

量の表しかた

日置 昭治

1 はじめに

量 (quantity) とは、“現象、物体または物質のもつ属性であって、その属性が数値と標準 (reference) として表すことのできる大きさをもっているもの”と VIM 第3版¹⁾で定義されている。そこでの標準は、測定単位、測定手順、標準物質またはそれらの組み合わせである。それよりも旧版である VIM 第2版の定義が分かりやすく、本稿における量は、“現象、物体または物質のもつ属性であって、定性的に区別でき定量的に決定できるもの”を念頭に置いて考えておく。量という用語は“長さ”や“濃度”というような一般的な意味で用いられることと、“ある棒の長さ”や“ある塩酸溶液の濃度”というような個別特定の量に対して用いられることがある。

本稿では SI (国際単位系) の量を扱い、原則としてそれらの量の値の表し方について解説する。SI は単位について全世界で共通に使われる唯一の一貫性のあるシステム (coherent system) である。一貫性のあるシステムとは、単位間の数値の換算を必要としない単位系であって、10 の累乗と言えども換算の必要である SI 接頭語 (後述) を付した単位は、一貫性のあるシステムの単位ではない。

なお、本稿の執筆は、JIS Z 8203 : 2000 {国際単位系 (SI) 及びその使い方}, JIS Z 8202-0 : 2000 (量及び単位—第0部 : 一般原則), JIS Z 8202-8 : 2000 (量及び単位—第8部 : 物理化学及び分子物理学), JIS Z 8301 : 2008 (規格票の様式及び作成方法), JIS K 0050 : 2005 (化学分析方法通則) とその改正案の各 JIS 規格も考慮に入れながら、基本的には SI 文書第8版 (英語版)²⁾の内容に基づいて行った。

2 SI 単位と SI 以外の単位

2.1 基本量と基本単位

量というのは大きさをもつ属性であって、その大きさを表したものが量の値である。量の値は、大きさを表す

表1 SI 基本量 (base quantity) と七つの SI 基本単位 (base unit)

量の名前 (quantity name) (括弧内は英語名)	量(の)記号 (quantity symbol)	単位の名前 (unit name) (括弧内は英語名)	単位(の)記号 (unit symbol)
長さ (length)	l, h, r, x	メートル (metre)	m
質量 (mass)	m	キログラム (kilogram)	kg
時間 (time, duration)	T	秒 (second)	s
電流 (electric current)	I, i	アンペア (ampere)	A
熱力学温度 (thermodynamic temperature)	T	ケルビン (kelvin)	K
物質質量 (amount of substance)	n	モル (mole)	mol
光度 (luminous intensity)	I_v	カンデラ (candela)	cd

数値とその単位の積として表される。数値と単位の間には空白が置かれ、その空白は両者の積を意味すると理解される。その単位は当該の量について基準として使われるある特定の例であり、その数値は単位に対する量の値の比である。量の値は単位の選択に依存しないが、量の値の大きさを表す数値は単位しだいである。量の値としては見掛け上単位のない量 (すなわち無名数の量) もあるが、その場合には単位は1であるととする。

七つの基本量とそれらに対応する基本単位が定められている。表1の初めのカラムは基本量あるいはその名前を示しており、三番目のカラムは (SI) 基本単位あるいはその名前を示している。たとえば物質質量という (基本) 量について、モルは単位 (の名前) で、mol は単位の記号である。

余談になるが、質量標準の再定義のための世界的なプロジェクトが進んでおり³⁾ (http://www.aist.go.jp/aist_j/aistinfo/aist_today/vol08_10/p23.html), 順調に進むと遠からずアボガドロ定数が不確かさのない固定された数となり、そこからモルが定義されるようになると、モルは質量との定義上のつながりから解放される。その場合、¹²C の 1 mol の質量は厳密には 12 g ではなくなり、不確かさを有することになる。

