

# 不確かさにまつわる国内外の動き

産業技術総合研究所 計量標準総合センター  
田中秀幸

# JCGMについて

- Joint Committee for Guide in Metrology (計量ガイドに関する合同委員会)の略
- ワーキンググループ1 (WG1) がGUM、WG2 がVIMのメンテナンスを担当する。
- メンバー・・・BIPM (計量)、IEC (標準化)、IFCC (臨床)、ILAC (試験所認定)、ISO (標準化)、IUPAC (化学)、IUPAP (物理)、OIML (法定計量)からの代表をWGに各3名まで出すことができる。

# JCGM WG1について

**Dr Walter Bich**

ISO (INRIM, イタリア)

**Dr Olha Bodnar**

IUPAC (Örebro  
University School of  
Business, スウェーデン)

**Prof. Maurice Cox**

BIPM (NPM, イギリス)

**Dr Charles D. Ehrlich**

OIML (NIST, アメリカ)

**Dr Stephen Ellison**

IUPAC (LGC, イギリス)

**Dr Clemens Elster**

IUPAP (PTB, ドイツ)

**Dr W. Tyler Estler**

BIPM (NIST, アメリカ)

**Dr Nicolas Fischer**

IEC (LNE, フランス)

**Dr Juris Meija**

IUPAC (NRC, カナダ)

**Mr Luis Mussio**

OIML (OIML, フランス)

**Dr Lars Nielsen**

BIPM (DFM, デンマーク)

**Prof. Leslie R. Pendrill**

ILAC (RISE, スウェーデン)

**Dr Antonio Possolo**

IEC (NIST, アメリカ)

**Prof. Nick M. Ridler**

IEC (NPL, イギリス)

**Dr Eric Shirley**

IUPAP (NIST, アメリカ)

**Mr Steve Sidney**

ILAC (LNA, 南アフリカ)

**Dr Hideyuki Tanaka**

OIML (NMIJ, 日本)

**Dr Adriaan van der Veen**

ISO (VSL, オランダ)

**Prof. Graham H. White**

IFCC (Flinders University,  
オーストラリア)

**Dr Carine Michotte**

セクレタリ (BIPM, フランス)



Web会議の様子

# これまでのJCGM—WG1(1)

- 2008年GUMがISO Guide化される。  
JCGM101(モンテカルロ法を用いた分布の伝播)を公開。
- 2009年にJCGM 104(GUM関連文書イントロダクション文書)を公開。
- 2011年にJCGM 102(多変量出力量への拡張)を公開。
- 2012年にJCGM 106(適合性評価での不確かさの役割)を公開。

# これまでのJCGM—WG1(2)

- これまでに公開してきたGUM関連文書は主にベイズ統計を基に構築されている。(モンテカルロ法を用いる際のタイプA評価を行った要因に対する確率分布の割り当てと適合性評価文書)・・・外部不整合
- GUM内でタイプA評価された要因とタイプB評価された要因で確率の意味が異なる。・・・内部不整合
- これらの不整合を是正するためGUMの全面的改正の作業を開始する。

# これまでのJCGM—WG1(3)

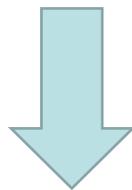
- 2014年12月にGUM改定版ドラフトが完成し、JCGM参加機関に回付。そこから各国関連各所に更に回付され、2014年4月上旬までにコメントを募集。(同時にそれに対応した事例集も回付)
- 内容の中心は、これまでのGUMのタイプA評価部分をベイズ統計に置き換え。
- 905件(事例集も合わせると1073件)のコメントが集まり、そのほとんどが改定にネガティブなもの。

