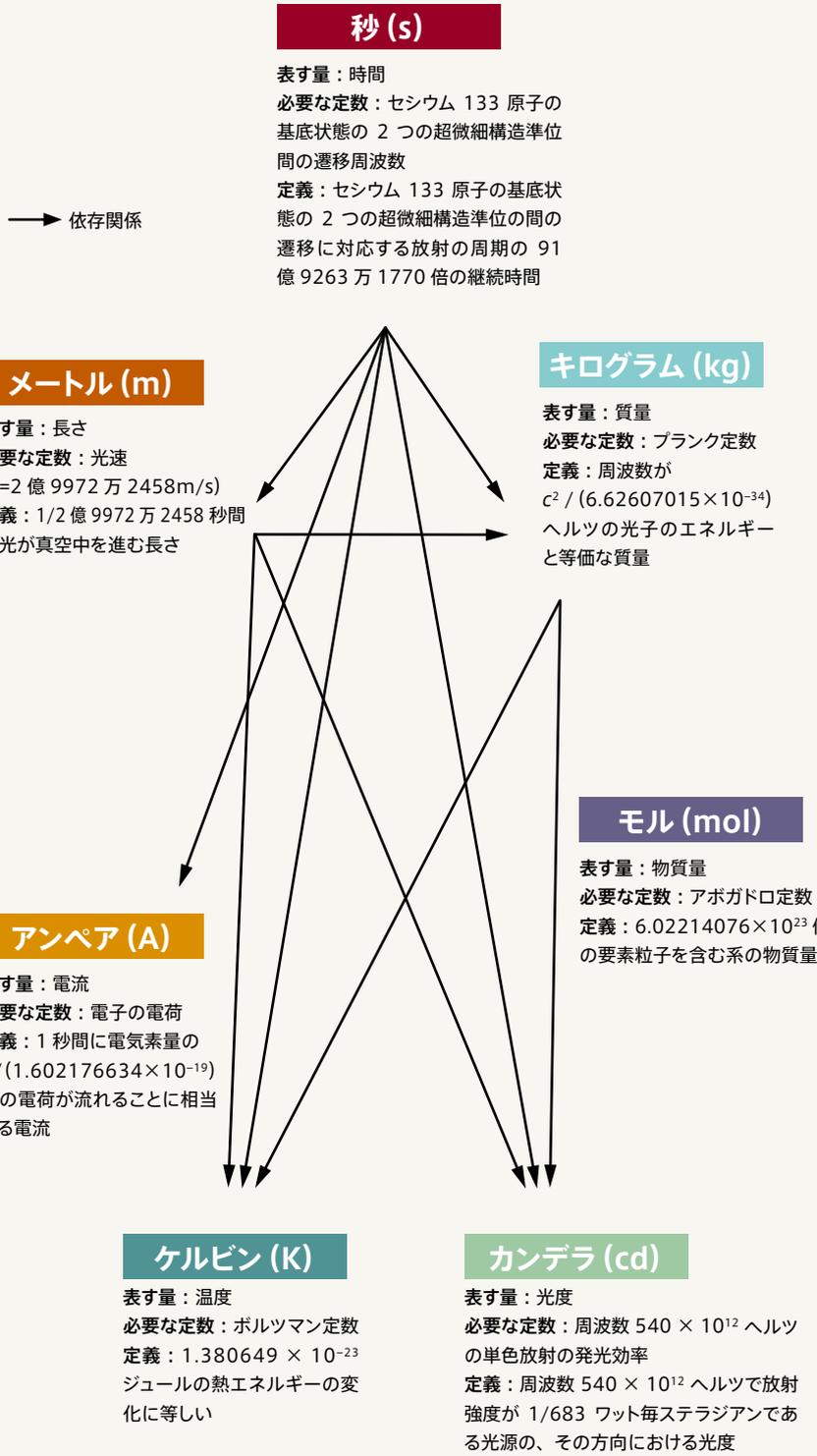


# 国際単位系はこう変わる

改定後の国際単位系では全ての単位が定数との関係で定義され、定数の値は固定される。単位の多くは、お互いの関係によって定義されるようになる。例えば、キログラムの定義には、プランク定数の他に秒とメートルの定義が必要だ。

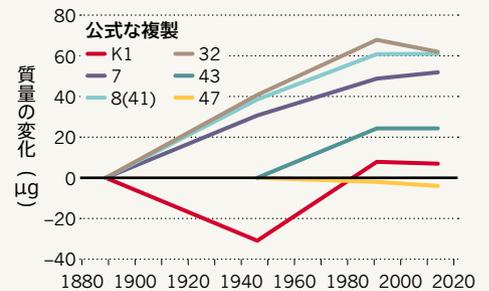


## 問題点

日常的なスケールの測定ならば、既存の国際単位系の定義で十分だ。しかし、現代科学で極端なスケールの測定を行う場合、これでは物足りない。また、度量衡学者は、特定の点や物質に基づいて単位を定義するのは問題が多く、エレガントでもないと言う。

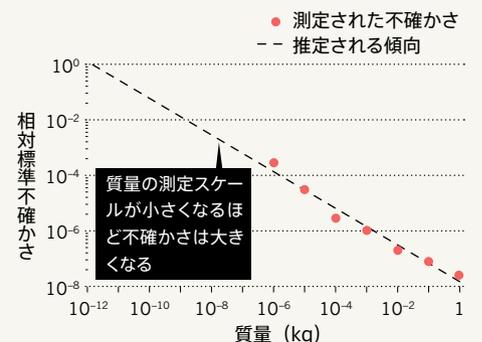
### キログラムの不安定性

キログラムは現在、バリ近郊の施設の密閉容器中で保管されているプラチナとイリジウムの合金製の金属塊の質量によって定義されている。物質は容易に原子を失ったり空気中の分子を吸着したりするため、人工物を利用して単位を定義することは長らく問題視されていた。国際キログラム原器の公式な複製は複数作られているが、一部の複製の質量は、1 世紀の間に国際キログラム原器より少なくとも 50 $\mu$ g 増加している。



