

## 温度定点による磁場中温度センサの評価

## 磁場中での測温技術の信頼性高まる

温度は日常生活でもごく身近な物理量で、生産現場をはじめ広い分野でその測定が求められている。最近、数T(テスラ)程度の磁場の導入が進んでいることから、そのような磁場中でも数mK程度の不確かさで温度を測定する技術の開発を進めてきた。最近、温度標準にも用いられる温度定点の磁場中における実現が可能となり、従来不可能であった高い精度の評価、様々な知見の蓄積が行われてきた。

身近で強い磁場といえば医療現場で使われているMRI(磁気共鳴画像)であろう。MRIはすでに国内で5000台を突破し、その多くは超伝導マグネットで1.5 T程度の磁場を発生している。また、10年ほど前からは冷凍機のみでマグネットを冷却し液体ヘリウムを必要としない超伝導マグネットの普及が始まっており、国内ですでに累計300台程度が出荷された。この場合の磁場は最高15 Tにのぼり、スイッチ一つで磁場を発生できることから生産現場など広い分野での応用が期待されている。

このような磁場の使用にあたり、磁場中で使用される温度センサに対する磁場の影響の評価が必要とされている。当研究部門ではこのニーズに応えるべく評価技術の開発を行っており、最近、温度標準を実現する技術である定点技術を磁場中で適用し、従来よりもはるかに高い信頼性での評価ができるようになった。現在、水の三重点(0.01 °C)と希ガスのアルゴンの三重点(83.8058 K)が定点として稼動中である。

図1は超伝導マグネットの細い強磁場空間で

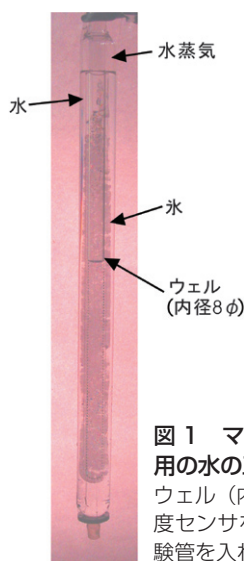


図1 マグネットポア用の水の三重点  
ウエル(内径8φ)に温度センサを封じた極細試験管を入れ評価する。

使うために試作したガラス製の極細の水の三重点セルの写真で、ほぼ長さ30 cmである。暗く見えているのが氷(固相)でありその周りには水(液相)、上部の空間には水蒸気(気相)というように三相が共存する。これら三重点では様々な磁場の影響を考慮しても、15 T程度なら1 mK以内にウエルの温度が一定に維持されることから温度計の精密評価が可能となる。

図2は、白金抵抗温度計の評価例である<sup>1)</sup>。白金抵抗温度計は広く使われている温度センサであり、使用可能温度域も極低温(14 K)から銀の融点(約962 °C)近傍にいたる。このセンサに対する磁場の影響は個体差などにより数10%程度異なることが知られており、磁場中での使用にあたり評価をあらかじめ行う必要がある。この評価を様々な温度で磁場中評価することに代えて水の三重点での測定のみから他の温度・磁場での影響を予測する手法を確立できれば、磁場の補正をはるかに効率的に行うことができる。図2がその例であり、水の三重点で決定した補正式(赤線)がアルゴン点での実験結果(■)を良く予測しており、事実上液体窒素温度以上のすべての温度域に適用可能であると期待される。

この定点を用いた評価技術は当研究部門において、磁場の影響が比較的小さい温度計に対し、その評価を精密に行う試みや<sup>2)</sup>、磁場に依存しない温度センサの開発などに生かされており、磁場中でも数 mK程度の精度で温度を測定するための技術的基盤が整いつつある。

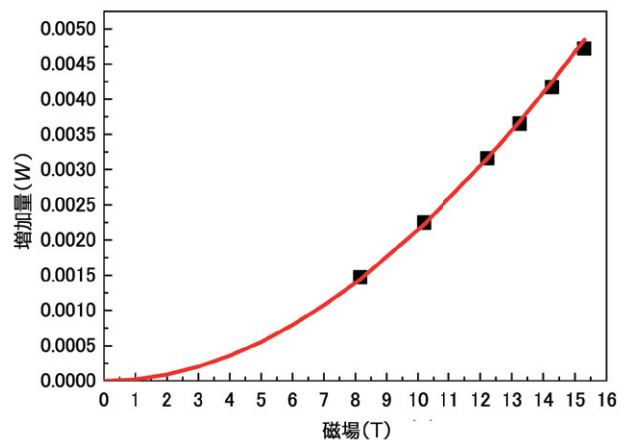
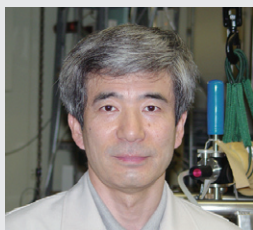


図2 アルゴン点における磁場の影響の予測(赤の実線)と実測値(■)

## 関連情報

- 1) K. Nara : IEEE Trans. Appl. Supercond, Vol. 14, No. 2, 1798-1801 (2004) .
- 2) K. Nara : to be published in JJAP, Vol. 44, No. 3 (2005) .



なら こういち  
奈良 広一

koichi-nara@aist.go.jp  
計測標準研究部門