

新世代型密封セルによる平衡水素三重点の実現

温度計は、生活、産業、研究と様々な場面で広く利用されている計測器である。私たちが利用している温度計の目盛は、国際的に合意された1990年国際温度目盛(ITS-90)に基づき設定されている。このITS-90の低温度領域(図1)は、主に純物質の三重点からなる定義定点と、それらの定点間を補間する白金抵抗温度計や気体温度計により実現される。これらの定義定点は、試料物質が完全に密封された金属製セル(密封セル)を用いることで実現出来るが、密封セルの製作過程で不純物が混入すると三重点温度は大きく影響を受けてしまう。そこで産総研では、試料ガスの汚染を抑制し、かつ、密封操作を容易化した新世代型の密封セル(図2)を開発し、これまでにこのセルを用いてITS-90の定義定点である平衡水素三重点、および、アルゴン三重点の精密測定に成功している。

ところで、平衡水素三重点には二つの問題点があることが近年明らかになってきた。一つは、核スピン状態が異なる水素分子の異性体(オルト水素、パラ水素)の間の熱平衡状態を得るために用いる触媒によりその三重点近傍の比熱に異常が現れ、三重点温度の精密測定を阻害していることである。もう一つは、試料水素の

同位体組成の違いにより三重点の実現温度に0.7 mK以上の差が出ることである。

前者の比熱異常は、産総研(旧計量研)において他国の標準研究所に先駆けて寒剤を使用しないGM冷凍機を用いた装置により長時間精密測定を可能にしたことにより明らかになった。更に最近、上記新世代型密封セルとGM冷凍機を用いた装置により比熱の精密測定を行ったところ、比熱異常は、一部の固体水素のサイズが多孔質状の触媒の微小な孔に閉じこめられることにより制限されてしまうために、その融解温度が低下することに起因することを強く示唆する結果を得た。そして、触媒の量が多いときにはその異常のために数mKにわたって広がっていた融解曲線の幅が、触媒の減量により0.1mK以内になることを示し、平衡水素三重点の温度値の精密測定(0.1mK以内の不確かさ)には触媒の減量が有効であることを明らかにした(図3)。

一方、平衡水素三重点の実現温度値の国際的な整合性をとるためには、二つ目の問題点である三重点温度の同位体組成依存性を明確にすることが必要である。現在そのために国際比較が進行中であり、産総研も新世代型密封セルによりその国際比較に参加している。

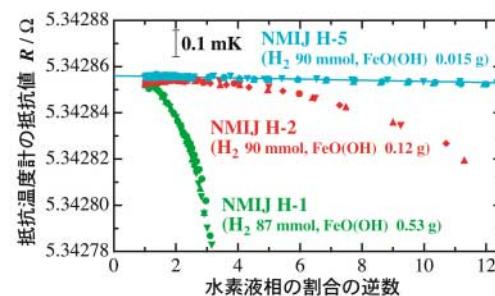
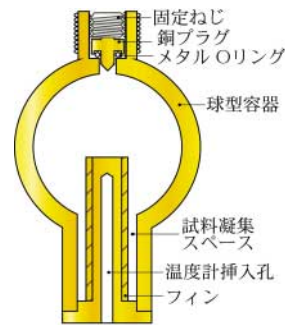
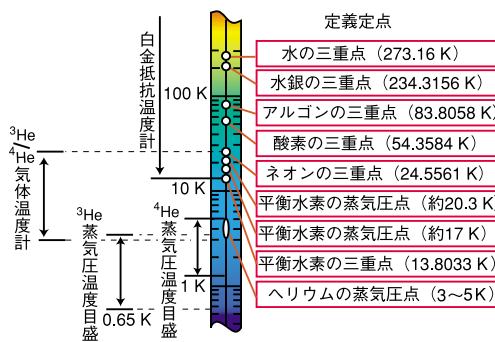
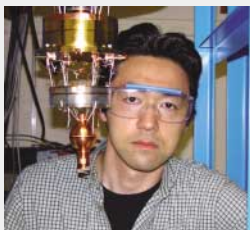


図1 (左上) 1990年国際温度目盛(ITS-90)の低温度領域の模式図
 図2 (右上) 新世代型密封セル(断面図)
 図3 (左下) 比熱の測定から求められた三重点での平衡水素の融解曲線
 触媒として酸化水酸化鉄 FeO(OH)を使用。



なかの とおる
 中野 享
 tohru-nakano@aist.go.jp
 計測標準研究部門

関連情報

- 共同研究者: 田村 収, 櫻井弘久 (計測標準研究部門) .
- H. Sakurai: T. SICE 34, 1153-1158 (1998).
- T. Nakano, O. Tamura, H. Sakurai: T. SICE 38, 947-951 (2002).
- T. Nakano, O. Tamura, H. Sakurai: in Temperature, its Measurement and Control in Science and Industry, Vol. 7 (2003) in press.
- 中野 享, 田村 収, 櫻井弘久: 2002年秋季第63回応用物理学会学術講演会 .
- T. Nakano, W. Tew, O. Tamura, H. Sakurai: 15th Symposium on Thermophysical Properties, Boulder, June 22-27 (2003).
- B. Fellmuth et al, in: Temperature, its Measurement and Control in Science and Industry, Vol. 7, (2003) in press.