2.2 組立量と組立単位

すべての量は基本量を組み合わせた組立量として記述することができ、基本単位の積（商を含む）で定義される組立単位を単位として計量される。組立量と組立単位の例を表2に示す。多くの組立量のうち22個について、その組立単位の固有の名前と単位記号が認められており（表3）、基本単位の積の代わりに用いることもできる。たとえばエネルギーの組立単位の記号 $\text{m}^2 \text{kg s}^{-2}$ は一つの単位記号 J で表すこともできる。また、ある組立単位を、組立単位と基本単位や他の組立単位との積で構成することも可能である。温度の単位の基本はケルビンであり、組立単位の中では通常 K を用いる。表3のようにセルシウス温度の単位であるセルシウス度 ($^{\circ}\text{C}$) は固有の名称をもつ SI 組立単位という扱いである。その大きさは熱力学温度の単位ケルビン (K) に等しい。

単位記号の積および指数を作る場合は、通常の代数の乗除の規則を適用する。積は空白あるいは中間ドットを置いて示す。たとえば、 Nm や $\text{N}\cdot\text{m}$ とする。そのようにしないと接頭語によっては単位記号と誤ることがある。すなわち、 ms や $\text{m}\cdot\text{s}$ は積を表すが、これを ms とすると m は接頭語（後述）のミリを表すことになる。単位記号の商は水平線、斜線 (/) または負のべき指数によって示される。たとえば、 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ 、 m/s または m s^{-1} である。 m s^{-1} の代わりに $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ でもよい。複数の単位記号を組み合わせるときには、曖昧さを避けるように注意しなければならない。たとえば、括弧や負のべき指数を用いるべきであるし、括弧を使わない限りは一つの表現の中では斜線は一度しか使うことができない。具体的な例を示すと、 $\text{m kg}/(\text{s}^3 \text{A})$ や $\text{m kg s}^{-3} \text{A}^{-1}$ や $\text{m kg s}^{-3}/\text{A}$ はよいが、 $\text{m kg}/\text{s}^3/\text{A}$ や $\text{m kg}/\text{s}^3 \text{A}$ や $\text{m kg}/\text{s}^3 \text{A}^{-1}$ は許されない。もう一つ分子量の例を示すと、 $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 、 g/mol 、 g mol^{-1} はいずれも用いることができる。 $(\text{mol g}^{-1})^{-1}$ 、 $(\text{mol/g})^{-1}$ 、 $\text{mol}^{-1}/\text{g}^{-1}$ は禁止が明示されていないが、あえて複雑な表現をすることが無意味であるのは明らかである。なお、個別の単位記号の並び順には、負の累乗を含めてルールはなく、 $\text{mol}^{-1} \text{g}$ や $\text{mol}^{-1}\cdot\text{g}$ は可能である。

2.3 SI 単位との併用を認められた非 SI 単位及びその他の非 SI 単位

SI 文書では、非 SI 単位を時には使用する自由があるし、今後も長く使用されると予想される非 SI 単位があると述べられている。SI 単位との併用が認められている非 SI 単位を表4に示した。このうち、体積の単位リットルの記号は大文字 L と小文字 l のどちらを用いてもよい。数字の 1 との混同を避けるためである。ただし、ISO（国際標準化機構）と IEC（国際電気標準会議）では小文字 l のみの使用が認められている。なお、大文

表2 組立量と組立単位の例

組立量 の名前	推奨される 量(の)記号	組立単位の名前	組立単位 の記号
面積	A	平方メートル	m^2
体積	V	立方メートル	m^3
速さ、速度	v	メートル毎秒	m/s
波数	σ	毎メートル	m^{-1}
質量密度	ρ	キログラム毎立方メートル	kg/m^3
濃度	c	モル毎立方メートル	mol/m^3
質量濃度	ρ, γ	キログラム毎立方メートル	kg/m^3
屈折率	n	(数字の) 1	1

