

放射温度計の標準供給(960℃以上 2800℃以下)における 熱力学温度に基づいた校正証明書の運用について

産業技術総合研究所 計量標準総合センター(NMIJ)

産業技術総合研究所(産総研) 計量標準総合センターでは今般の国際単位系(SI)の定義改定を機に960℃以上 2800℃以下の温度域における放射温度計による標準供給について、校正証明書の記載を熱力学温度に基づく値に変更いたします。具体的には、産総研の管理する特定標準器「温度定点群実現装置」の構成要素として熱力学温度が定まっている金属-炭素共晶点(Co-C 共晶点、Pt-C 共晶点、および、Re-C 共晶点)を加え、かつ、それら金属-炭素共晶点によって放射温度計を校正することで、960℃以上 2800℃以下の放射温度計の校正証明書に記載される温度が、従来の1990年国際温度目盛(International Temperature Scale of 1990 (ITS-90))に基づく値から、熱力学温度に基づく値へと替わります。また、その最高測定能力における拡張不確かさは、従来のITS-90に基づく場合に比べ、半分程度にまで小さな値とすることが可能となります(別紙図1)。なお、ITS-90 から熱力学温度への移行に伴う校正值の変化(別紙表1)は拡張不確かさと比較しても十分小さく、また、JCSS校正事業者や放射温度計のユーザーにとっても、その影響は無視できる程度となります。

なお、放射温度計に対し、960℃以下の温度域では引き続きITS-90に基づく標準供給を継続いたします。

詳細については下記にお願いします。

お問い合わせ窓口 担当 計量標準総合センター 物理計測標準研究部門 応用放射計測研究グループ
笹嶋尚彦 e-mail: n.sasajima@aist.go.jp

参考情報

今般の定義改定後も、これまで温度標準として国際的に広く使われているITS-90及び文書“*Mise en pratique for the definition of the kelvin*”[1]に記載されている実現方法は維持されます。この文書に、SIの基本単位であるケルビンの定義に従って熱力学温度を実現するための方法が追記された改訂版“*Mise en pratique for the definition of the kelvin in the SI*”が2019年5月20日に発行されました[2]。この改訂版[2]に従った技術能力を有する国家計量標準機関は、従来のITS-90に基づく標準と、新たな定義に基づく標準を選択して供給することが可能となります。一方、産総研では、この20年間、960℃以上の高温域において金属-炭素共晶点を温度定点として用いた放射温度計の校正技術の研究開発に取り組んでおり、その成果が改訂版[2]に反映され、その校正技術は国際的にも広く認知されています。

参考資料

[1] https://www.bipm.org/utis/en/pdf/MeP_K.pdf

[2] <https://www.bipm.org/utis/en/pdf/si-mep/SI-App2-kelvin.pdf>

(※ITS-90に基づく温度から、熱力学温度へと替わるため赤字部分が追記もしくは変更されます)

総数 3 頁の 2 頁
第 19100X 号

校正方法

特定標準器の RTEFB-Cu2-A、REFB-Co-C-A、REFB-Pt-C-A、REFB-Re-C-A を参照標準放射温度計 RTEFB-SI6-1 で測定し、温度の補間・補外式を求め、これとの温度可変黒体炉を用いた比較測定を温度 t が 1000 °C、1500 °C、2000 °C、2500 °C、2800 °C で行い、これらの温度での出力から補間式の 3 係数を決めた。

校正実施条件

- 1) 室温 23 °C±1 °C、相対湿度 50 % ± 20 %
- 2) 基準測定距離 700 mm
- 3) 温度可変黒体の実効開口直径 13.5 mm

校正結果

1. 特性式の係数 A 、 B 、 C

	校正値
A (m)	6.49841×10^{-7}
B (m·K)	7.53×10^{-7}
C (V)	32123.7

温度 T と出力電圧 V との関係式は次式で表される。

$$V = \frac{C}{\exp[c_2 / (A \times T + B)] - 1}$$

ただし、

$$c_2 = 0.014388 \text{ [m·K]}$$

である。

備考

温度 T は、熱力学温度である。

署名 (signed) _____

2. レンジ間ゲイン比

レンジ	ゲイン比
L	9.97255
M	1
H	0.100037

3. 校正の不確かさ

温度 $t/^\circ\text{C}$	レンジ	拡張不確かさ ($^\circ\text{C}$)
960	L	0.23
1000	L	0.18
1100	L	0.13
1200	L	0.17
1300	L	0.21
1400	L	0.27
1500	L	0.32
1600	L	0.35
1700	L	0.37
1800	L	0.39
1900	M	0.41
2000	M	0.44
2100	M	0.48
2200	M	0.53
2300	M	0.58
2400	M	0.66
2500	M	0.77
2600	H	0.93
2700	H	1.1
2800	H	1.3