**GUM改定は完全に頓挫する。**

# これまでのJCGM—WG1(4)

2015年には、GUMのユーザーズコミュニティが改定の必要性を納得するまでは新しいドラフトを回付することを行わないことを決定。

そして、今後のGUM関連文書に対する新しい文書体系をどのようにするかを議論。



**New Perspective for the GUMの誕生！**

# New Perspective for the GUM (1)

New Perspective for the GUMとは？  
→GUM関連文書の新しい文書構成

これまでの  
文書構成

GUM

不確かさに関する  
トップの文書

Suppl. 1

Suppl. 2

Introduction  
Document

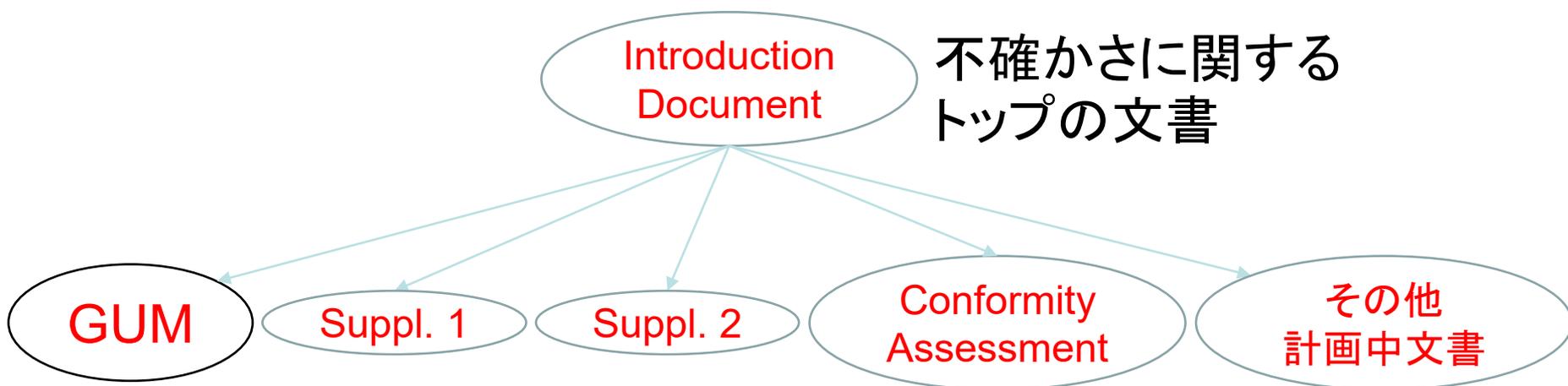
Conformity  
Assessment

Supplementと呼ばれるGUM補足文書

GUM関連文書

# New Perspective for the GUM (2)

## New Perspective for the GUMの文書構成



このように、全ての文書を横並びとする。そして、Introduction Documentをトップに据えて、この文書を読むことで、適切な文書を選択することができるようにする。

これによって、GUMも保持され、新しい文書を使うこともできる。

# New Perspective for the GUM (3)

JCGM親委員会でもGUM NPへの移行は承認され、  
今後はGUM NPの体制の下で文書を作成すること  
なった。

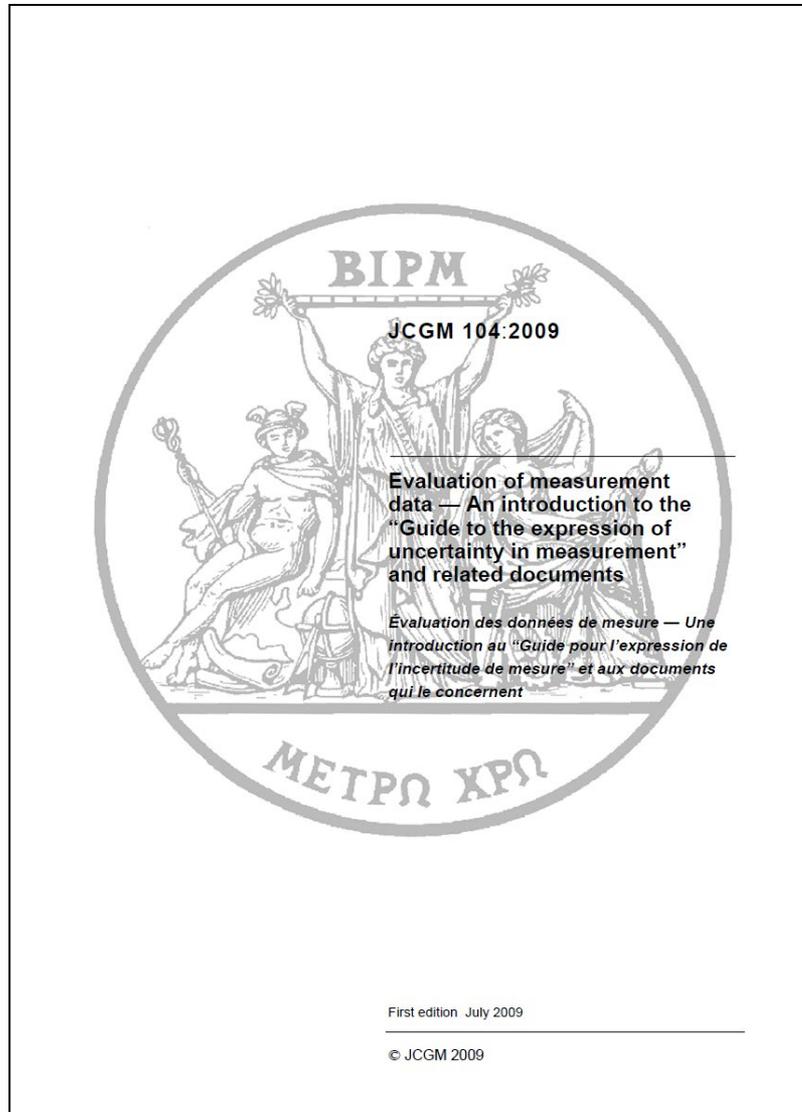
GUM NP体制への移行による、事業者への影響  
→GUMは今後も存在するため、不確かさ評価はこれ  
までのGUMに則ったものでよいので、変更はない。  
→必要に応じて他の文書を用いてもよい。ただし、試  
験所認定に用いる場合は注意は必要。

