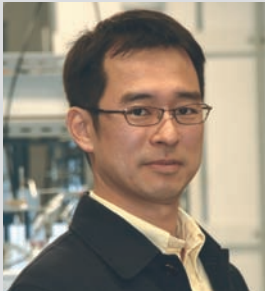


より確かな^{ケルビン}273.16 Kへ 温度の基準「水の三重点」の不確かさを低減



丹波 純

たんば じゅん

j-tamba@aist.go.jp

計測標準研究部門
温度湿度科 高温標準研究室
室長
(つくばセンター)

「温度測定を0.00001℃で行ったところでどこに役立つのか」と問われたなら、日本の技術力の高さを世界に示すため、そして、たゆまぬ高精度化が計測技術の裾野を広げるはず、と答えます。

関連情報：

● 共同研究者

岸本 勇夫、新井 優（産総研）

● 参考文献

国際文書第8版(2006) 国際単位系(SI), 日本規格協会(2007).

● 用語説明

* 国際比較

各国の国家標準の同等性を確認するため、それぞれの国家計量機関が保有する水の三重点セルや温度計などを集めて、直接比較すること。

** μK

マイクロケルビン。1 μKは百万分の1ケルビン。温度差を表す場合、1 μKは0.000001℃と同じ。

温度の単位の定義

かつて温度の基準は、「氷点を0℃、水の沸点を100℃」としていましたが、1954年以降は、より正確に定義できる「水の三重点」の温度が基準となっています。メートル条約のもとで決議された「国際単位系(SI)」において、温度(熱力学温度)の単位はケルビン(記号K)とすること、そしてケルビンは「水の三重点の熱力学温度の1/273.16である」と定義されています。言い換えると、水の三重点の温度を273.16 K (0.01℃)としているのです。

この定義に基づいて、各国の国家計量機関は、図に示すような「水の三重点セル」を用いて、水の三重点の状態(固体、液体、気体の三相が共存する熱平衡状態)を作り、温度の基準を維持しています。

ところでその「水」ですが、構成元素である水素と酸素には同位体(¹H、²H、¹⁶O、¹⁷O、¹⁸O)が存在し、同位体組成が異なる水は、三重点の温度も異なってしまいます。しかし、温度の基準となっている「水の三重点」の「水」について、これまでは「天然に存在する同位体組成の水」としか定められておらず、明確な数値は与えられていませんでした。

定義の厳密化

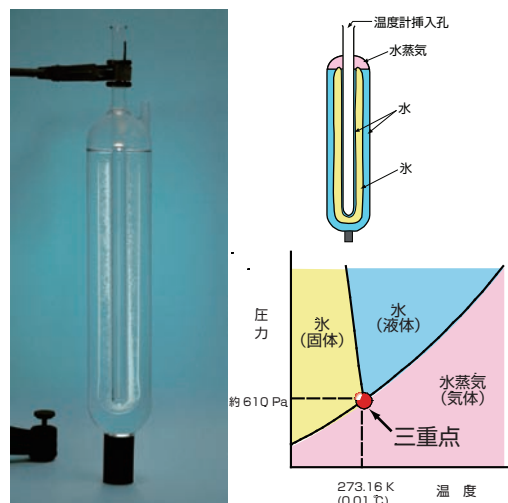
2002年から2005年にかけて、産総研を含む世界21機関が参加して、各国の国家標準である水

の三重点を比較するための国際比較*が行われました。その結果、同位体組成の違いによる顕著な不一致が見られました。これを受けて、2006年の国際度量衡委員会において、「水」の同位体組成の数値が決議され、温度の単位の定義がより厳密なものとなりました。

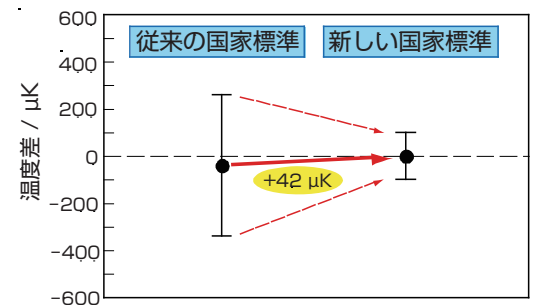
新しい標準へ

同位体組成の数値が定義に明記されたため、各国で水の三重点の評価が進んでいます。これまで産総研は、保有する三重点セル内部の水の同位体組成と、天然に存在する水の同位体組成の差による影響を100 μK**と推定し、全体の不確かさを300 μKとしてきました。その後、新たに複数の三重点セルを製作し、近年の高精度な分析技術を活用して同位体組成などを詳細に評価しました。その結果、最新の定義に基づいた値は、これまで国家標準としていた値より42 μK高いこと、そして全体の不確かさは100 μKに低減されることが明らかになりました。これらの値は、国際的にも妥当なものです。世界各国の計量標準機関のこのような取り組みにより、国家標準の一致性が高まります。

新たな知見により、それまでの不確かさの範囲内で値が更新され、同時に不確かさが低減されます。このように計量標準は進歩します。今後、日本国内においても、産総研の新しい国家標準に基づいた温度標準が供給される予定です。



「水の三重点セル」と水の状態線図



新しい国家標準とその不確かさ