表3 固有の名前と記号をもつ 22 個の SI 組立単位

組立量の名前	組立単位 の名前	組立単位 の記号	SI 単位での量の値
平面角	ラジアン	rad	$\text{m/m}=1$
立体角	ステラジアン	sr	$\text{m}^2/\text{m}^2=1$
周波数	ヘルツ	Hz	s^{-1}
力	ニュートン	N	m kg s^{-2}
圧力、応力	パスカル	Pa	$\text{N/m}^2=\text{m}^{-1} \text{kg s}^{-2}$
エネルギー、 仕事、熱量	ジュール	J	$\text{Nm}=\text{m}^2 \text{kg s}^{-2}$
仕事率、放射 束	ワット	W	$\text{J/s}=\text{m}^2 \text{kg s}^{-3}$
電荷、電気量	クーロン	C	s A
電位差(電圧)	ボルト	V	$\text{W/A}=\text{m}^2 \text{kg s}^{-3} \text{A}^{-1}$
静電容量	ファラド	F	$\text{C/V}=\text{m}^{-2} \text{kg}^{-1} \text{s}^4 \text{A}^2$
電気抵抗	オーム	Ω	$\text{V/A}=\text{m}^2 \text{kg s}^{-3} \text{A}^{-2}$
コンダクタンス	ジーメンズ	S	$\text{A/V}=\text{m}^{-2} \text{kg}^{-1} \text{s}^3 \text{A}^2$
磁束	ウェーバ	Wb	$\text{Vs}=\text{m}^2 \text{kg s}^{-2} \text{A}^{-1}$
磁束密度	テスラ	T	$\text{Wb/m}^2=\text{kg s}^{-2} \text{A}^{-1}$
インダクタンス	ヘンリー	H	$\text{Wb/A}=\text{m}^2 \text{kg s}^{-2} \text{A}^{-2}$
セルシウス温度	セルシウス度	$^{\circ}\text{C}$	K
光束	ルーメン	lm	$\text{cd sr}=\text{cd}$
照度	ルクス	lx	$\text{lm/m}^2=\text{m}^{-2} \text{cd}$
放射性核種の 放射能	ベクレル	Bq	s^{-1}
吸収線量、比 エネルギー分 与、カーマ	グレイ	Gy	$\text{J/kg}=\text{m}^2 \text{s}^{-2}$
線量当量、周 辺線量当量	シーベルト	Sv	$\text{J/kg}=\text{m}^2 \text{s}^{-2}$
酵素活性	カタール	kat	$\text{s}^{-1} \text{mol}$

字 L と小文字 l の代わりに筆記体のエルを用いてはいけない。表4以外ではネーバ (Np)、ベル (B)、デシベル (dB) も SI との併用が認められている非 SI 単位である。

その他にもバール (bar)、水銀柱ミリメートル

表4 SI単位との併用が認められている非SI単位

量の名前	単位の名前	単位の記号	SI単位での量の値
時間	分	min	1 min=60 s
	時	h	1 h=60 min=3600 s
	日	d	1 d=24 h=86 400 s
平面角	度	°	1°=($\pi/180$) rad
	分	'	1'=(1/60)° =($\pi/10\,800$) rad
	秒	"	1"=(1/60)' =($\pi/648\,000$) rad
面積	ヘクタール	ha	1 ha=1 hm ² =10 ⁴ m ²
体積	リットル	L 又は l	1 L=1 l=1 dm ³
質量	トン	t	1 t=10 ³ kg
エネルギー	電子ボルト	eV	実験的に得られる
質量	ダルトン	Da	実験的に得られる
	統一原子質量単位	u	1 u=1 Da
長さ	天文単位	ua	実験的に得られる

(mmHg), オングストローム (Å) 等を含めて, 特殊な状況下で使用されている非SI単位があるが, SI単位が優先して使われるべきものである。また, SI単位と混ぜて使うのは避けることが望ましい。表4のはじめの九つ以外の非SI単位を使用する場合には, 対応するSI単位で定義するのが望ましい。その他の詳細はSI文書を参照してほしい。

さらに, 使うことが推奨されない多くの非SI単位があり, 長く使われ続けるとは考えられていないものの, 直ちに使われなくなる状況でもないの, そのような単位についての換算係数の表が国際度量衡局 (BIPM) のwebsiteに公開されている (www.bipm.org/en/si/si_brochure/chapter4/conversion_factors.html)。

2.4 接頭語の使い方

SI単位の大きさに比べて桁違いに大きい量や小さい量を表すために, 表5に示した接頭語が決められていて, SI単位と組み合わせて用いられる。SI基本単位と組立単位のどちらとでも組み合わせて, 10進法による倍量または分量を表す単位を構成することができる。たとえば10³ mをキロメートル (kilometre) と km, 10⁻⁶ Vをマイクロボルト (microvolt) と μ V と表すことができる。また, 20 V/cm=2000 V/m=2 kV/mであり, 2.00×10³ V/mのように有効数字を示すこともできる。接頭語を使うと10ⁿの表現を使わない, あるいはそのnの大きさを小さく押さえることができる。ただし, 計算をするときには接頭語の代わりに10の累乗を用いたほうが間違いを避けることができる。

mmol/mLや μ mol/mLはSIでは明示的に禁じてはいないと考えられるが, 特に理由がなければmol/Lやmmol/Lのような接頭語の少ない表現を勧めたい。

