平成6年3月25日

日本学会議

標準研究連絡委員会

この報告は、第15期日本学術会議標準研究連絡委員会の審議結果を取りまとめて発表するものである。

委員長 岡村 総吾（第5部会員、東京電機大学長）
幹事 栗田 良春（工業技術院計量研究所長）
富山 朔太郎（電子技術総合研究所長）
委員 飯塚 幸三（株式会社クボタ専務取締役）
菅野 允（玉川大学工学部教授）
高良 和武（高エネルギー加速器科学研究奨励会常務理事）
佐分利 義和（アンリツ株式会社研究所長）
霜田 光一（東京大学名誉教授）
信貴 豊一郎（岡山理科大学理学部教授）
森 英夫（三菱電機株式会社顧問）
森村 正直（株式会社テラテック常務取締役）
山崎 弘郎（株式会社横河電機顧問）

は　じ　め　に

1993年の後半に、計量計測に関する二つの国際文書が国際標準化機構（ISO）より刊行された。「計測の不確かさの表現」に関するものと「計量の基本用語」に関するものである。いずれの文書もISO, IEC, BIPM及びOIMLの4機関より指名された計量計測の専門家からなる作業グループ（Technical Advisory Group on Metrology: ISO/TAG4）で原案が作成され、これら4機関のほかに、IUPAC, IUPAP, IFCCを加えた7国際機関（邦名称は下に示した通りである。）の共同作業の成果として刊行された。これら二つの文書は、計量計測に携わる人々にとって基本的かつ重要な内容を含んでいる。

特に計測の不確かさについては従来、その表現法のアルゴリズムが確立していなかったため、測定データの活用において種々の混乱と誤解があった。本文書は精密計測の専門家による体系化の成果であり、数量的知識の生産、伝達、利用に関係する分野で広く活用されることが望まれる。

このような事項に関して標準研究連絡委員会では、この刊行が国際社会の中で我が国の計量計測の研究を一層充実・発展させるために極めて意義深いものであるという認識に立ち、二つの文書を日本国内に周知させる目的で本件報告書を作成した。現在、計量関係の団体を中心に翻訳作業が計画されているので、いずれ定訳版が発行されると思われるが、ここではこれら文書の概要と目次までを紹介したい。

なお、用語の訳は仮のものとしてご了解いただきたい。二つの文書の英語版は（財）日本規格協会で購入できる。

国際機関の略称

- B I P M : 国際度量衡局
- I E C : 国際電気標準会議
- I F C C : 国際臨床化学連合
- I S O : 国際標準化機構
- I U P A C : 国際純正応用化学連合
- I U P A P : 国際純粹応用物理学連合
- O I M L : 国際法定計量機関

平成6年3月

標準研究連絡委員会

委員長 岡村 総吾

国際文書の内容

I. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (101 pages)

[計測における不確かさの表現の手引書：仮訳]

1981年の国際度量衡委員会(CIPM)の勧告に基づいて、ISO/TAG4が長年の作業のもとに完成させた「計測の不確かさの表現」に関する重要な指針である。国内では、不確かさに関する規格が存在せず、分野間での整合性が保たれていない。このままでは混乱を招きかねない状況にある。一方、この不確かさに関しては、種々の分野において国際的統一を図ろうとする機運にあり、我が国の新しい計量法のトレーサビリティ制度とも深く関係するので、この機会に本文書の日本語への定訳版を完成させて広い分野への活用を図ることが強く求められている。

TAG4の目指したところは、精密計測・標準化・校正・試験所の認定・測定サービスにおいて、不確かさの表現のルールを示すことにあり、如何にして不確かさを評価したかの情報を提供したり、測定結果の国際比較における基盤を提供する場合に活用しなければならない。

ここでの不確かさに関する概念は次のとおりである（注1）。

- 1) 測定結果を、「真の値の推定値」及び「真の値が存在する範囲の推定値」の両方で表すことにする。
- 2) 不確かさの成分を推定の方法によって、次のように二つのカテゴリー分類する（注2）。
 - Type A： 統計的な方法によって評価される成分。(Type A evaluation)
 - Type B： その他の方法によって評価される成分。(Type B evaluation)なお、これらは従来の偶然誤差と系統誤差の分類と単純には対応しないとしている。
- 3) 個々の不確かさの成分をタイプごとに分類して、それぞれの大きさを標準不確かさ：standard uncertainty（通常は標準偏差、または近似的な標準偏差で表す）として推定する。
- 4) 上記3)で求めた成分の二乗和を計算して合成し、その平方根を合成標準不確かさ（combined standard uncertainty）とする（注3）。
- 5) 拡張不確かさ（expanded uncertainty）を、合成標準不確かさのK倍として求める。ここでKは、保証係数（coverage factor）であり、信頼水準に応じて選択するが、通常は2または3を採用する。

