

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
計量標準総合センター 標準物質分析成績書



標準物質

NMIJ RM 1102-a
No. +++

熱膨張率標準物質（ガラス状炭素）（形状2）
Thermal Expansion Reference Material (Glass-like Carbon): Form 2

本標準物質は、ISO 17034 及び ISO/IEC 17025 の要求事項に適合するマネジメントシステムに基づき生産された。
本標準物質は、熱膨張率（線膨張係数）測定装置の校正に用いることができる。

【参考値】

本標準物質の熱膨張率 α は、以下に示す温度 T に関する式により表される。

$$\alpha(T/K)/(10^{-6}K^{-1}) = 3.5276 - 1.8257 \times 10^{-2} \cdot (T/K) + 7.8848 \times 10^{-5} \cdot (T/K)^2 - 1.4048 \times 10^{-7} \cdot (T/K)^3 \\ + 1.3357 \times 10^{-10} \cdot (T/K)^4 - 6.6706 \times 10^{-14} \cdot (T/K)^5 + 1.3763 \times 10^{-17} \cdot (T/K)^6$$

この式の適用温度範囲は $293.15 \text{ K} \leq T \leq 1100 \text{ K}$ である。

この式から算出された代表的温度における熱膨張率の参考値（熱膨張率 α ）とその不確かさの値を下表に示す。
参考値の不確かさ $U(\alpha)$ は、合成標準不確かさと包含係数 $k=2$ から決定された拡張不確かさであり、約 95% の信頼水準をもつと推定される区間の半分の幅を表す。

温度 T/K	熱膨張率 $\alpha/(10^{-6}K^{-1})$	拡張不確かさ($k=2$) $U(\alpha)/(10^{-6}K^{-1})$
293.15	2.263	0.074
300	2.284	0.073
350	2.453	0.073
400	2.642	0.073
450	2.838	0.073
500	3.030	0.073
550	3.212	0.073
600	3.381	0.073
650	3.536	0.073
700	3.677	0.073
750	3.804	0.073
800	3.919	0.074
850	4.022	0.074
900	4.114	0.074
950	4.195	0.074
1000	4.266	0.074
1050	4.328	0.076
1100	4.383	0.076

【参考値の決定方法】

参考値を決定する試験では、処理温度 2000 °Cにて作製されたガラス状炭素製の母材板から切り出した 5 個の評価用試料 (形状：25 mm×25 mm×6 mm) の熱膨張率をレーザ干渉式熱膨張率絶対測定法を用いて熱膨張率 (高温) 校正マニュアル (QMC TE02A) に従って測定した。測定後、母材板を切断加工により頒布試料を複数個作成した。頒布試料の形状は 6 mm×6 mm×20 mm である。試験の概要は以下の通りである。

加熱炉により試料温度を変化させると共に試料の長さや温度を 2 重光路式光ヘテロダイナミクス干渉計と熱電対によりそれぞれ測定し、次式により平均温度 T (単位 K) ($= (T_{n+1} + T_n) / 2$) における平均熱膨張率を決定した。

$$\alpha(T) = \frac{L_{n+1} - L_n}{L_0 (T_{n+1} - T_n)}$$

L_0 : 試料の室温(293.15 K)における試料長、

T_n, T_{n+1} : 定常状態に保持した試料の温度、

L_n, L_{n+1} : 温度 T_n, T_{n+1} それぞれにおける試料長。

測定では温度変化量 ($= T_{n+1} - T_n$) は約 50 K 又は 25 K とした。また、試料の室温時の長さ L_0 はリニア・ゲージにより測定した。

1 個の評価用試料に対して、約 293 K~約 1240 K の温度範囲において約 80 点の平均熱膨張率の測定を行った。得られた 5 個の評価用試料の全ての測定値に対して最小二乗法により、試験結果に記載した温度 (単位 K) の 6 次多項式を求め、その式から算出した代表的な温度での熱膨張率とその拡張不確かさを上記表中に記載した。

値付けの試験実施条件は下記の通りである。

試験温度範囲： 約 293 K~約 1240 K

試験雰囲気： ヘリウム

雰囲気ガスの平均圧力： 約 95 Pa (室温時)

【有効期限】

本標準物質が未開封で下記の【保存に関する注意事項】の条件で保存された場合、本分析成績書は出荷日から 2025 年 3 月 31 日まで有効である。

【形状等】

本標準物質は、黒色の固体で、寸法 6 mm×6 mm×20 mm の直方体試験片である。

【均質性】

本標準物質は、ガラス状炭素製の母材板が持つ熱膨張特性の不均質性を考慮して熱膨張率の拡張不確かさが算出されている。

【保存に関する注意事項】

本標準物質は、室温 23 °C ± 5 °C、湿度 50 % 以下での保存を推奨する。

【使用に関する注意事項】

ガラス状炭素の熱膨張特性は等方的であるが、熱膨張率の参考値は頒布試料の呼び寸法 20 mm の長さ方向についての測定結果であるため、校正用参照試料としての使用に際しては呼び寸法 20 mm の長さ方向の熱膨張を使用することを推奨する。試験研究用以外には使用しないこと。室温以上の温度で使用する場合は、真空もしくは、不活性ガス (Ar、N₂ 等) 中で使用すること。

【取り扱いにおける注意事項】

通常の取扱いでは危険性は低い。取扱いの際には、適当な保護具を使用すること。安全データシート (SDS) を参考にして取り扱うこと。

【製造等】

本標準物質の母材は加熱処理温度約 2000 °Cにて作製されたガラス状炭素製の正方板 (形状：160 mm×160 mm×6

mm)である。上記母材から、一辺の長さが6 mmの正方形を断面とする長さ20 mmの角柱を切断加工により作製した。

【生産担当者】

本標準物質の生産に関する技術管理者は山田修史、生産責任者は渡辺博道、値付け担当者は渡辺博道である。

【情報の入手】

本標準物質に関して参考値の変更等、重要な改訂があった場合、下記ホームページから「標準物質ユーザー登録」を行った購入者に通知する。なお、本標準物質に関する技術情報は、下記連絡先より入手できる。

【成績書の複製について】

本成績書を複製する場合は、複製であることが明瞭にわかるようにしなければならない。

2020年4月1日

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
理事長 石村 和彦

本標準物質に関する質問等は以下にご連絡ください。

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 計量標準総合センター
計量標準普及センター 標準物質認証管理室
〒305-8563 茨城県つくば市梅園 1-1-1

電話：029-861-4059、ファックス：029-861-4009、ホームページ：<https://unit.aist.go.jp/qualmanmet/refmate/>

改訂履歴

- | | |
|------------|---|
| 2015.04.01 | 組織名称等の変更に伴い、関連する記載内容を変更した。 |
| 2017.06.29 | 表題を計量標準総合センター 標準物質分析成績書とした。 |
| 2019.10.17 | 【有効期限】を【有効期間】とし、その期限を2020.03.31から2025.03.31に延長した。 |