表5 SI接頭語

乗数	名前	記号	乗数	名前	記号
10 ¹	デカ (deca)	da	10 ⁻¹	デシ (deci)	d
10 ²	ヘクト (hecto)	h	10 ⁻²	センチ (centi)	c
10 ³	キロ (kilo)	k	10 ⁻³	ミリ (milli)	m
10 ⁶	メガ (mega)	M	10 ⁻⁶	マイクロ (micro)	μ
10 ⁹	ギガ (giga)	G	10 ⁻⁹	ナノ (nano)	n
10 ¹²	テラ (tera)	T	10 ⁻¹²	ピコ (pico)	p
10 ¹⁵	ペタ (peta)	P	10 ⁻¹⁵	フェムト (femto)	f
10 ¹⁸	エクサ (exa)	E	10 ⁻¹⁸	アト (atto)	a
10 ²¹	ゼタ (zetta)	Z	10 ⁻²¹	zepto (zepto)	z
10 ²⁴	ヨタ (yotta)	Y	10 ⁻²⁴	ヨクト (yocto)	y

接頭語は二つ以上重ねては用いない。たとえば10⁻⁹ mを意味するnmはm μ mのように表さないし, pgを表すために10⁻³ ngはよいがmngは用いることができない。kgは例外で, はじめから接頭語kが付いたものが基本単位に選ばれており, 接頭語を付ける場合にはgに付ける。たとえば μ kgとはせずmgとする。

合成された単位記号に正負のべき指数を付けることができ, たとえばdm³はdm全体の指数を意味し, dm³=(10⁻¹ m)³=10⁻³ m³であり, 10⁻¹ m³ではない。密度の単位はkg/m³が基本であるが, kg/kL (g/Lと同じ)のほか, g/cm³やkg/dm³も許されるべきである。

3 量の表し方の規則

3.1 単位記号と単位名の規則

いかなる量も唯一のSI単位をもつ (ただし表現方法は複数あり得る)が, 同じSI単位が複数の量の単位をとる場合がある。たとえばヘルツとベクレルは単位s⁻¹, 熱容量とエントロピーはともにJ/Kである。したがって量の単位とともに量の名前を示すことが重要である。

単位記号はローマン体 (立体) で印刷される。人名に由来する単位では1文字目を大文字とするが, それ以外の単位はすべて小文字で印刷される。

単位記号は省略形ではないので, 文末でない限りは終止符を記号の後ろに付けない。また, 単位記号の複数形を使わないし {単位名の複数形 (英語) は可}, 単位記号と単位名を混ぜて使わない。たとえば, クーロン毎キログラムやC/kgはよいが, クーロン毎kgは用いない。

単位記号や単位名に省略語を使わない。たとえばsと秒 (second) の代わりにsec, cm³と立方センチメートルの代わりにcc, m/sとメートル毎秒の代わりにmpsを用いることはいずれも許されない。単位記号として決められたものを使うことはSIでは強制である。

量の値は通常, 数値 (の記号) と単位記号を用いて表されるが, ふさわしい理由があれば, 単位記号の代わりに単位名を使って構わない。たとえば2 m/sの代わり

に2メートル毎秒 (2 metres per second)。なお、文章中で単位を数値と組み合わせないときは、単位は文字 (単位名) で記入するが (ただし本稿ではその性格上、単位記号を単独で使っている場面がある)、単位記号を括弧内に入れて付記してもよい。

3・2 量記号の規則

量の記号は一般にイタリック体 (斜体) の一文字である。ただし、上付き、下付きの添え字 (立体) や括弧内記述を用いて追加情報を与えてもよい。物理量としての添え字は斜体とする。たとえば、 $C_{m,p}$ は定圧モル熱容量を示す。水素イオン活量の逆数の常用対数は、量記号 pH で表すが (名前も pH)、例外として半角立体で示す。pH の単位を示すときは 1 とする。

