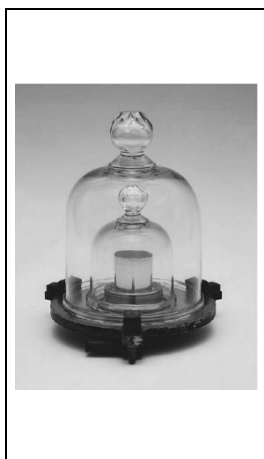


温度の単位の定義改定

産業技術総合研究所 物理計測標準研究部門 温度標準研究グループ
中野 享



1. はじめに

国際単位系 (Système international d'unités : SI) において、温度 (正確には、熱力学温度) の単位ケルビン (K) は、メートル (m)、キログラム (kg)、秒 (s)、アンペア (A)、カンデラ (cd)、そして、モル (mol) とともに 7 つの基本単位の一つとなっている。1948 年の第 9 回国際度量衡総会 (Conférence générale des poids et mesures, CGPM)¹⁾ において、SI の設立が決定されてから、2018 年 11 月に開催された第 26 回 CGPM²⁾ において、新しい熱力学温度の単位ケルビンの定義が採択されるまでは、水の固体、液体、そして、気体の三相が共存している水の三重点が、熱力学温度の単位を定める唯一の温度定点として活躍していた。そして、この熱力学温度の単位ケルビンは、2019 年 5 月 20 日に、「水の三重点の熱力学温度の $1/273.16$ である」³⁾ という定義から、「ボルツマン定数 k の値を正確に $1.380\,649 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ ($=\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}^{-1}$) と定めることによって定義される」²⁾ というものに改定された。本稿では、初めに、これまでの水の三重点という物質の性質を用いた定義と、近年に指摘されてきたその問題点を紹介し、次に、ボルツマン定数 k を用いた新定義と熱力学温度計測に関して簡単に紹介をしたい。一方、研究や産業現場、および、生活の中で行われている温度測定では、熱力学温度を直接測定するのは現時点でも難しい。そのため、実際の温度計測は、熱力学温度の最良近似である、国際温度目盛に従って行われている。SI における熱力学温度の単位の定義が改定された一方で、我々の日常の温度測定で使っているその国際温度目盛は、特に SI の定義改定で変わることはない⁴⁾。しかし、近年、国際温度目盛の問題点が顕在化しつつあることから、本稿の後半では、その問題点に関しても紹介をしたい。

2. 水の三重点を用いた SI での熱力学温度の単位ケルビンの定義とその問題点

物質の固体、液体、気体の三相が共存している状態は三重点と呼ばれ、理想的には温度と圧力が一意に定まる。図 1 は水の三重点を実現しているガラス製のセルと、水の相図の模式図を示している。水の三重点の実現温度の再現性は優れており、 $1/1000 \text{ K}$ を下回っている。後ほど説明するが、熱力学温度は、温度が定まっている、いわゆる、温度定点が一点決まれば、測定が可能になる。水の三重点は、その再現性が優れていることから、1948 年の第 9 回

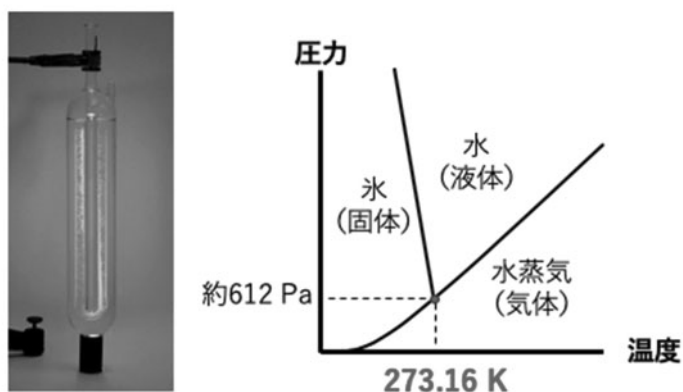


図 1 水の三重点を実現するセルの写真 (産総研提供) と水の相図の模式図