

2018年に定義改定が予定される基本単位は4つあります。このうちキログラム、ケルビン、アンペアについては前報までで説明しました。残るはモル、物質質量です。モルは第14回国際度量衡総会（CGPM・1971）で基本単位へ追加された、SI基本7単位の中で最も新しい単位です。

化学分野では、諸法則の発見に伴い、化学量を特定するための表現・単位が生まれてきました。但し、その多くは例えば原子Aの質量に対して原子Bはその何倍か、といった相対的な量でした。その際、水素を基準とするもの、酸素を基準とするものなどいくつかの考え方がありましたが、最終的に原子数12の炭素の同位体（炭素12, ^{12}C ）に数値12を付与することにしました。そしてそれぞれの原子・分子は炭素12の比として、原子量・分子量が与えられています*。

一方、試料中の原子・分子の絶対的な量（物質質量）は個数で表すことが出来ます。ただし、扱う量に対して原子・分子は非常に小さいので、単純に個数で表すと膨大な数になります。そこで人間が取り扱いやすいスケールにする比例定数としてアボガドロ定数が考え出されました（[Vol.75](#)参照）。物質質量の単位、モルは、アボガドロ定数相当の粒子の数を基準にしてその何倍であるかを意味します。つまりモルと粒子の数とは逆数の関係にあります。

$$\text{モル} = \frac{\text{粒子の総量}}{\text{アボガドロ数}}$$

一方現在のモルの定義は（SI文書第8版の邦訳による）

1. モルは、0.012キログラムの炭素12の中に存在する原子の数に等しい数の要素粒子を含む系の物質質量であり、単位の記号は mol である。
2. モルを用いるとき、要素粒子が指定されなければならないが、それは原子、分子、イオン、電子、その他の粒子又はこの種の粒子の特定の集合体であってよい。
この定義の結果、炭素12のモル質量 $M(^{12}\text{C})$ は正確に 12g/mol である。

とされています。この定義の中に、アボガドロ定数は記載されていません。

つまりモルは要素の個数に着目した量の単位ですが、現在は個数ではなく、質量に基づいて「12グラムに含まれる炭素12の個数」として間接的に定義されているのです。この背景には、[Vol.75](#)でも触れたとおり、アボガドロ定数自体が現在も測定対象にあり、確定できていないという事情によります。もし何らかの方法で炭素12をそのアボガドロ定数分けて質量を測定したとしても、現在求められているアボガドロ定数には不確かさがあるため、正確には12グラムにはなりません。このような二重性を避けるため、質量の定義を優先させ、1モルの物質に含まれる要素粒子の数、すなわちアボガドロ定数を定めていないのです。

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。

ではアボガドロ定数の測定技術が進歩して、質量の基準より正確になったらどうでしょうか。その場合はアボガドロ定数自体をモルの定義にしたほうが合理的と考えられます。そして [Vol.75](#) で述べたとおり、質量の再定義とはアボガドロ定数を正確に決定することに他なりません。

質量の基準（キログラム原器の長期的安定性）を上回る精度で質量を測定することこそが、アボガドロ定数の決定、すなわちモル定義の改定に必要な条件なのです。

そして新しいモルの定義は次のように予定されています（現在も議論の途上で確定したものではありません）。

モルは今後も、要素粒子（原子、分子、イオン、電子その他の粒子またはそれらの粒子の特定の集合がありうる）の物質量の単位として使用されるが、その大きさは、SI 単位 mol^{-1} で表したときのアボガドロ定数の値を正確に $6.022\ 14 \times 10^{23}$ ($=\text{mol}^{-1}$) と定めることによって設定される。

X は今後実験的に決定されます。それに到る経緯も [Vol.75](#) で触れたとおり、質量の再定義と一体で検討されています。

新しい定義ではモルの定義は質量から切り離され、個数に基づく直接的でわかりやすいものとなります。また、アボガドロ定数が確定されることで、原子・分子・イオン・電子等の粒子を集団として扱うときの不確かさも小さくなることを意味します。

さらに他の定義改定にかかる定数も確定されることで、将来様々な計測精度が向上することが期待できます。例えばボルツマン定数 k と合わせて、気体定数 $R (=kN_A)$ が厳密に定められます。これによって気体分子と熱量との関係である熱交換器の評価技術が向上するかも知れません。

また、電気素量 e と合わせて、1 モルあたりの電荷であるファラデー定数 $F (=N_A e)$ が厳密に定められます。これによって電気化学反応である電池の効率向上に寄与するかも知れません。

このように、一連の定義改定は単にひとつの単位の見直しに留まらず、今後の科学の発展に資するように慎重に検討されているのです。

原子量の基準には長く酸素が用いられていましたが、化学系と物理系で扱いが異なったこと（物理学の分野では $^{16}\text{O}=16$ を基準とする一方、化学の分野では三種類の同位体・ ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O の混合物である天然の酸素の原子量を 16 とした）など、混乱があったため、他の原子との比較容易性などから炭素 12 (^{12}C) を基準とすることで IUPAP（国際純正応用物理学連合, International Union of Pure and Applied Physics）と IUPAC（国際純正応用化学連合, International Union of Pure and Applied Chemistry）の間で合意され（1961 年）、今日に到っています。