# GUM NPの文書一覧

Part 1	Introduction	(revised JCGM 104)
Part 2	Concepts	(ex JCGM 105)
Part 3	Current 'grandfathered' GUM	(ex JCGM 100)
Part 4	Role of measurement uncertainty in conformity assessment	(ex JCGM 106)
Part 5	Examples of uncertainty evaluation	(ex JCGM 110)
Part 6	Developing and using measurement models	(ex JCGM 103)
Part 7	Propagation of distributions using a Monte Carlo method	(ex JCGM 101)
Part 8	Extension to any number of output quantities	(ex JCGM 102)
Part 9	Statistical models and data analysis for interlaboratory studies	(ex JCGM 109)
Part 10	Least squares methods	(ex JCGM 107)
Part 11	Bayesian methods	(ex JCGM 108)
Part 12	Basic method for uncertainty propagation	

水色は作成中、赤は発行済み、黒は予定のみ

# JCGM-GUM 1 (JCGM 104)



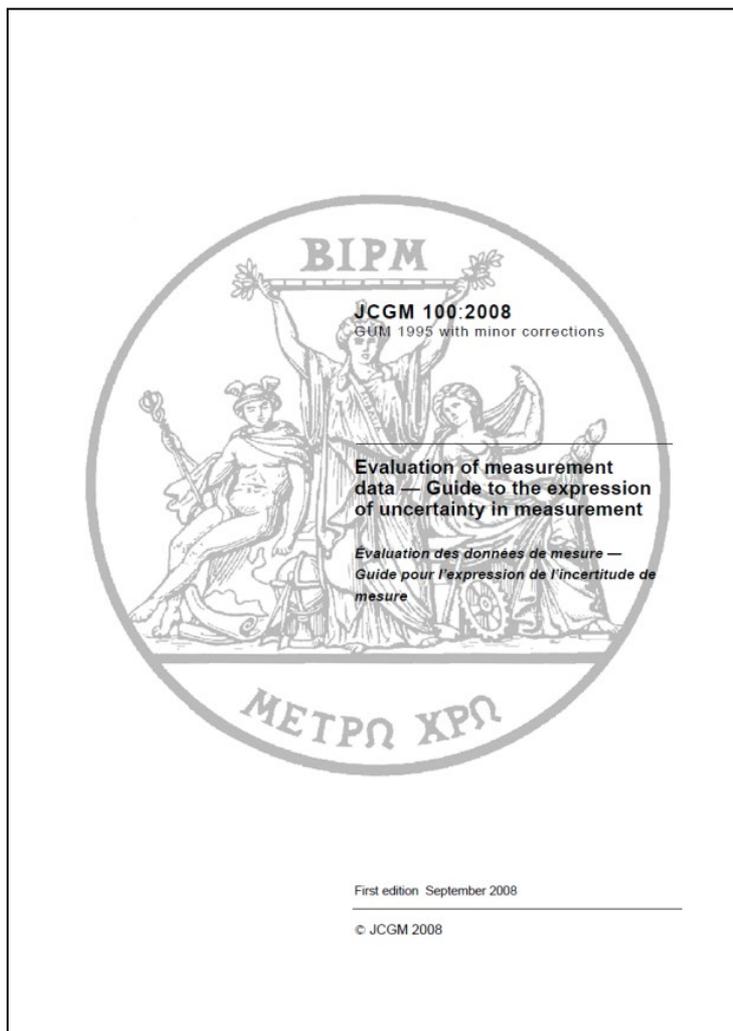
- GUM関連の概要紹介文書。
- このGUM関連の文書シリーズにどのようなことが載っているのかについて解説。
- New Perspective for the GUM対応で，見直し作業中。

