

ノート

標準抵抗器用エアバスの不確かさ評価

佐々木 正史*¹⁾

Uncertainty evaluation of a variable temperature air bath for standard resistors

Masashi Sasaki*¹⁾

キーワード：標準抵抗器，不確かさ，エアバス

Keywords： Standard resistor, Uncertainty, Variable temperature air bath

1. はじめに

高い精度を持つ標準抵抗器は、回路設計における回路の高精度化や温度測定における抵抗温度計などへ幅広く利用されている。近年、ISO9000s、薬事法、官公庁の入札工事など計測のトレーサビリティ確保のための校正試験への需要が拡がっており、そのニーズに対応するために都産技研ではJCSSを始めとして校正事業を行っている⁽¹⁾。そこで標準抵抗器校正における信頼性向上のために気中型標準抵抗器に用いる恒温装置としてのエアバスの不確かさ評価を行ったため、その成果を報告する。

2. 標準抵抗器

標準抵抗器は温度依存性があり、また測定時の自己加熱も存在するために安定した環境下での使用が求められる。以前より用いられてきた油浸型標準抵抗器は $\pm 2.5\sim 20$ ppm/°C程度の精度のものが流通しており、温度の安定したオイルバスに浸し、周囲環境の影響を極力抑えて利用する形が一般的だった。一方、ここ近年で普及が進んでいる気中型標準抵抗器は $\pm 0.1\sim 1$ ppm/°C程度と温度依存性が低い室温環境で使用でき非常に利便性が高い。都産技研においても標準抵抗器の校正試験の依頼品の半数は気中型標準抵抗器になってきている。

3. エアバス

油浸型標準抵抗器の試験を行う場合は、 $25\text{ °C}\pm 0.05\text{ °C}$ のオイルバスにて試験を行っており、非常に高精度であるが、溶媒として絶縁油（都産技研の場合は流動パラフィン）を用いているために取り扱いに難がある。

一方、気中型標準抵抗器の試験を行う場合には、室温環境の試験となるため取り回しも良く扱い易い。都産技研では、室温 $23\text{ °C}\pm 0.5\text{ °C}$ 、湿度 $50\% \pm 5\%$ の恒温恒湿室にて試験を行っている。しかし、オイルバスでの試験に比べ、室温環境で試験を行うと被校正器の温度差やノイズ等の影響を受けやすくなるため測定のばらつきが大きくなる。そこ

で標準抵抗器試験において安定した周囲環境とシールド機能を有しているエアバスを利用する事で不確かさの低減が図れる。導入したエアバスを図1に示す。

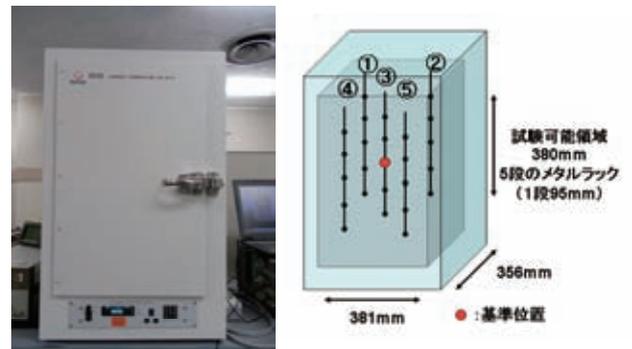


図1. エアバス概観

図2. センサー取付け位置

4. 不確かさ評価

エアバスのデータシート⁽²⁾上にスペックは記載されているため、それを用いてBタイプの不確かさとして見積もる事は可能であるが、記載されている温度分布における範囲や安定性における時間など実際使用する際の条件と異なるために都産技研での使用条件に合わせた評価を行った。

不確かさ要因として考えられるものとして安定性、再現性及び温度分布（高さ方向及び水平方向）が挙げられるためこれらについて評価を行うこととした。測定には指示計器付き抵抗温度計を用いた。安定性および再現性の評価については図2の基準位置で評価を行った。

4.1 安定性の不確かさ 一週間の連測試験（休日を除くと24時間×5日=120時間）を想定し、この間における安定性を測定した。結果を図3に示す。 $\pm 25\text{ mK}$ の安定性が得られ、120時間連続測定した時の不確かさとして標準偏差を用いて求めた。

その結果、安定性の不確かさとして 7.5 mK の結果を得た。

*¹⁾ 技術経営支援室

4. 2 再現性の不確かさ 装置の電源を切り、扉を開けて恒温室内の温度に馴染ませた状態からエアバスを運転し、内部温度を測定した。エアバス内の温度が安定状態になった時より 1 時間分の平均値を求めた。これを 5 回測定し、その結果を式 (1) を用い標準偏差を求めると、再現性の不確かさとして 2.6 mK の結果を得た。

