

技術ノート

抵抗測定用不確かさ評価手法の開発

水野裕正\*1) 尾出 順\*1) 沼知朋之\*2) 遠藤 忠\*2)

Evaluation of Uncertainty of the Resistance Measurement

Hiromasa MIZUNO, Jun ODE, Tomoyuki NUMACHI and Tadashi ENDO

1. はじめに

産業のグローバル化により同一企業でも生産設備が世界中に散らばりを見せており,品質管理の技術的根幹である計測手法及び結果表示の国際規格準拠が要求されてきている。

ISO 17025 (校正事業者,認定事業者が認定を受けるための管理・運営能力規格)及び GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) に準拠した抵抗測定用不確かさ評価手法を開発し,システム化を図った。基準抵抗器 1Ω を用いて本システムの性能を評価した。

2. 抵抗測定用不確かさ評価システムの開発

抵抗測定用不確かさ評価システムの測定用ソフトウェアは, GUM に基づく不確かさ評価方法に準拠して作成した。GUM の不確かさ評価方法の手順を図 1 に示す。図 1 で特に重要なことは,「全ての不確かさ要因(誤差要因)の列挙」とその「測定モデル化(数式での表現)」である。測定用ソフトウェアは,不確かさ要因の各項目を数式で表示し,測定前に必要な要因を画面上で選択できる。測定原理を図 2 に示す。基準抵抗器と被測定抵抗器を切り替えて,各抵抗値を DMM(デジタルマルチメータ)で測定し,抵抗比を求める。得られた抵抗比と基準抵抗器の校正値から被測定抵抗器の抵抗値を求める。抵抗測定用不確かさ評価システムの構成を図 3 に示す。USB-デジタル出力インターフェースは,基準抵抗器と被測定抵抗器との測定の切り替えを行う。USB-GP-IB インターフェースは,DMM で測定された基準抵抗器と被測定抵抗器の測定値をコンピュータに転送を行う。転送した測定値から「GUM に基づく不確かさ評価」,「不確かさバジェット表の作成」,「校正報告書(証明書)の作成」の順でデータ処理する。

2.1 抵抗測定

測定に使用した基準抵抗器は当所の特定二次標準器



図 1 GUM に基づく不確かさ評価方法

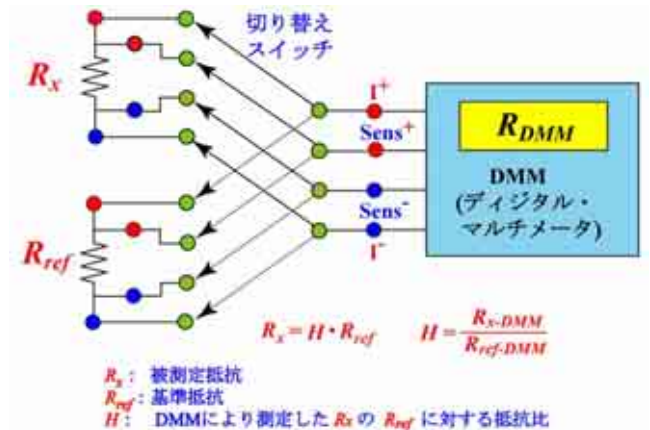


図 2 測定原理

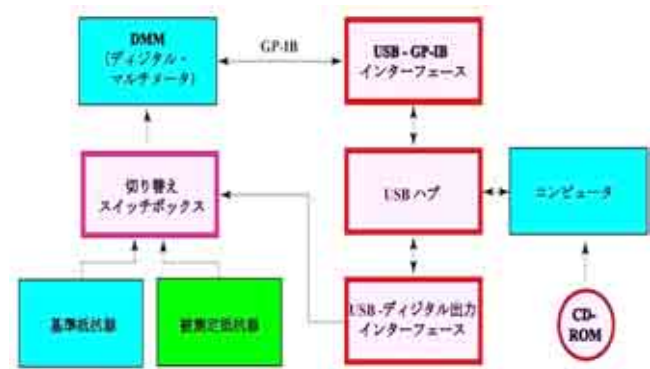


図 3 抵抗測定用不確かさ評価システムの構成

\*1) 技術試験室 \*2) MTA ジャパン(株)