# JCGM-GUM 2

Now Printing

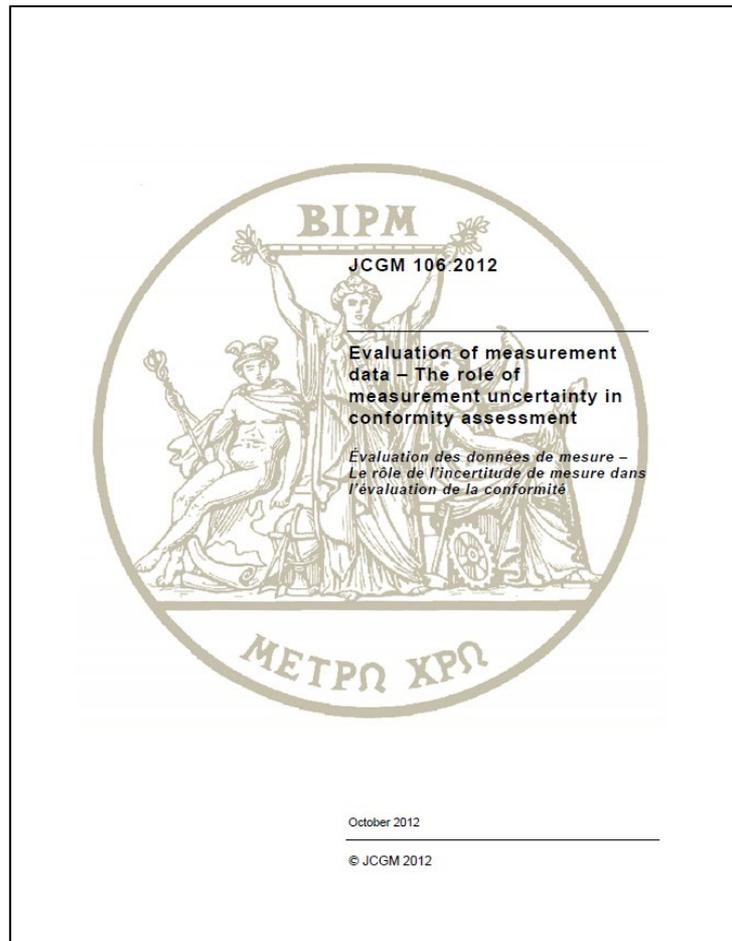
- GUMの理論的背景紹介文書。
- 現在, Introductionドキュメントと一緒に作成中。
- 若干方向性がまとまらず、作業が遅延している。

