

水銀フリー温度目盛の実現に向けた SF₆ の三重点の高精度実現と評価

Realization of the triple point of sulfur hexafluoride for replacement of mercury on the International Temperature Scale of 1990

産総研 °河村泰樹, 松本信洋, 中野享

NMIJ, AIST °Yasuki Kawamura, Nobuhiro Matsumoto, Tohru Nakano

yasuki.kawamura@aist.go.jp

低温域において産業利用の多い 0 °C から -190 °C 程度の温度測定に用いる温度目盛を国際的な標準である 1990 年国際温度目盛(ITS-90)に従って実現するには、水の三重点(0.01 °C)、水銀の三重点(-38.8344 °C)、アルゴンの三重点(-189.3442 °C)で標準用白金抵抗温度計(SPRT)を校正し、定点間の温度を所定の方法で補間することで実現される[1]。しかし近年、水銀の利用が国際的に制限されつつあることから、水銀の三重点の代替となる温度定点の開発の必要性が提言されている[2]。

これらの背景の下、我々はこれまでに水銀の三重点の代替候補として二酸化炭素 (CO₂) の三重点(約-56.6 °C)に着目してきた。断熱カロリメトリーを用いたパルス加熱融解法によりその三重点温度を精密に評価し、三重点実現前の CO₂ 固体に熱処理を最適化することによって、より精密に三重点温度を求めることが可能であることを報告した。一方で水銀の三重点の他の代替候補としてキセノンの三重点(約-110 °C)、SF₆ の三重点(約-50 °C)があることが知られており、それぞれ三重点を高精度に実現する方法の研究がされている[3,4]。

そこで本研究では代替候補としての性能を比較評価するため、これまでに評価してきた CO₂ に加えて SF₆ の三重点の実現を行った。SF₆ の三重点はその三重点温度の幅が大きい事が課題の一つであったが、図 1 に示すように三重点実現前に行う熱処理を最適化することによって、CO₂ 同様に三重点温度の幅が低減できることを明らかにした。また講演では CO₂、SF₆ の三重点を温度定点として用いた場合の温度目盛と、既存の水銀の三重点を用いた温度目盛の比較を行い、代替定点としての評価を行った結果についても報告する。

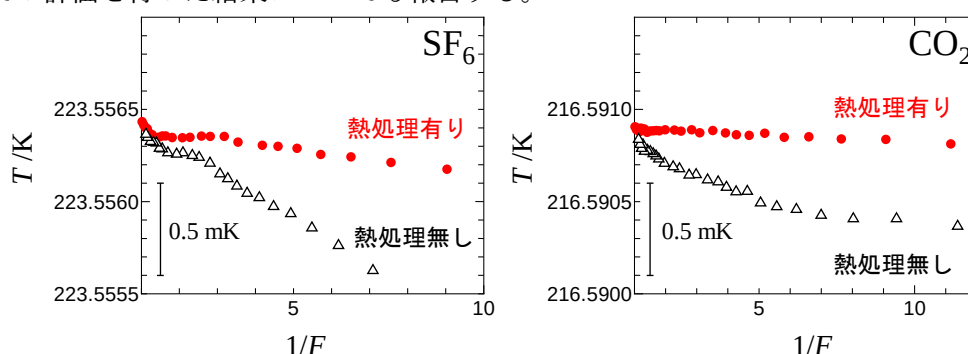


図 1 断熱カロリメトリーを用い、熱処理を最適化した際における SF₆ の三重点、及び CO₂ 三重点温度測定結果。横軸は融解分率（三重点における液体の割合） F の逆数、縦軸は各 $1/F$ の時の三重点温度を SPRT で測定

[1] H. Preston-Thomas, Metrologia 27 (1990) 3–10

[2] “TOWARDS ITS-XX” D. R. White, P. M. C. Rourke, CCT 28th Session, Doc. CCT/17-17 (2017)

[3] W. L. Tew and K. N. Quelhas, J Res Natl Inst Stan 123 (2018) 123013

[4] P. P. M. Steur, P. M. C. Rourke and D. Giraudi, Metrologia 56 (2019) 015008