1Ωである。特定二次標準器 1Ωは年に1回日本電気計器検定所の特定副標準器により 2.5ppm(2σ)の不確かさで校正されている。

実験は、抵抗測定用不確かさ評価システムを用い、基準抵抗器 1Ωと被測定抵抗器 1Ωとを繰り返し測定し、不確かさ評価を行った。不確かさ評価の基準とするため基準抵抗器 1Ωと被測定抵抗器 1Ωの精密な抵抗測定が可能な抵抗測定ブリッジで測定し不確かさ評価を行う。また、同じ 1Ωの測定をほぼ同等の性能を持つ 3 台の DMM (DMM1,DMM2,DMM3) を使用して各 DMM の抵抗比を比較して、開発した抵抗測定用不確かさ評価システムの性能について検討した。

### 3. 結果

本研究で開発した抵抗測定用不確かさ評価システムを使用して、基準抵抗器 1Ωと被測定抵抗器 1Ωの測定のバジェット表を表 1 に示す。分類 A の測定値のばらつきは 1.37ppm であった。分類 B の不確かさデータは、今回使用した機器類の全ての不確かさを個々別々に測定して事前に求めたものである。拡張不確かさは包含係数(k=2)で 3.78ppm であった。不確かさ評価の基準とするため基準抵抗器 1Ωと被測定抵抗器 1Ωを使用した抵抗測定ブリッジでの測定のバジェット表を表 2 に示す。分類 A の測定値のばらつきは 0.04ppm であった。分類 B の不確かさデータは、今回使用した機器類の全ての不確かさを個々別々に測定して事前に求めたものである。拡張不確かさは包含係数(k=2)で 2.62ppm であった。以上の測定結果を表 3 に示す。被測定抵抗器の測定値はともに 0.999999Ωであった。この不確かさ評価結果は、現在企業の要望により 1Ωの不確かさは 10ppm で標準供給していることから本抵抗測定用不確かさ評価システムは十分に有効であることが確認できた。また、抵抗測定用不確かさ評価システムを使用して 3 台の DMM で 1Ω測定を行った。3 台の DMM で測定した抵抗比の差を表 4 に示す。DMM1 と DMM2 の差は 0.06ppm,DMM1 と DMM3 の差は 0.04ppm,DMM2 と DMM3 の差は 0.11ppm であり、全てにおいて 1ppm 以内で抵抗比が一致していた。これは、各 DMM に測定器のかたより(測定目盛のずれ)があるが、抵抗比を用いることにより各固有の DMM の測定器のかたよりが打ち消されるために抵抗比が 1ppm 以内で一致したと考えられる。このことから抵抗比を測定する DMM の精度は測定の不確かさの要因にならないことが示せた。

### 4. まとめ

今回、開発した抵抗測定用不確かさ評価システムは、DMM を用いてもブリッジ測定法とほぼ同等の不確か

表 1 抵抗測定用不確かさ評価システムの 1Ω測定のバジェット表

分類	要因	不確かさ(ppm)
A(1σ)	・測定値のばらつき	1.37
B(1σ)	(1) 標準抵抗器に起因するもの ・基準標準器の不確かさ ・経年変化 ・印加電力	1.25 0.3 0
	(2) 恒温油槽に起因するもの ・安定度	0
	(3) デジタル温度計に起因するもの ・不確かさ	0.19
標準不確かさ(1σ)		1.89
拡張不確かさ(2σ)		3.78

表 2 抵抗測定ブリッジの 1Ω測定のバジェット表

分類	要因	不確かさ(ppm)
A(1σ)	・測定値のばらつき	0.04
B(1σ)	(1) 標準抵抗器に起因するもの ・基準標準器の不確かさ ・経年変化 ・印加電力	1.25 0.3 0
	(2) 抵抗測定ブリッジに起因するもの ・直線性 ・分解能 ・試験環境	0.11 0.1 0
	(3) 恒温油槽に起因するもの ・安定度	0
	(4) デジタル温度計に起因するもの ・不確かさ	0.19
標準不確かさ(1σ)		1.31
拡張不確かさ(2σ)		2.62

表 3 1Ωの測定結果

測定法	測定値(Ω)	不確かさ(ppm)
抵抗測定用不確かさ評価システム	0.999 999	3.78
抵抗測定ブリッジ	0.999 999	2.62

表 4 1Ω測定に使用した DMM の抵抗比の差

	抵抗比の差(ppm)
DMM1-DMM2	0.06
DMM1-DMM3	0.04
DMM2-DMM3	0.11

さで抵抗測定できることが示せた。また、不確かさ評価を自動測定により求めることができることにより、抵抗測定の効率化が図れた。

### 参考文献

- 1) ISO 17025(1999).
- 2) Guide to the expression of Uncertainty in Measurement(1995).

(原稿受付 平成 17 年 8 月 3 日)