# JCGM-GUM 3 (JCGM 100)



- GUM本体。
- GUM本体は今後も残り続けることが決定。

# JCGM-GUM 4 (JCGM 106)



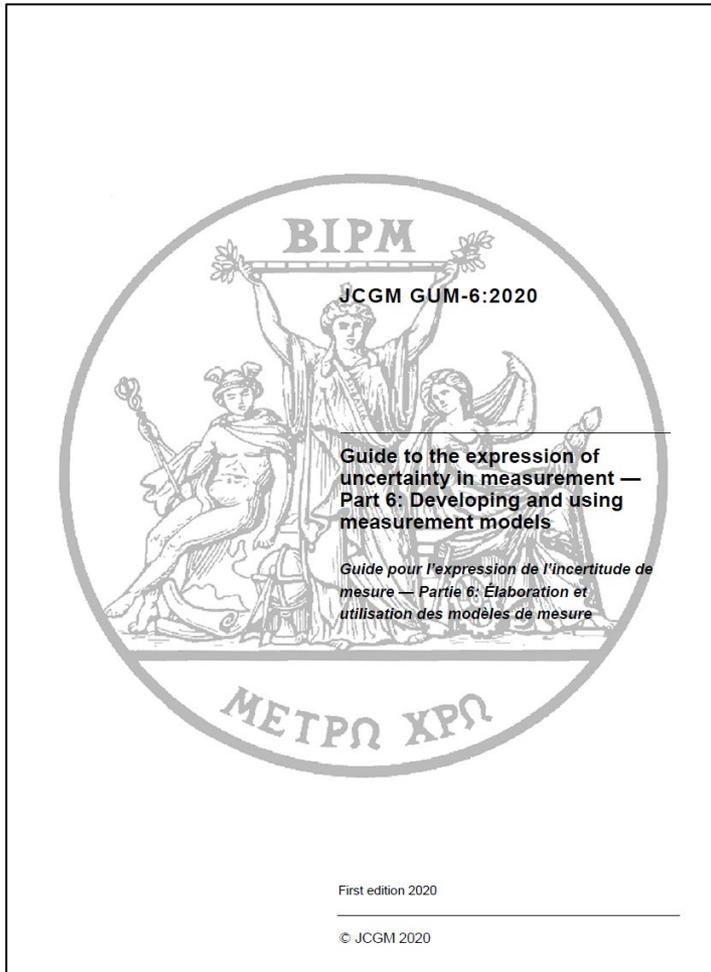
- 適合性評価での不確かさの役割の解説文書。
- 合否判定を行う際, どのように不確かさを考慮すればよいのかについての解説。
- ベイズ統計を基にした記述が中心
- 最近、単一の商品にて、複数の測定を行うもの、更に複数の商品で、複数の測定を行うものに対するリスクの研究が行われているようだ。

# JCGM-GUM 5

Now Printing

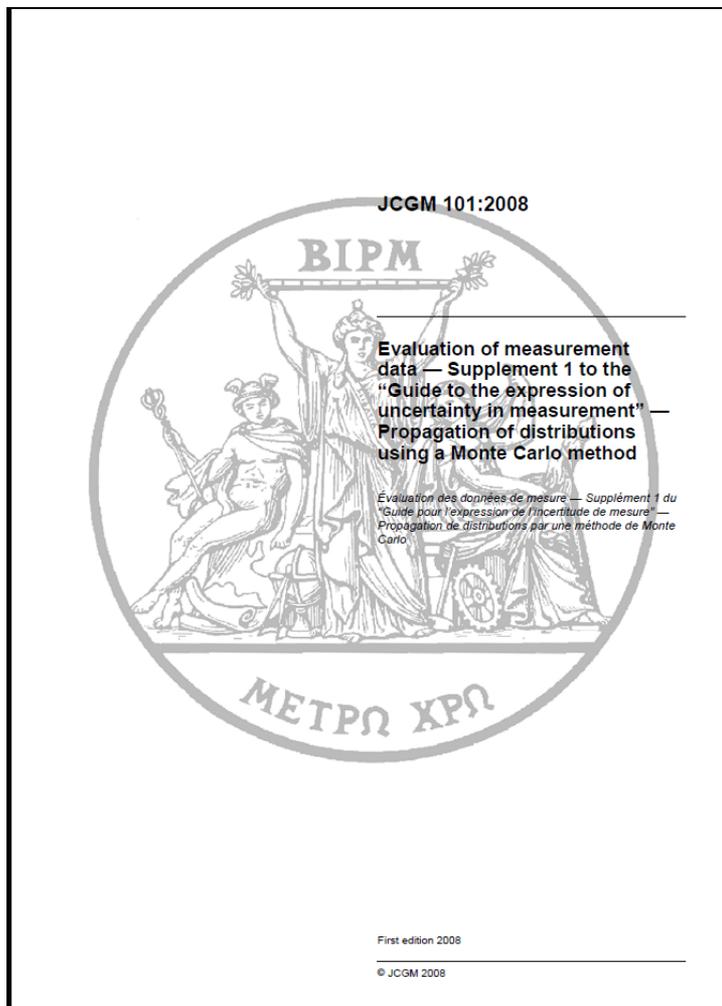
- 不確かさ評価事例集
- ヨーロッパでの研究プロジェクトが作成した事例が中心となる予定。
- 日本からも事例を提供。
- 後で詳しく説明