量について分野ごとの推奨される名前と記号は様々な文書に挙げられている (ISO 31, IUPAC Green Book⁴⁾ 等)。量記号は強制ではなく推奨であるが、できるだけそれに従うことが望ましい。ある特定の状況である量に対して自分で決めた記号を使いたい場合は記号の意味を明確に定義しなければならない。しかし、量の名前も記号も特定の単位を指定するものであってはならない。

量記号が単位の特定の選択を示すべきではないのと同様に、単位記号には量の性質についての特定の情報を与えるような修飾記号を加えるべきではなく、必要であればそのような情報は量記号に加えるべきである。たとえば、 $I_{\max}=10\text{ A}$ として、 $I=10\text{ A}_{\max}$ とはしない。鉛の質量分率 $w(\text{Pb})=2.3\times 10^{-6}$ として、 $2.3\times 10^{-6}\text{ w/w}$ のような単位 1 の修飾はしない。

量記号の乗除には ab , $a b$, $a \cdot b$, $a \times b$, a/b , $\frac{a}{b}$, ab^{-1} , $a b^{-1}$, $a \cdot b^{-1}$, $a \times b^{-1}$ を用いることができる。 $a/b+c$ は $(a/b)+c$ の意味であるので、 $a/(b+c)$ を意味する場合は括弧が必須である。

3・3 量の値の規則

量の値は数と単位の積として表される。その数はその単位で表した量の数値である。数値はいつも単位の前に置かれ、間には積のしるしとみなされる空白が入る。量の数値は単位の選択に依存する。たとえば、速さ v という量の値について、 $v=50\text{ m/s}=180\text{ km/h}$ であり、量の値 v としては同一であるが、単位の選択によって量の数値は 50 や 180 のように変わる。

ただし、平面角の度、分、秒 ($^{\circ}$, $'$, $''$) だけは例外であって、数値と単位記号の間に空間を作らない。たとえば $\varphi=12^{\circ}34'5''$ のようにする。また、JIS Z 8301:2008 によれば、量の値に単位名を用いる場合は数値との間隔を空けないとしているが、英語にはない日本語における特殊事情である。なお、セルシウス温度の $^{\circ}\text{C}$ は通常の取り扱いであり、 $t=40.9^{\circ}\text{C}$ のように間隔を空ける。

量の値を量の数値と単位の積として表したとき、それらの数値と単位は通常の代数の規則に従って扱うことができる。 $T=273\text{ K}$ を $T/\text{K}=273$ と書くことができ (ここでの T は量記号であるが量の値を意味していることになる)、これを表の見出しとして用いて、表中には数値だけを用いることができる。対数については $\ln(p/\text{MPa})$ のように示すことができる。図の軸上の表示も同じようにすることができる。 $10^3\text{ K}/T$ の代わりに kK/T や $10^3(T/\text{K})^{-1}$ のように使ってもよい。図の軸上に示す量の名前と単位の関係を考えると、temperature/ $^{\circ}\text{C}$ のような表現をする場合には、temperature は量の名前ではあるが量の値を意味すると解釈すれば T/K や $T/^{\circ}\text{C}$ と同じ扱いになっていると理解できる。

量の値の積には積の記号 \times か括弧のどちらかを用いるべきである。たとえば $(53\text{ m/s}) \times 10.2\text{ s}$, $(53\text{ m/s}) \times (10.2\text{ s})$, $(53\text{ m/s})(10.2\text{ s})$ として、中間ドットは用いない。数だけを掛けるときは記号 \times を用いる。斜線 (/) を用いた量の値の商には、曖昧さを除くために括弧が使われ、たとえば $(20\text{ m})/(5\text{ s})$, $(a/b)/c$, $a/(bc)$ などとする。

3・4 その他の規則

小数点を表すにはピリオドまたはコンマを線上に示す。どちらかと言えば、英語圏ではピリオド、仏語圏ではコンマを使用する傾向があるが、日本においては一般にピリオドの使用を基本としている。数の絶対値が 1 未満のときは小数点の前に必ず 0 を置く。桁の多い数に対しては、読みやすくするために、3 桁ごとにまとめて、その間に狭い空白を置いてもよいが、空白の代わりにドットやコンマを入れてはいけぬ。小数点の前あるいは後ろが 4 桁のときは、1 桁だけを孤立させないために空白を作らないのが普通である。3 桁ごとの区切りは自由選択であるが、表の場合には、一つのカラムの中では統一した形式で示す。