(注1) ここに示す注(1)～(3)は、

①1981年の国際度量衡委員会(CIPM)の勧告の基になった「不確かさの表現に関する作業部会」がCIPMへ提出した勧告:INC-1(1980)

②B.N.Taylor and C.E. Kuyatt: "Guidelines for Evaluating and Expressing the Uncertainty of NIST Measurement Results", NIST Technical Note 1297

③ISO 3534-1, 1993 を参照した。

ここに示した不確かさの概念では、測定値への補正は測定者の知識の最善を尽くして行われているものと仮定している。

(注2) タイプAには、例えば、測定機関、測定者、測定器、測定時期等の違いによって生じた不確かさなどがある。タイプAでは、統計処理のプロセス自体には客観性があるものの、データ解析に利用できる統計的手法の選択には主観性があるので絶対的なものではない。したがってタイプAとBとの間の区分は必ずしも明瞭ではなく、実際的なものである。INC-1(1980)ではこのような状況を指して、「我々の知識の欠如により、いわゆる“系統的”不確かさはそれらが事実上偶然的性質を有するかのようにも振る舞うという結論に至っている。もし、十分な時間(または予算)及び他の方法(または異なる装置)があれば、確率的性質が明らかにされるであろうが、こうした便法がない以上、種々の寄与が付加的(偶然的)不確かさのように見える。……」と述べている。

タイプBの代表例として、次のようなものが考えられる。

- a) 前に自分が測定したデータ
- b) 測定に関与した測定器等の特性に関する経験や常識
- c) メーカーが示している計測器等の特性
- d) 計測器等の校正時に用いたデータ
- e) 他の報告書等を参照したデータ
- f) ハンドブックを参照したデータに付された不確かさ

測定結果の評価の根拠を明確にするために、タイプAとBの区分は、「不確かさ要因の一覧表」などを使って、測定者が報告書に明記すべき事項である。

(注3) 「タイプAとBは考察するプロセスは異なるが、最終的な不確かさの評価では形式的に同等に扱う」という割り切った考え方を採用している点に特徴がある。

II. International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology(59 pages)

[国際計量基本用語集：仮訳]

1984年に発行されたものの改訂版である。初版については、日本語版が日本計量協

会内の委員会から1987年に報告書として出されている。今回の改訂版（第2版）は、初版に比べて大幅な変更はないが、関連する国際機関が4から7に増えて一層の整合性が確保されたものと考えられる。

具体的には個々の用語が、次の6項目に分類され定義されている。

- 1) 量と単位： 基本量、組立量、(測定)単位、(量の)真の値、国際単位系、など
- 2) 測定： 測定、計測・計量、測定原理、測定法、測定量、など
- 3) 測定結果： 指示、繰返し性、再現性、測定の不確かさ、偶然誤差、系統誤差、など
- 4) 測定器： 測定システム、指示計器、記録計器、センサ、目盛、など
- 5) 測定器の特性： 公称値、標準条件、応答特性、感度、分解能、安定性、など
- 6) 測定標準： 一次標準、二次標準、国家標準、実用標準、校正、標準物質、など

国際文書の目次

I. 計測における不確かさの表現の手引書：仮訳

(Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement)

・序文 (Foreword)

0. 緒言 (Introduction)

1. 適用範囲 (Scope)

2. 定義 (Definitions)

3. 基本概念 (Basic concepts)

4. 標準不確かさの評価 (Evaluating standard uncertainty)

5. 合成標準不確かさの評価 (Determining combined standard uncertainty)

6. 拡張不確かさの決定 (Determining expanded uncertainty)

7. 不確かさの報告 (Reporting uncertainty)

8. 不確かさの評価と表現方法のまとめ

(Summary of procedure for evaluating and expressing uncertainty)

・付録 (Annex)

A. 作業部会及びCIPMの勧告(INC-1(1980))

B. 一般計測用語(VIM)

C. 基礎統計用語と概念 (ISO 3534-1)

D. “真”の値, 誤差及び不確かさ

E. 勧告 INC-1 (1980) の動機と基礎

F. 不確かさの成分の評価のための実際的手引

G. 自由度と信頼水準

H. 事例

H1 端度器の校正

H2 抵抗とリアクタンスの同時測定

H3 温度計の校正

H4 放射能測定

H5 分散分析

H6 参照尺度による測定：硬さ

J. 主な記号

K. 参考文献

・索引（アルファベット順）

II. 国際計量基本用語集：仮訳

(International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology)

・序文（第1版に対する）

・序文（第2版に対する）

・説明文 (Explanatory notes)

1. 量と単位 (Quantities and units)

2. 測定 (Measurements)

3. 測定結果 (Measurement results)

4. 測定器 (Measuring instruments)

5. 測定器の特性 (Characteristics of measuring instruments)

6. 測定標準 (Measurement standards, etalons)

・参考文献

・（英語）索引

・（仏語）索引