

交流抵抗標準

高い精度と国際的な信頼性を兼ね備えた電気標準

交流抵抗標準

交流抵抗標準は交流における電気抵抗の標準で、LCRメーターなどのインピーダンス測定器の校正に用いられている。インピーダンス測定器は交流回路素子等のインピーダンスを測定するための測定器であり、産業界において、あらゆる生産現場で製品の品質管理に広く用いられている。製品の品質を確保するにはインピーダンス測定器を校正することが必須であり、それには交流抵抗標準が必要不可欠である。

標準の確立

交流抵抗標準はこれまで校正事業者により10 ppmの不確かさで標準供給されていた。しかし、最近の計測機器の性能向上に伴い、産業界での計測機器ユーザーのニーズが校正事業者による供給精度を超えつつあり、より高精

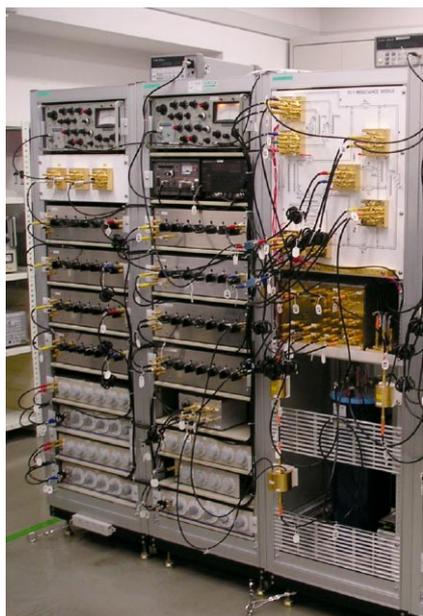


写真1 交流抵抗測定装置
交流抵抗標準の起点となる装置であり、計量法における特定標準器に指定されている。基準交流抵抗器の値付けに用いる。



図1 交流抵抗標準のトレーサビリティ体系

校正依頼品の校正値は交流抵抗測定装置(特定標準器)にトレーサブルである。産業界で広く使われているインピーダンス測定器は校正依頼品の校正値を基準に校正される。

度な校正サービスを望む声が高まってきていた。

産総研計量標準総合センター(NMIJ)ではこのような産業界からの要望に応えるため、現行の不確かさを大幅に小さくするための研究・開発に取り組み、現在までに不確かさが0.1 ppm台の交流抵抗標準の確立に成功し、標準供給を開始した。図1に交流抵抗標準のトレーサビリティ体系を示す。交流抵抗標準の起点は交流抵抗測定装置(写真1)であり、この装置は2005年4月1日付けで計量法における特定標準器に指定されている。校正依頼品は、交流抵抗測定装置により値付けされた基準交流抵抗器(写真2)を基準に、4端子対インピーダンスブリッジ(写真3)を用いて校正される。現在、NMIJでは1 kΩ ~ 100 kΩの交流抵抗器の校正サービスを提供しており、2006年度には10

Ω ~ 100 Ωの校正サービスも開始する予定である。

校正方法

NMIJでは交流抵抗標準を同軸型4端子対交流ブリッジの原理に基づいて確立した。この原理を忠実に実現すれば、漂遊容量、誘導結合、さらに測定ケーブルのインピーダンスの影響を受けないようにすることが可能になるため、特に高い精度での校正が期待できる。

この原理を忠実に実現する以外にも、不確かさを大幅に小さくするために様々な工夫をこらした。例えば基準交流抵抗器においては、NMIJで新たに設計・製作した、位相角の大きさをゼロに調整できる特殊な抵抗器を用いることで、抵抗器の位相角に起因する不確かさを小さくすることができた。また、交流抵抗測定装置と4端子対イ

写真2 基準交流抵抗器

NMIJで設計・製作した交流抵抗器。4端子対構造で、位相角を調整することができる。校正依頼品の校正時に基準として用いる。



インピーダンスブリッジを構築する上で誘導分圧器は欠かすことのできない重要な計測器であるが、NMIJに蓄積されている誘導分圧器製作ならびに分圧比校正に関する技術(参考文献[1])を活用することで、誘導分圧器に関連する不確かさを大幅に小さくすることができた。このような工夫を積み重ねることにより、交流抵抗標準の不確かさを0.1 ppm台にまで抑え込むことに成功した。

また、我々の研究により、交直差計算可能抵抗器を用いれば交流抵抗器の位相角を精度よく校正できることが明らかになっている(参考文献[2])。この研究成果を交流抵抗標準に応用することで、交流抵抗だけでなく位相角についても校正値の提供を可能にした。

国際的な信頼性の確保

近年、標準の国際的な信頼性を確保

することが重要な課題となっている。NMIJでも、交流抵抗標準の客観的信頼性を確保するため、ISO/IEC 17025に適合する品質システムの下で校正業務を実施している。また、2005年10月、(独)製品評価技術基盤機構認定センターによる品質システムの審査、ならびに海外の専門家による技術審査(ピアレ

ビュー)をうけた。これらの審査は「メートル条約のもとでの国際相互承認協定」(CIPM-MRA)の締結国に求められる手続きの一つであり、手続きに合格した標準が国際度量衡局のデータベースに登録される。交流抵抗標準の品質システム審査ならびに技術審査はどちらも問題なく終了しており、データベースへの登録がなされる見込みである。国際度量衡局のデータベースに登録されることにより、国際的にも信頼性・同等性の確認された交流抵抗標準として、校正依頼者への標準供給が可能となる。

写真3 4端子対インピーダンスブリッジ

校正依頼品の校正に使用する測定装置。校正の精度だけでなく、装置の小型化と扱いやすさも追求して設計・製作した。



関連情報

校正責任者：中村安宏（計測標準研究部門 電磁気計測科 電気標準第1研究室室長）
校正担当者：米永暁彦、堂前篤志（計測標準研究部門 電磁気計測科 電気標準第1研究室）

参考文献

- [1] 中村安宏：誘導分圧器の分圧比標準の高精度化, AIST Today, pp28, Vol.3, No.12
- [2] Yasuhiro Nakamura, Hiroyuki Fujiki : An analysis on the uncertainty of calculating the time constant of the quadrifilar reversed resistor, 産総研計量標準報告, pp341-348, Vol.3, No.3, October, 2004

計測標準研究部門（つくばセンター）

堂前 篤志

E-mail : domae-atsushi@aist.go.jp

インピーダンス標準、特に交流抵抗標準とキャパシタンス標準の開発・維持・供給に従事している。

産業界からは、インピーダンスの高周波における校正への要求が強く、また、校正可能な範囲の拡張への期待も強い。今後、品質システムに基づき既存の標準の維持・管理を適切に行いつつ、これらの要望に応えることができるよう研究・開発を進めたい。