### スケールの問題

固定したスケールで単位が定義されている場合、そのスケールから離れるほど不確かさは大きくなる。例えば現在の定義では、ミリグラム領域の測定の最小相対不確かさは、キログラム領域の測定の不確かさより 2500 倍も大きい。現在提案されているように定数に基づいて単位を定義するようになれば、この問題は解決する。



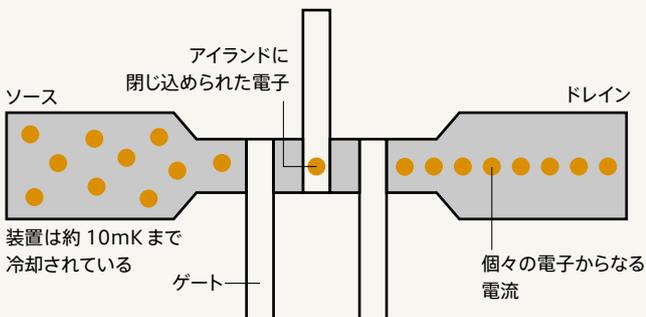
SOURCE: SHAW, G. ET AL. METROLOGIA 53, A86–A94 (2016).

## 手法

国際単位系の定義の改定後は、研究者はさまざまな実験を用いて、定数と測定される各単位とを関連付けられるようになる。

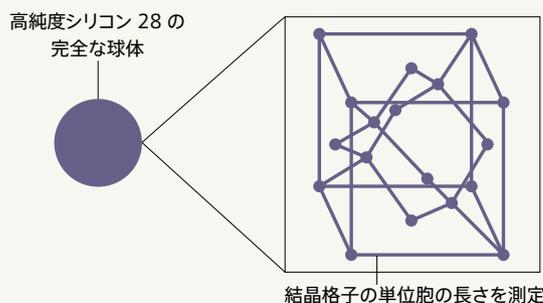
### アンペア：単電子ポンプ

電子の電荷の測定に用いられる電子ポンプはアンペアの定義にも利用できる。このポンプは、導電体中を高速で流れる電子を1個ずつ閉じ込めて、個々の電子を数えて測定可能な電流を生じさせる。



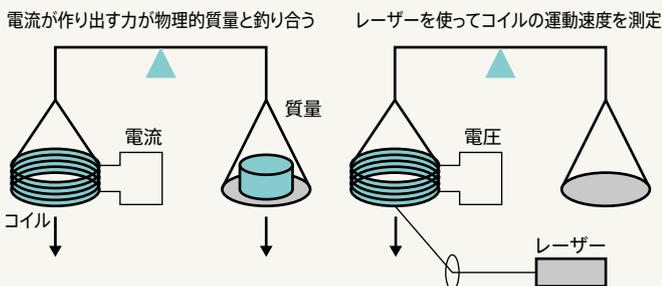
### モル：シリコン球体

単結晶シリコン球体を用いて、アボガド定数を精密に測定する。高純度シリコン 28 を真球に近い球体にし、その結晶格子の単位胞の長さや球体の平均直径をレーザーを使って測定することで、球体中に存在する原子の数を正確に決定することができる。



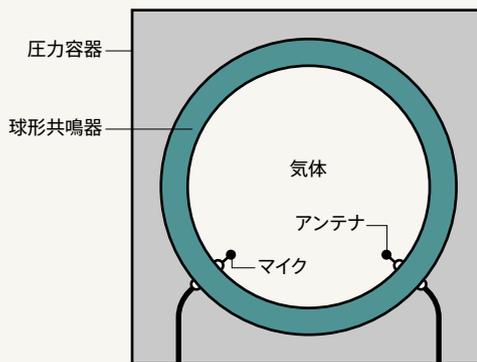
### キログラム：ワット天秤

ワット天秤は、2つの異なる実験を用いて機械的な力と電磁力を比較する。最初に、磁場中のコイルに電流を流して、既知の物理的質量と釣り合う力を発生させる。次に、磁場中でコイルを移動させて起電力を生じさせる。コイルの運動速度と、電圧および電流をプランク定数と関連付ける実験値を測定することで、試料の重さをキログラムで正確に決定することができる。



### ケルビン：音響気体温度計

この手法は精密な温度測定に用いられる。気体を満たした球形共鳴器中で共鳴する音波の周波数と、共鳴器の体積を測定することにより、共鳴器中の一定の温度における音速（共鳴器中の原子の平均速度に比例）を決定することができる。



## 将来

新しい国際単位系の定義の基礎となる定数の数値の合意に向け、実験チームは数十年間準備を続けてきた。基準は厳しく、キログラムチームがこれをクリアできたのは2015年である。2017年7月1日までに全グループが最終的な数値を提出し、今回の会合で厳密な数値として固定された。これが2018年に定数として承認され、2019年5月から定義の運用が開始されると、現行の定数が持つ不確かさは、新しい定数で定義された単位を用いる「測定値」へと移行する。単位の改定により、現在ゼロである国際キログラム原器の質量の不確かさは、少なくとも10ppb (1ppb=1×10<sup>-9</sup>) となる。

