

物質を加熱していくと普通温度は上昇しますが、物質が固体から液体に、また液体から気体に変化している時は温度が一定になります。水の場合、前者は氷点、後者は沸点になりますが、この性質を使って実用的な温度計を作ったのが温度の単位（摂氏・セルシウス度）に名を残すアンデルス・セルシウス（スウェーデン・1701-1744）です。氷点と沸点との間を 100 等分したのが、現在の 1°C であり、1K（ケルビン）でもあります（なお、前報でも触れましたが、現在では水の融点と沸点は厳密にはそれぞれ $0.002\,519^{\circ}\text{C}$, 99.9743°C となっています。また気圧などの影響を受ける氷点や沸点より、より安定な水の三重点 $=0.01^{\circ}\text{C}$ が現在は基準になっていることも前報で触れたとおりです）。

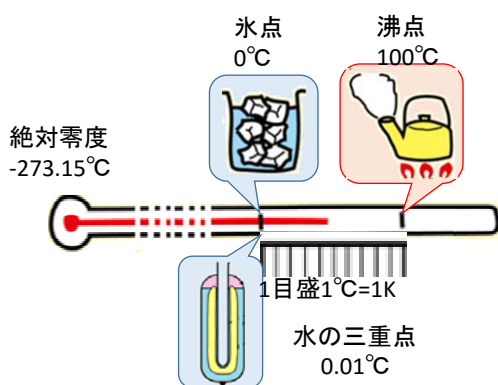


図 1. セルシウス度と熱力学温度の関係
なお、セルシウスが最初に温度計を作ったときは氷点を 100 度、沸点を 0 度としたと伝えられている。

これが長さや質量なら、基準となる量を倍量したり分割したりすれば大小様々な対象を測定できます。例えば 30 cm の物差しを 2 本つなげれば（精度はともかく）60 cm の長さまで測ることが出来ます。しかし温度では 100°C までの温度計を 2 本使ったからといって、 200°C まで測れるわけではありません。温度に応じた、温度計が必要となります。そこでメートル条約では、世界共通の温度目盛（国際温度目盛）としていくつかの温度定点と、その間を補完する安定な温度計（補完温度計）の種類を定めています。現在は 1990 年に見直しのあった国際温度目盛（ITS-90 と呼ぶ）によって 17 の温度定点と、補完温度計が用いられています（図 2）。例えて言えば、絶対零度という出発点から高温に到る道のりを、温度定点という一里塚で温度を示し、その間は補完温度計という巻き尺で測っているようなものです。一里塚は安定で、場所がピンポイントで決まるのが理想です。この点で氷点や沸点は環境の影響を受けやすかったので、より安定な水の三重点が取って代わったこととなります。

ところでここで次のような疑問はわからないでしょうか。

- ・ 温度定点の温度はどうやって測ったのだろう
- ・ 補完温度計の目盛りはどれも同じでなければならないが、例えば図 2 にある白金抵抗温度計の 1 目盛り ($1^{\circ}\text{C}=1\text{K}$) とヘリウム気体温度計の 1 目盛りが同じ事をどうやって確認しているのだろうか
- ・ そもそも単位は「熱力学温度」なのに、「国際熱力学温度目盛」と呼ばないのはなぜだろう、etc. etc...

文責：臼田孝 本文章は個人の見解であり筆者が属する如何なる組織を代弁するものでもありません。引用明記のない写真・図版は筆者または産業技術総合研究所に帰属します。

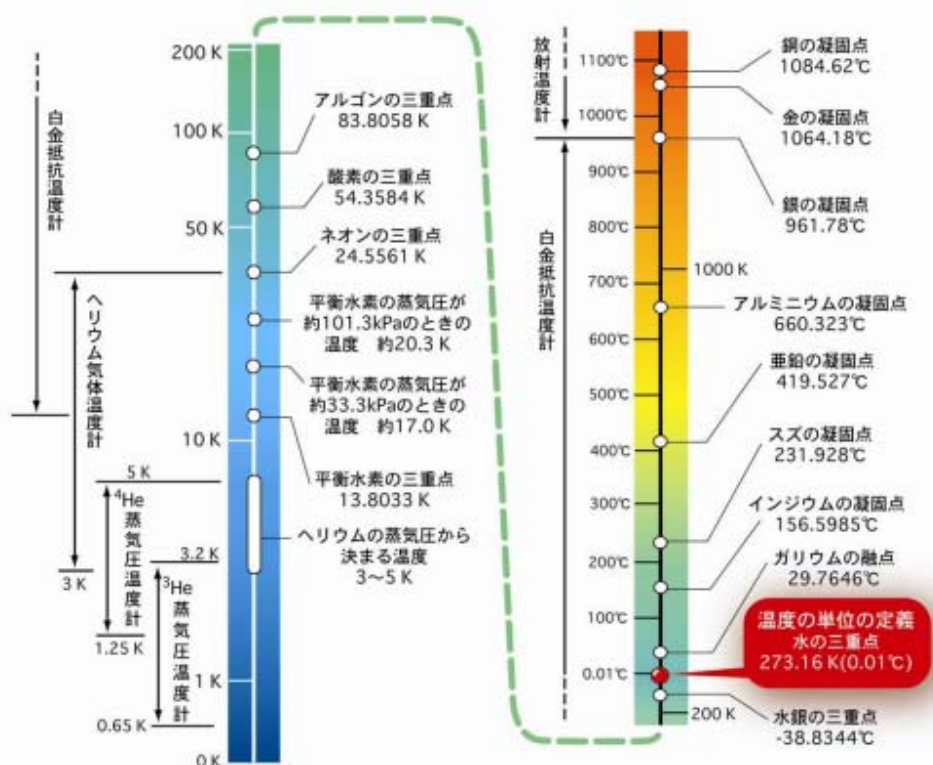


図2. 国際温度目盛

熱力学温度の単位ケルビン (K) は、「水の三重点の熱力学温度の $1/273.16$ 倍である」と定義されています。この定義に忠実な温度計、すなわち温度という度合いを、熱エネルギーで忠実に表す（これすなわち熱力学温度を示す）温度計があれば、水の三重点を唯一の起点として、高温にも低温にも熱力学温度を設定することが出来ます。ところがそのような温度計は非常に大規模で扱いが難しく、また極低温から高温まで一律に測定することが困難なのです。そこでそれぞれの温度域であらかじめ研究所レベルでしか扱えないような特別な温度計で温度定点を評価します。特別な温度計がどんなものかは、後でご説明します。補完温度計もこのような特別な温度計で評価しています。

ところで、白金抵抗温度計は白金の温度による抵抗値変化をあらかじめ評価して、その抵抗値から温度に換算しているに過ぎません。また、図2に示す定点も、熱エネルギーでもたらされる状態であって、熱エネルギーそのものを指し示しているわけではありません。定義に忠実であるならば、1ケルビンが何ジュールのエネルギーに相当するかを直接教えてくれる温度計であるべきですが、我々が普通手にする温度計は、温度定点も含めて熱エネルギーによってもたらされる二次的な情報を温度として見なしているに過ぎません。このため「温度目盛」とは言えても、「熱力学温度目盛」とは言えないのです。

そしてこのような実用目盛を、定義通りの熱力学温度に整合させるための第一歩が、予定されている定義改定なのです。 (本稿続く)