

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 5805-a
No. +++



熱膨張率測定用高純度銅

High-Purity Copper for Thermal Expansivity Measurements

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いて生産された熱膨張率標準物質であり、押し棒式膨張計や熱機械分析装置（TMA）等の校正及び熱膨張測定における参照用物質として用いることができる。

【認証値】

本標準物質の熱膨張率 α の認証値とその不確かさ U を温度 T の関数として下記の式に示す。熱膨張率 α は20℃での試験片長を基準とした線膨張率である。認証値の不確かさ U 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。

at $20\text{ K} \leq T < 31\text{ K}$, $\alpha / (10^{-6}\text{ K}^{-1}) = -1.559444 \times 10^{-4} \cdot (T/\text{K})^2 + 4.133681 \times 10^{-5} \cdot (T/\text{K})^3 + 1.663047 \times 10^{-7} \cdot (T/\text{K})^4 - 4.939234 \times 10^{-9} \cdot (T/\text{K})^5$

at $31\text{ K} \leq T < 100\text{ K}$, $\alpha / (10^{-6}\text{ K}^{-1}) = 3.716863 - 3.917249 \times 10^{-1} \cdot (T/\text{K}) + 1.446383 \times 10^{-2} \cdot (T/\text{K})^2 - 1.753929 \times 10^{-4} \cdot (T/\text{K})^3 + 9.827042 \times 10^{-7} \cdot (T/\text{K})^4 - 2.157414 \times 10^{-9} \cdot (T/\text{K})^5$

at $100\text{ K} \leq T < 170\text{ K}$, $\alpha / (10^{-6}\text{ K}^{-1}) = -1.631489 \times 10^1 + 6.048822 \times 10^{-1} \cdot (T/\text{K}) - 5.705181 \times 10^{-3} \cdot (T/\text{K})^2 + 3.203064 \times 10^{-5} \cdot (T/\text{K})^3 - 9.990485 \times 10^{-8} \cdot (T/\text{K})^4 + 1.324350 \times 10^{-10} \cdot (T/\text{K})^5$

at $170\text{ K} \leq T \leq 300\text{ K}$, $\alpha / (10^{-6}\text{ K}^{-1}) = -1.281768 + 1.845905 \times 10^{-1} \cdot (T/\text{K}) - 7.519537 \times 10^{-4} \cdot (T/\text{K})^2 + 1.279893 \times 10^{-6} \cdot (T/\text{K})^3 - 1.157627 \times 10^{-10} \cdot (T/\text{K})^4 - 1.368713 \times 10^{-12} \cdot (T/\text{K})^5$

at $20\text{ K} \leq T \leq 300\text{ K}$, $U / (10^{-6}\text{ K}^{-1}) = 5.80 \times 10^{-2} - 3.80 \times 10^{-4} \cdot (T/\text{K}) + 1.55 \times 10^{-6} \cdot (T/\text{K})^2 - 1.86 \times 10^{-9} \cdot (T/\text{K})^3$

また、上記の式より代表温度 T について α と U を計算した例を下表に示す。なお、表中の U の値は小数点4桁目以下を切り上げたものである。

| T/K | $\alpha / (10^{-6}\text{ K}^{-1})$ | $U / (10^{-6}\text{ K}^{-1})$ | T/K | $\alpha / (10^{-6}\text{ K}^{-1})$ | $U / (10^{-6}\text{ K}^{-1})$ |
|--------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------------------------------|-------------------------------|
| 20 | 0.279 | 0.052 | 180 | 14.665 | 0.029 |
| 40 | 2.260 | 0.046 | 200 | 15.174 | 0.030 |
| 60 | 5.457 | 0.041 | 220 | 15.585 | 0.030 |
| 80 | 8.328 | 0.037 | 240 | 15.927 | 0.031 |
| 100 | 10.486 | 0.034 | 260 | 16.220 | 0.032 |
| 120 | 12.044 | 0.032 | 280 | 16.479 | 0.033 |
| 140 | 13.182 | 0.031 | 300 | 16.713 | 0.034 |
| 160 | 14.024 | 0.030 | | | |

【認証値の決定方法】

本標準物質の認証値は、レーザ干渉式熱膨張計による 10 K～315 K の温度領域での熱膨張測定の結果及びリニアゲージによる室温での試験片長（基準長）の測定結果より求められる熱膨張率値について測定の不確かさを重みとした拘束条件付き最小二乗法によるあてはめを行うことにより温度の関数として決定した。

【計量計測トレーサビリティ】

本標準物質の熱膨張率の認証値 α の決定における試験片長の変化量(ΔL)、試験片温度の変化量(ΔT)、および20°Cでの試験片長(L_0)は、国際単位系 (SI) にトレーサブルな参照標準（よう素安定化He-Neレーザ装置、白金抵抗温度計、標準抵抗器及びゲージブロック）により校正された機器により決定されている。よって認証値はSIにトレーサブルである。

【有効期間】

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、本認証書は出荷日から2029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、10 mm×10 mm×30 mm の直方体試験片であり、プラスチックケースに納められている。

【均質性】

直方体の高純度銅インゴット(150 mm×150 mm×62 mm)の異なる4つの位置より切り出した熱膨張率評価用試験片(20 mm×8 mm×20 mm)の熱膨張率測定結果に対する分散分析から均質性に起因する不確かさを求めた。求めた不確かさは認証値の不確かさに含まれており、本標準物質は認証値の不確かさの範囲内で均質である。

【保存に関する注意事項】

本標準物質は25°C以下、窒素ガス中で保存すること。

【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には使用しないこと。
- ・認証値は試験片の長手方向の熱膨張率を示している。
- ・温度履歴に関する注意
 - ・試験片内にクラックを生じさせるような急激な温度変化（熱衝撃）は避けること。
 - ・315 K以上への加熱は避けること。
- ・試験片の加工に関する注意
 - ・購入者は使用する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。
 - ・認証値は頒布時の試験片長手方向の熱膨張率値であることに留意し加工を計画すること。
 - ・加工の際は試験片に対する熱的・機械的ストレスに配慮し、クラック、割れ、歪みの発生を避けること。
- ・クラック等が生じた場合は使用を中止すること。

【取り扱いにおける注意事項】

一般的なバルク銅の取り扱いに準じる。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、純度約 99.999 at%の高純度銅インゴットより 10 mm×10 mm×30 mm の形状に放電加工により切断したものである。

【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、生産責任者は山田修史、値付け担当者は山田修史である。

【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お問い合わせをお願いします。

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。 |
| 2018.01.12 | 【有効期限】を【有効期間】とし、有効期間の期限を2019.03.31から2024.03.31に変更した。 |
| 2022.05.26 | 【有効期間】の期限を2024.03.31から2029.03.31に延長した。 |