# JCGM-GUM 6



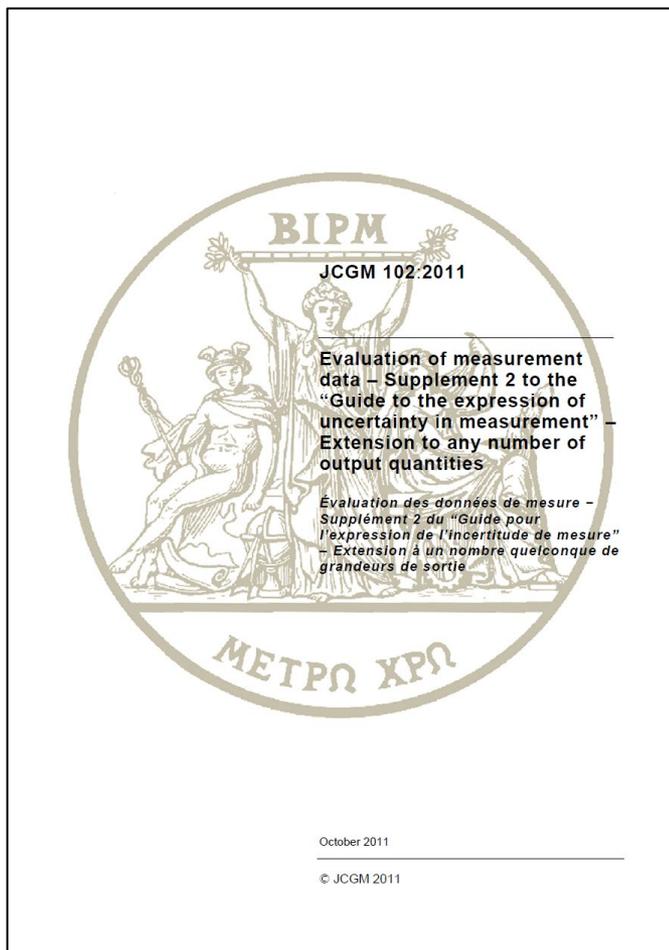
- 測定モデルについて。
- JCGM103のモデル式の構築と使用についての文書。
- 2020年に公開されたもので、GUM New Perspectiveに対応した初めての文書。

# JCGM-GUM 7 (JCGM 101)



- モンテカルロ法による分布の伝播の計算。
- 2008年に発行。
- タイプAの不確かさに関する取扱いがベイズ統計を基にしたものになっている。

# JCGM-GUM 8 (JCGM 102)



- 多数の出力量(入力量が複数, 出力量も複数のとき)への対応。
- 交流などの出力がベクトル量になる場合を扱うときの指針。
- 不確かさの伝播側を用いた旧来の手法とともに、モンテカルロ法を用いた手法も記載されている。

# JCGM-GUM 9

Now Printing

- 試験所間比較での統計的手法について。
- 試験所認定における技能試験の統計的手法については対象外で、国際比較がメイン
- 国際比較を運用している各量担当との意見すり合わせが必要なため現在作業停止中。

# JCGM-GUM 10

Now Printing

- 最小二乗法を用いたときの不確かさ評価法について。
- 現在，作成中。ただ他の文書を優先していて、あまり進んでいない。

# JCGM-GUM 11

Now Printing

- ベイズ統計を用いた不確かさ評価法について。
- GUMの改定案に会ったような一部使用ではなく、フルベイズと呼ばれるすべてにベイズ統計を用いた手法。
- まだ作業は行われていない。

# JCGM-GUM 12

Now Printing

- GUM改定案にあった不確かさ評価法。
- GUMを改定しない代わりに、関連文書として出そうとしている。
- まだ作業は行われていない。

# 最近のJCGM WG1での議論

- JCGM GUM-1の編集
  - JCGM GUM-7,8をGUM NPに合わせるためのマイナーな変更について
  - JCGM GUM-5に関する議論
  - VIM4ドラフト版について
  - 計測のDigital Transformation
- コロナのため対面審議ができず、議事が滞っている。  
(対面審議:火～金、9時-18時、Web会議:火～金、21時-24時)

# VIM4ドラフト版について

## 先行文書

Vocabulary on nominal property, examination, and related concepts for clinical laboratory sciences (IFCC-IUPAC Recommendations 2017)