* 上記の拡張不確かさは、包含係数 $k=2$ を合成標準不確かさに乗じて求めたものである。
包含係数 $k=2$ は、正規分布においては、約 95 % の信頼の水準に相当するものである。

* $t/^\circ\text{C} = T/\text{K} - 273.15$ である。

以 上

署名 (signed) _____

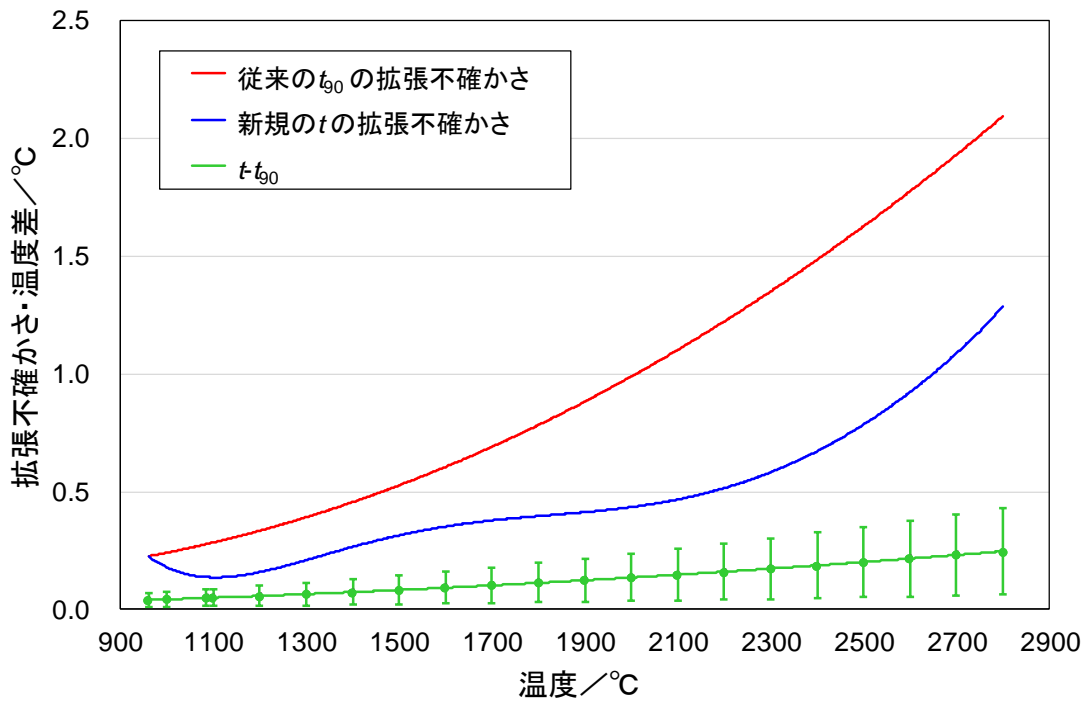


図1. 産総研における放射温度計のこれまで(t_{90})の拡張不確かさと熱力学温度 T に基づく温度(t)の拡張不確かさ、及び $t - t_{90}$ の値とその拡張不確かさ(エラーバー)のグラフを示す。ただし、 $t/°C = T/K - 273.15$ である。

表1. 熱力学温度と ITS-90 の差、及びこれまでの t_{90} の拡張不確かさと新規の t の拡張不確かさ

温度 : $t/°C$	温度差 : $t - t_{90}/°C$	t_{90} の拡張不確かさ / °C	t の拡張不確かさ / °C
960	0.04	0.23	0.23
1000	0.04	0.25	0.18
1100	0.05	0.28	0.13
1200	0.06	0.33	0.17
1300	0.06	0.39	0.21
1400	0.07	0.45	0.27
1500	0.08	0.52	0.32
1600	0.09	0.60	0.35
1700	0.10	0.69	0.37
1800	0.11	0.78	0.39
1900	0.12	0.88	0.41
2000	0.13	1.0	0.44
2100	0.15	1.1	0.48
2200	0.16	1.2	0.53
2300	0.17	1.4	0.58
2400	0.19	1.5	0.66
2500	0.20	1.6	0.77
2600	0.22	1.8	0.93
2700	0.23	1.9	1.1
2800	0.25	2.1	1.3