

# 世界最高温度の温度定点を実用化

## 包晶点を用いて2800 °Cで0.07 °C以下の温度再現性を達成



笹嶋 尚彦

ささじま なおひこ  
n.sasajima@aist.go.jp

評価部  
研究評価推進室  
総括主幹  
(兼) 計測標準研究部門  
温度湿度科  
放射温度標準研究室  
研究室付  
(つくばセンター)

産総研独自技術である共晶点や包晶点を用いた高温定点の研究開発に従事し、特に2500 °C以上の高温装置や高温定点開発を中心に行ってきました。現在は、標準のみならず誘導加熱炉内で使用できる金属製高温定点セルの開発にも取り組んでいます。今後は、産業界で必要とされる、より実用的な放射温度計測技術の開発にも取り組んでいきたいと考えています。

### 関連情報：

● 共同研究者

山田 善郎 (産総研)

● 参考文献

[1] 山田 善郎：AIST Today, 1(1), 5-8 (2001).

[2] 山田 善郎：産総研 Today, 8(7), 19 (2008).

[3] N. Sasajima et al. : Int. J. Thermophys., 29, 944 - 957 (2008).

### 高温域での精密温度計測ニーズ

航空宇宙産業やエネルギー産業、高温素材産業などで使われる高温材料の製造や精密評価のため、高温における正確な温度計測が求められています。例えば、CO<sub>2</sub>削減や燃費性能向上を図るために航空機や自動車の軽量化が進められており、その材料として炭素繊維強化プラスチック (CFRP) の使用が徐々に広まってきています。CFRPの素材である炭素繊維の黒鉛化処理は2500 °C以上の高温域で行われており、品質管理や経済性向上のために温度計のトレーサビリティが強く求められています。

### 金属炭化物-炭素包晶点による新しい高温定点

温度計を校正するための実用的な温度定点の最高温度は銅の凝固点の1084.62 °Cでした。そのため、産総研では、金属と炭素の共晶点を温度定点とする方法を世界に先駆けて開発し<sup>[1]</sup>、2008年4月には、鉄-炭素共晶点 (1153 °C) からレニウム-炭素共晶点 (2474 °C) まで5点の温度定点で温度校正サービスを開始しました<sup>[2]</sup>。

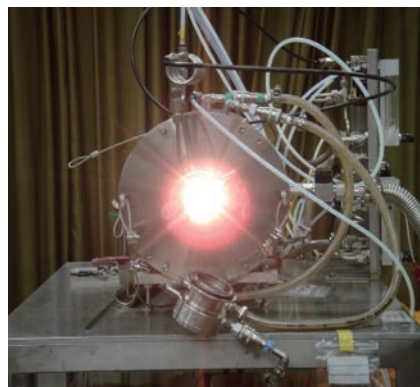
しかし、エネルギー産業や高温素材産業においては、さらに2500 °C以上の領域での精密温度計測が必要なため、より高温域での安定な温度定点の実現が課題でした。産総研では新たに金属炭化物と炭素の包晶合金を用いてその包晶点を温度定点に利用することによりその課題解決に取り組みました。

一般に、包晶点は共晶点と比較して、凝固の際に固相内拡散を伴うために反応がとても遅く

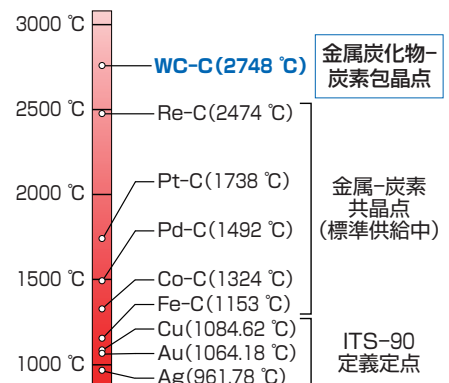
平らな凝固プラトーが得られないこと、それに伴い、温度計校正に必要な繰り返しの融解・凝固プラトーの実現が困難だと考えられていました。さらに2800 °C近い高温域では、炉のヒーター材の消耗や放電が激しく、既存の高温炉で温度定点を実現するのは困難でした。そこで、ヒーターの構造や炉の断熱材を改良することにより、2800 °C付近での温度定点の実用的な繰り返し測定を可能にしました。その結果、これまでに開発した包晶点の中で、もっとも融点が高い炭化タングステン-炭素包晶点 (2748 °C) を用いて、0.07 °C以下の再現性を達成しました<sup>[3]</sup>。この包晶点を用いた新たな温度定点は、実用化した温度定点としては現在世界最高温度であり、安定性・再現性に優れたこの温度定点を利用することで、高温域における放射温度計の校正や長期安定性評価を校正事業者や温度計ユーザーにおいて信頼性高く実施することができます。

### 今後の展望

新たな温度校正サービスの開始により、産業界で必要とされるほぼすべての温度領域で、放射温度計を温度定点により校正できるようになりました。今後、この温度定点を世界の標準技術として確立することを目指すとともに、技術開発で培われた知見をもとに、高温でのさまざまな物性の精密測定や産業現場での実用温度計測技術などに展開していきたいと考えています。



2800 °Cまでの高温定点実現装置



産総研が校正サービスを実施している共晶点および包晶点