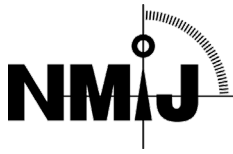


国立研究開発法人 産業技術総合研究所
計量標準総合センター 標準物質認証書



認証標準物質

NMIJ CRM 5806-a
No. +++



比熱容量測定用単結晶シリコン（低温用）

Single Crystal of Silicon for Specific Heat Capacity Measurements
(at Cryogenic Temperature)

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比熱容量標準物質であり、示差走査熱量計による比熱容量測定の参照用物質及び、各種熱量計の測定の妥当性評価用として用いることができる。

【認証値】

本標準物質の代表温度における比熱容量の認証値は以下の通りである。認証値の不確かさは、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 % の信頼の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	認証値 $c_p / J K^{-1} g^{-1}$	拡張不確かさ $U / J K^{-1} g^{-1}$	温度 T / K	認証値 $c_p / J K^{-1} g^{-1}$	拡張不確かさ $U / J K^{-1} g^{-1}$
50	0.0786	0.0032	220	0.5970	0.0078
60	0.1146	0.0035	230	0.6152	0.0079
70	0.1510	0.0039	240	0.6322	0.0080
80	0.1870	0.0042	250	0.6480	0.0080
90	0.2227	0.0046	260	0.6627	0.0081
100	0.2583	0.0049	270	0.6763	0.0081
110	0.2934	0.0052	273.15	0.6805	0.0081
120	0.3280	0.0056	280	0.6891	0.0081
130	0.3617	0.0059	290	0.7009	0.0081
140	0.3942	0.0062	293.15	0.7045	0.0081
150	0.4253	0.0065	300	0.7119	0.0081
160	0.4549	0.0067	310	0.7222	0.0081
170	0.4828	0.0069	320	0.7317	0.0081
180	0.5090	0.0072	330	0.7406	0.0081
190	0.5334	0.0074	340	0.7489	0.0081
200	0.5562	0.0075	350	0.7568	0.0081
210	0.5774	0.0077			

なお、表中の比熱容量の認証値 (c_p) 及び拡張不確かさ (U) は次式により表される。

at $50\text{ K} \leq T < 100\text{ K}$,

$$c_p / \text{JK}^{-1} \text{g}^{-1} = 4.0206 \times 10^{-2} - 5.8826 \times 10^{-3} \cdot (T/\text{K}) + 2.4772 \times 10^{-4} \cdot (T/\text{K})^2 - 3.1655 \times 10^{-6} \cdot (T/\text{K})^3 \\ + 1.9893 \times 10^{-8} \cdot (T/\text{K})^4 - 4.9465 \times 10^{-11} \cdot (T/\text{K})^5$$

at $100\text{ K} \leq T < 200\text{ K}$,

$$c_p / \text{JK}^{-1} \text{g}^{-1} = -4.0837 \times 10^{-2} + 1.7123 \times 10^{-3} \cdot (T/\text{K}) + 2.0234 \times 10^{-5} \cdot (T/\text{K})^2 - 7.1941 \times 10^{-8} \cdot (T/\text{K})^3 \\ - 6.3602 \times 10^{-11} \cdot (T/\text{K})^4 + 3.8280 \times 10^{-13} \cdot (T/\text{K})^5$$

at $200\text{ K} \leq T \leq 350\text{ K}$,

$$c_p / \text{JK}^{-1} \text{g}^{-1} = -0.81477 + 1.6542 \times 10^{-2} \cdot (T/\text{K}) - 8.6727 \times 10^{-5} \cdot (T/\text{K})^2 + 2.6977 \times 10^{-7} \cdot (T/\text{K})^3 \\ - 4.5515 \times 10^{-10} \cdot (T/\text{K})^4 + 3.1789 \times 10^{-13} \cdot (T/\text{K})^5$$

at $50\text{ K} \leq T \leq 350\text{ K}$,

$$U / \text{JK}^{-1} \text{g}^{-1} = 0.0017509 + 2.1144 \times 10^{-5} \cdot (T/\text{K}) + 1.9668 \times 10^{-7} \cdot (T/\text{K})^2 - 1.0623 \times 10^{-9} \cdot (T/\text{K})^3 \\ + 1.3595 \times 10^{-12} \cdot (T/\text{K})^4$$

【認証値の決定方法】

本標準物質の認証値は、断熱型熱量計による温度 50 K～350 K での熱容量測定結果および電子天秤による室温での試験片の質量測定結果より求められる比熱容量値について、最小二乗法による回帰曲線を求めることにより温度の関数として決定した。合成標準不確かさは測定法、標準物質の均質性及び安定性の標準不確かさ、最小二乗法による回帰曲線決定に起因する標準不確かさを合成して見積もられた。

【計量計測トレーサビリティ】

本標準物質の認証値は、温度（白金抵抗温度計）、電圧（デジタルマルチメータ）、抵抗（標準抵抗）、加熱時間（カウンター）及び質量（電子天秤）の測定において、校正された計測器を備えた断熱型熱量計を用いて求められた。よって認証値は国際単位系（SI）にトレーサブルである。

【有効期間】

本標準物質が下記の【保存に関する注意事項】の条件で保存された場合、本認証書は出荷日から 2026 年 3 月 31 日まで有効である。

【物質に関する情報】

本標準物質は、直径 5 mm、厚さ 1 mm の暗灰色の円板状試験片である。試験片はプラスチックケースに納められている。

【均質性】

円筒形の単結晶シリコンインゴットにおいて、異なる位置より切り出した比熱容量評価用試験片 4 個について比熱容量測定を行い、測定結果に対する分散分析によりインゴット位置に依存したばらつきを決定し、認証値の不確かさに加えた。

【保存に関する注意事項】

本標準物質は、デシケータ内での保存を推奨する。

【使用に関する注意事項】

- ・本標準物質は試験研究用以外の用途で使用しないこと。その他、一般的な固体シリコンの取り扱いに準じる。
- ・温度履歴に関する使用限界
 - ・試験片内にクラックを生じさせる様な急激な温度変化（熱衝撃）は避けること。
 - ・350 K 以上への加熱は避けること。

・試験片の加工

- ・購入者は個々の計測器に適合する形状に試験片を加工することが出来る。
- ・加工に際しては可能な限り試験片に対する熱的・機械的ストレスの低減を図り、試験片にクラック、割れ、歪みを生じさせないこと。クラック等が生じた場合は使用を中止すること。
- ・試料容器との接触面は研磨加工を施すこと。

【取り扱いにおける注意事項】

取り扱い時には、適当な保護手袋等を着用すること。安全データシート（SDS）を参考にして取り扱うこと。

【製造等】

本標準物質は、信越半導体株式会社により浮遊帯域溶融法で作製された高純度単結晶シリコンインゴットを母材として直径5mm、厚さ1mmの形状に切断加工したものである。

【参考情報】

推奨条件下での保存および77K～室温間の温度サイクル100回による比熱容量特性値の変化は無いことを確認している。

【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、生産責任者は阿部陽香、値付け担当者は阿部陽香である。

【情報の入手】

本標準物質に関して認証値の変更等、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。

【認証書の複製について】

本認証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

- | | |
|------------|--|
| 2014.11.12 | 【有効期限】を【有効期間】とし、有効期間の期限を2016.03.31から2021.03.31に延長した。 |
| 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。 |
| 2020.12.03 | 有効期間の期限を2021.03.31から2026.03.31に延長した。 |