4. 3 温度分布の不確かさ 温度分布としては、標準抵抗器を置くことが出来る全ての範囲において評価する事とした。図 2 に示すように装置正面から見て水平方向に 5 箇所とし、①,②,④,⑤はそれぞれの壁面より 50 mm の位置、③については、槽内の中心の位置とした。更に装置内部はメタルラックになっているため各段にセンサーを固定し高さ方向に 5 箇所、計 25 箇所について安定後の温度 1 時間分の平均値を求めた。

高さ方向についての結果を図 5 に水平方向の結果を図 6 に示す。以上の結果を用いて、最大値と最小値の差の半値を $\sqrt{3}$ で除した値を、温度分布 (高さ方向) の不確かさとして 32 mK、温度分布 (水平方向) の不確かさとして 140 mK を結果として得た。

5. 不確かさの合成

各要因の不確かさ評価の結果について二乗和の平方根をとり合成した。

その結果、合成標準不確かさは 0.15 K となった。また JCSS を始めとする計量法トレーサビリティ制度では信頼性の水準が 95 % となるように包含係数を 2 として拡張不確かさとする事としている。そのため本評価の結果についても拡張不確かさを求めた結果、0.30 K となった。

6. まとめ

以上、標準抵抗器用エアバスの不確かさ評価を行った結果、拡張不確かさは 0.30 K であることがわかった。その結果より気中型標準抵抗器校正に本装置を利用する事で更なる信頼性向上を実現できることが確認された。今後、本装置を活用し、校正事業を行っていく。また本評価の結果をもとにお客様のニーズに応える標準抵抗器の JCSS 校正の実現を目指す⁽³⁾。

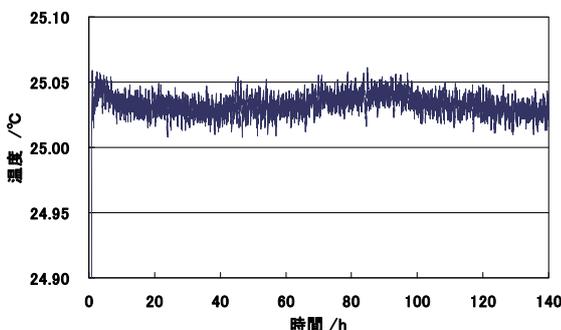


図 3. 安定性

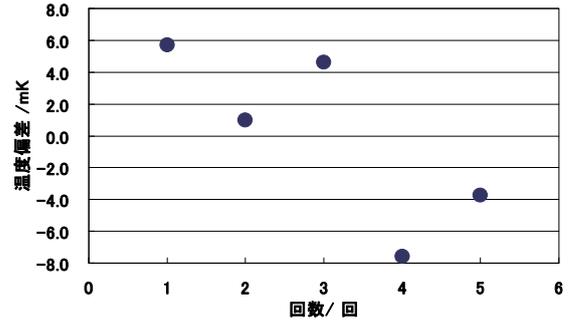


図 4. 再現性

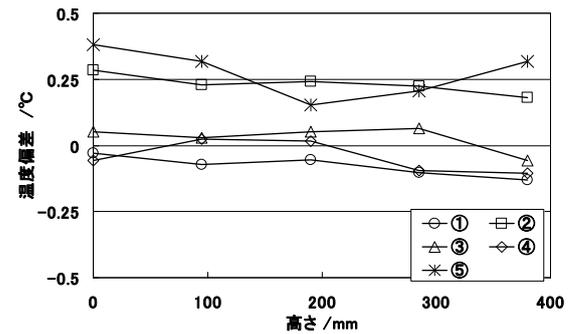


図 5. 温度分布 (高さ方向)

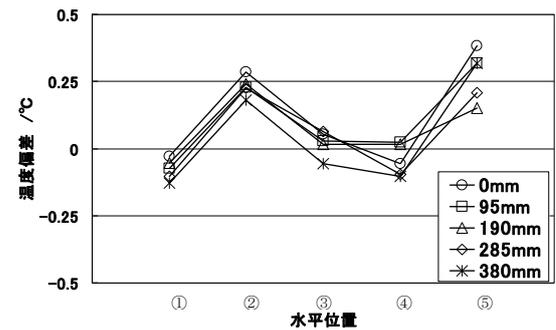


図 6. 温度分布 (水平方向)

表 1. 不確かさバジェット

不確かさ要因	標準不確かさ/mK
安定性	7.5
再現性	2.6
温度分布 (高さ方向)	32
温度分布 (水平方向)	140
合成標準不確かさ	0.15 K
拡張不確かさ	0.30 K

(平成 22 年 6 月 30 日受付, 平成 22 年 8 月 20 日再受付)

文 献

- (1) 水野裕正:「地方独立行政法人東京都立産業技術研究センターの計測管理の取り組み」,計測標準と計測管理,Vol.57,No1, pp.56-57 (2007)
- (2) Guildline 5032 データシート
- (3) 水野裕正 他:「デジタル抵抗測定装置による校正の不確かさ評価」, 地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター研究報告,第 4 号, pp.62-63 (2009)