見積もられた量 x に付随する不確かさ (包含係数 $k=1$) は $u(x)$ と表される。たとえば、ファラデー定数を $F=9.648\,533\,99(24)\times 10^4\text{ C/mol}$ のように示すのが一つの便利な方法であり、この場合括弧内の数値は末尾の桁に対応する合成標準不確かさを意味する。包含係数が 1 でない場合には、そのことを述べなければならない。なお、IUPAC の原子量表に示された原子量は、個々の元素に対して起こるかもしれない変動のタイプに十分注意すれば、括弧内に入れた (最後の桁に対する) 数字の士まで信頼できると考えられるとされており、その不確かさとして示されている数値は一般的な存在範囲を意味すると解釈され、矩形分布を仮定して標準不確かさを算出することが多い。SI の規則ではないが、 $(1001.5 \pm 1.0)\text{ mg/kg}$ あるいは $1001.5\text{ mg/kg} \pm 1.0\text{ mg/kg}$ (士に続く数値は包含係数 $k=2$ の拡張不確かさを示す) のよ

うに表すこともある。

一つの表示の中では単位は一つだけ使われ、たとえば 1.73 m はよいが 1 m 73 cm は認められない。非 SI 単位を用いた時間の値と平面角を示すときは例外である。ただし、平面角に対しては、 $35^{\circ} 24'$ よりも度を用いて 35.40° とするほうが、小さい角度の測定の場合などを除き一般に好ましい。

質量濃度（質量を混合物の体積で除したもの）又は物質質量濃度（物質質量を混合物の体積で除したもの）の記述においては、体積の測定条件を明示する。ただし、 20°C での液体の体積又は 101.325 kPa , 0°C での気体の体積の場合については明示しなくてもよいという規定が JIS K 0050 の改正案に盛り込まれる予定である。個人的な意見であるが、誰もがこのルールを正確に理解しているとは限らないし、ルールは場所と時代によっても変動するので、極力明示したほうが誤解を避けることができるはずである。

JIS Z 8202-0:2000 に規定されているように、範囲を示す場合には各々の数値に単位を付けるか、範囲全体を括弧に入れて表示するのが望ましい。例えば、常温 $15\sim 25^{\circ}\text{C}$ ではなくて、常温 $15^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ または常温 $(15\sim 25)^{\circ}\text{C}$ が望ましい。

3.5 無次元の量の表し方

同じ次元の二つの量の比で構成される無次元量（正確には次元が 1 である量）の単位は 1 である。屈折率、比誘電率等のほか分率も当てはまる。相対不確かさも率（無次元量）の一つである。

質量分率、体積分率又は物質質量分率（これまでは慣習的にモル分率と呼ぶことが多かった）については、質量分率 0.5 のように、無名数で表す。パーセント（%；百分率）は単位（単位記号）ではないが、表現上は単位と同じように数値の後に 1 文字分の空白を挿入して、0.01 を表す % を用いて表してもよいし、JIS K 0050:2005 では 0.001 を表す ‰（“パーミル”；千分率）を用いて表してもよいとしている。なお、数値と % の間に空白を挿入することについては異論もなくはないが、SI 文書第 8 版で明示されたので従わなければならない。無次元量を表すときはパーセントという名前よりも記号 % を用いるべきである。また、質量百分率（質量パーセント）、体積分率、物質質量百分率のような用語は用いるべきではない（後述の計量法は例外）。どの分率であるかを明示する必要があり、% 又は ‰ の後にどの分率によるかを表示してもよい。たとえば、質量分率 0.01、質量分率 1 %、1 ‰（質量分率）と表す。なお、単位記号に注釈あるいは付加情報を加えたような $3.6\% (\text{w/w})$ という表し方はよくない。また、表や図で $x\%$ という表記は避け、 $100x$ と書くべきである。余談になるが、たとえば Cr 40 % の FeCr 合金において、組成 40 % に