DNA配列などの名義的性質に関する検査を多く抱えていた、IUPAC(化学)とIFCC(臨床)が共同で、用語集を出している。VIMはこれを基本として用語を取り入れることになった。

# JCGM GUM-1の編集

- ある程度の完成度のものが出来上がってきた。
- GUMという用語が何を差すのかがあいまいになっているので、それを整理する。(GUM NPなのか、これまでのGUMのことか、GUM関連文書すべてを表すのか…)
- 不確かさの解説などはなく、あくまでも各文書の紹介であって、読者が行いたいことを達成するにはどの文書を選べばよいかを示すガイド。

# JCGM GUM-7,8マイナー改定

## JCGM親委員会への報告

JCGM GUM-7:202X 計測における不確かさの表現ガイド-第7部:モンテカルロ法による分布の伝播。これは、旧JCGM 101:2008 Supplement 1 to the GUMの新名称です。WG1 は、最近の関連する科学的研究に照らして軽微な技術的修正を行った後、GUM NP内で再出版を進めることを決定しました。JCGM GUM-8と合わせて、この文書の改訂を行うためにサブグループが設立されました。

軽微な修正を行った後、JCGM GUM-7,8 として、モンテカルロ法、多数の出力量の場合を取り扱った文書を発行する予定。

# JCGM GUM-5に関する議論

## JCGM GUM-5は不確かさ評価事例集

### 議論

・事例集については、これまでの他の文書のように、改定する際に文書を回付し、コメントを求め、コメント対応し、発行する、という流れでは時間がかかりすぎる。

→事例集については事例を追加するだけであれば、JCGM WG1内の査読によるだけで追加できるようにし、更に電子媒体をメインにすべきではないか。

この流れに関してはJCGM親委員会でも承認され、事例追加に関してはメンバーへの通知のみとなった。

# JCGM GUM-5に関する議論

最初のバージョンについて

- ・すでに出来上がっている事例集から事例をもらうということに決定。

元となる事例集

- ・以前のGUM改定の際に作成した事例集のドラフト（JCGM 110ドラフト）

- ・EMUEプロジェクト

[http://empir.npl.co.uk/emue/wp-content/uploads/sites/49/2021/07/Compendium\\_M36.pdf](http://empir.npl.co.uk/emue/wp-content/uploads/sites/49/2021/07/Compendium_M36.pdf)

# JCGM GUM-5に関する議論

## 元となる事例集

- ・NIST Technical Note 1900 Simple Guide for Evaluating and Expressing the Uncertainty of NIST Measurement Results

<https://www.nist.gov/publications/simple-guide-evaluating-and-expressing-uncertainty-nist-measurement-results>

- ・Possolo & Meija(2020) Measurement Uncertainty: a Reintroduction.

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=1bfd93be-dba3-42ee-b1c8-180dcd3b3c61>

# JCGM GUM-5に関する議論

日本からの貢献

シスメックス(株)様が不確かさクラブ事例研究会にて作成した事例をご厚意によりブラッシュアップし、英文に訳したものをすでに1件提出済み。

Evaluation of Measurement Uncertainty of the Reference Measurement Procedure for Erythrocyte Enumeration

(赤血球計数基準測定法の測定不確かさの評価)

ただし、本事例を含むかどうかの判断は前述の事例の取捨選択後に行われることになるだろう。

このような新規事例を追加するためのスキームが固まれば、もう1件日本から事例を提出する予定。

# VIM4ドラフト版について

## VIM改定の必要性

- ・名義的性質についての用語を含めなければならない。

## 名義的性質を理解するための尺度論

比例尺度・・・量の値の加減乗除に意味がある尺度。一般的な測定対象量は比例尺度である。

例：長さ・・・3 mの倍は6 m。1 mと4 mの差は3 m。これは、5 mと2 m差と等しい。

# VIM4ドラフト版について

間隔尺度・・・量の値の和・差には意味があるが比には意味がない尺度。

例：セルシウス度・・・ $40^{\circ}\text{C}$ と $30^{\circ}\text{C}$ の差は $10^{\circ}\text{C}$ 。これは $60^{\circ}\text{C}$ と $50^{\circ}\text{C}$ の差と等しい。しかし、 $30^{\circ}\text{C}$ の倍の温度は $60^{\circ}\text{C}$ という計算に意味がない。

