

## Co-C 共晶点を用いた熱電対高温度校正

○佐々木 正史<sup>\*1)</sup>、沼尻 治彦<sup>\*1)</sup>

## 1. 目的・背景

現在の国際温度目盛（ITS-90）で定められている最高温度は、銅の凝固点（1084.62 °C）であり、それ以上の高温に関しては、金属-炭素共晶点の技術を用いた標準化が進められている。一方、ガラス、半導体、鉄鋼、航空宇宙産業など 1100 °C を超える高温度測定技術の向上が望まれているにもかかわらず、校正事業者への金属-炭素共晶点普及の足かせとなっているのが、新たな設備投資の負担である。金属-炭素共晶点の実現には、共晶点実現装置をはじめとして専用装置の導入が必要となる。都産技研としては、共晶点を用いた高温校正事業の立ち上げに向けての活動や共晶点技術普及の一環として、校正手法の確立、不確かさ評価などの研究を行ってきた。その中で、既存の装置で実現が可能である小型共晶点セルを開発した。本研究では、さらなる共晶点技術の信頼性確保を目的とし、実用標準としてのコバルト-炭素（Co-C）小型共晶点実現の不確かさ評価を行ったので報告する。

## 2. 研究内容

図 1 に示すように、本研究で使用した小型共晶点セルは、高精度共晶点セル  $\Phi 50\text{mm}$  に対し、 $\Phi 32\text{mm}$  と小型であるため、都産技研で所有している Pd 点炉（内径 34mm）に設置可能である。

表 1 に示すように、小型共晶点実現にかかる不確かさ要因を挙げ、それぞれ評価を行った。なお、温度測定には白金・パラジウム熱電対を使用した。

## (1) 変曲点決定の不確かさ

共晶点温度決定には、融解曲線に対して 3 次の近似式を用いて近似曲線を描き、そこから求められる変曲点を共晶点温度とする方法がとられている。そのため、融解曲線のどの範囲において近似曲線を取るかによって変曲点に差が生じるため、その時の影響を評価した。

## (2) 再現性の不確かさ

凝固保持温度及び融解保持温度  $\pm 8^\circ\text{C}$  として、同一条件で 20 回共晶点温度を実現した時の標準偏差を再現性の不確かさとした。

## (3) 周囲温度の不確かさ

共晶点セルの周囲温度として、凝固保持温度及び融解保持温度を  $\pm 16^\circ\text{C} \sim \pm 4^\circ\text{C}$  に変化させた時の共晶点温度変化を評価した。その結果より、炉の安定性による影響を評価した。

## (4) 熱流の影響の不確かさ

熱電対の挿入深さによる熱流の影響を評価した。挿入長誤差を 1 cm とし、熱電対設置位置を変化させ評価した。



図 1. 左：高精度共晶点セル  
右：実用型共晶点セル

表 1. 不確かさバジェット

不確かさ要因	標準不確かさ/mK
変曲点決定	8.93
再現性	6.36
周囲温度	0.16
熱流の影響	24.5
<b>合成標準不確かさ</b>	<b>27</b>

## 3. 結果・まとめ

以前の研究より、都産技研保有の共晶点専用炉及び高精度共晶点セルを用いて、同様の手法で評価した結果が 14mK であることが確認されている。本研究における小型共晶点実現の不確かさ評価の結果は、合成標準不確かさ 27 mK と小さく、十分に実用標準として利用可能であることが分かった。さらに今回、それらを比較してみると、簡易な手法であるにもかかわらず、同一オーダーでの結果が得られたことから、小型共晶点セルの信頼性を確認することができた。本研究における不確かさ評価の技術を活用することで、小型共晶点セルの産業界での利用が望まれるとともに、一層の共晶点普及が見込まれる。

\*1)実証試験セクター