順序尺度・・・量の値の加減乗除すべてに意味はなく、順番のみ意味がある尺度。

例：震度・・・震度3の倍が震度6とも言えないし、震度3と震度2の差が震度6と震度5の差と等しいとも言えない。しかし数字が大きくなるにつれて揺れが大きくなる。

# VIM4ドラフト版について

名義的性質（名義尺度）・・・単なるカテゴリー分け。数字で表されることもあるが、その数字に意味はない。

例：ABO式血液型、DNA配列、危険物取扱者（乙種1, 2, 3, 4, 5, 6類）

最近このような名義的性質を決定するような検査が行われることも多く、その名義的性質に関する用語があまり整理されていない、ということで、用語集の発行が待たれていた。

# VIM4ドラフト版について

## 先行文書

Vocabulary on nominal property, examination, and related concepts for clinical laboratory sciences (IFCC-IUPAC Recommendations 2017)

DNA配列などの名義的性質に関する検査を多く抱えていた、IUPAC(化学)とIFCC(臨床)が共同で、用語集を出している。VIMはこれを基本として用語を取り入れることになった。

# VIM4ドラフト版について

## ドラフト版に対する反応について

一番の問題は、測定して値を得るための行為は”Measurement”だが、名義的性質を知るための行為は”Examination”とした。しかしExaminationは他のところで、異なる意味で用いられていることもあるらしい。よって、更に違う用語にすべきという意見や、Measurementの意味を拡大して名義的性質でも使用すべき、MeasurementとExaminationを合わせた新しい用語を作るべき、など非常に混乱が起きている。

# 計測のDigital Transformation

2021年2月22日～26日にかけて、  
The International System of Units (SI) in  
FAIR digital data

がBIPM主催でWeb上で開催されました。

JCGM WG1でも議題に上がる。

[https://www.youtube.com/playlist?list=PL-vj-3\\_a7wTAWOM2C3ecGyncQTMz9B-gl](https://www.youtube.com/playlist?list=PL-vj-3_a7wTAWOM2C3ecGyncQTMz9B-gl)

にて、全動画が公開されています。

# 計測のDigital Transformation

- Digital SI: SIを機械可読にするプロジェクト。  
測定に関する情報をxml形式で表記する。

例: 測定結果  $20.1\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $k=2$ , 信頼の水準95 %)

```
<si:real>  
  <si:label>temperature</si:label>  
  <si:value>20.1/si:value>  
  <si:unit>\degreecelsius</si:unit>  
  <si:expandedUnc>  
    <si:uncertainty>0.5</si:uncertainty>  
    <si:coverageFactor>2</si:coverageFactor>  
    <si:coverageProbability>0.95</si:coverageProbability>  
    <si:distribution>normal</si:distribution>  
  </si:expandedUnc>  
</si:real>
```

SmartCom, Digital System of Units Digital Calibration Certificate DCC – XML Schema , DOI: 10.5281/zenodo.3522631, pp9-10, 2019.

# 計測のDigital Transformation

更に発展して、デジタル校正証明書(DCC)

単なる紙の校正証明書の  
電子化ではない！

校正証明書を機械可読にする。  
つまり、データが変更されたら、  
校正証明書の内容も書き換わり、  
それに付随する校正証明書  
もすべて書き換わる。

DCCの実現  
に必要なこと

情報のフォーマット  
データ転送  
暗号化  
認証  
電子署名  
...

# 計測のDigital Transformation

## SmartComでのデジタル校正証明書(DCC)

1.管理層(Administrative shell)

必須の管理情報

2.校正結果(Calibration result)

Digital SI形式で表記された  
測定結果や校正情報

3.個別情報(Individual information)

図表等の顧客が要求する典型的な  
任意情報

4.任意添付(Optional attachment)

PDF形式などのこれまでのアナログ  
校正証明書等

DCC

# 最後に

- GUM NPに移行し、これまでの不確かさ評価は保持されます。
- Introduction Document、Exampleの順で公開されることになりそうです。
- VIM4は名義的性質の用語に関しての統一がいかに関われるかが注目です。(日本語訳も考えておいたほうがいいかもしれません。)
- 計測のDX対応が始まりつつあります。
- 議事が滞っているので、開催が年3回になりました。9月に追加分が行われます。