対する標準不確かさ 0.1 % という表現は曖昧であり、相対値ならば相対標準不確かさ 0.1 % と記す。

JIS Z 8202-0:2000 には、“ppm, pphm 及び ppb のような略号は使用してはならない。”と規定されている（計量法での例外は後述）。ただし、SI 文書では、相対値 10^{-6} （すなわち百万分率）を意味する ppm は必ずしも禁止していない一方で、ppb と ppt の二つは使用言語に依存するので極力避けるのがよいとしている。英語圏では現在一般に billion は 10^9 、trillion は 10^{12} と受け取られるが、各々 10^6 の二乗と三乗と解釈される恐れがあるし、ppt は千分率と誤解される危険性もある。% や ppm などを用いるときは、対応する無次元量を示すことが重要である。

無次元の比（物質質量分率、質量分率、体積分率、相対不確かさ等）を示すときは、同じ種類の二つの単位の比の使用が有用なことがある。たとえば $x_B = 2.5\text{ mmol/mol}$ や $u_r(x_B) = 0.3\text{ mg/kg}$ である。JIS Z 8202-0:2000 には、“質量分率及び体積分率は、 $5\text{ }\mu\text{g/g}$ 又は 4.2 mL/m^3 という形式で表すこともできる。”と規定されている。mol/mol, g/g（あるいは kg/kg）のように表示することも許される。質量分率 2 ng/g あるいは 2 ng/g （質量分率）の表現は許され、これらは 2×10^{-9} （質量分率）と同じことである。単位への注釈の付与は禁止であるが 2 ng/g （質量分率）の場合は量の値の説明と理解できる。

無次元の量の単位名は 1 (one) であり、その記号は 1 である。この場合の量の値は単に数で示され、わざわざ $n=1.51\times 1$ のようにはしない。例外として、平面角の単位 1 に特別の名前ラジアンと記号 rad、立体角の単位 1 にステラジアンと記号 sr が与えられている。また、対数比であるいくつかの量に対して非 SI 単位のネーパ、ベル、デシベルが使われる。無次元の量の単位記号 1 および単位名 1 (one) に接頭語は付けられず、必要な場合には 10 の累乗が用いられる。

JIS K 8005:2005 では、対応国際規格及び/又は強制法規がある場合において、やむを得ない場合は、SI に従わなくてもよいとされている。実際、計量法では、濃度の単位として“質量百分率（%）、質量千分率（‰）、質量百万分率（ppm）、質量十億分率（ppb）、質量一兆分率（ppt）、質量千兆分率（ppq）、体積分率（vol % 又は ‰）、体積分率（vol ‰ 又は ‰）、体積分率（vol ppm 又は ppm）、体積分率（vol ppb 又は ppb）、体積分率（vol ppt 又は ppt）、体積分率（vol ppq 又は ppq）及びピーエッチ（pH）”を使用することとされているので（各括弧内は計量法自身には記載はない）、法定関係での分析においては、“強制法規がある場合において、やむを得ない場合”に該当して、これらの使用が認められている。また、第十五改正日本薬局方⁵⁾においても SI とは相容れない一部の単位の規定が

あり、それを配慮しなければならないことがある。

4 特別な試薬の濃度の示し方

JIS Z 0050 : 2005 によれば、表 6 (JIS 改正案に沿って一部修正) に示す試薬については、通常の方法で濃度を表示するほか、水との混合比で濃度を表示してもよい。表 6 の試薬は、指定の純度又は濃度であれば、試薬の体積 a と水の体積 b とを混合した場合 (a と b は量記号とは考えないで、斜体では示していない)、“試薬名 (a+b)” 又は“化学式 (a+b)” と表示することができる。この表示は特定の濃度の試薬にのみ許されており、たとえば 70 % 硝酸ではこの表示は認められない。

5 英語での表現のために

SI の規則には、日本語では当てはまらないが、英語で表現する場合には従うべきものがあるので、英語論文等を書くときの参考のために以下にまとめておく。

単位名は普通の名詞として扱われ、複数形にもなり、通常ローマン体 (立体) で印刷される。単位の名前は、文頭や大文字しか使わない題名などを除き、大文字で単位記号が始まる単位であっても小文字で始める。たとえば、電流は単位名は ampere であり単位記号は A である。単位記号 °C をもつ単位名の正しい英語表記は degree Celsius であるが、単位 degree は小文字 d で始まり、修飾語 Celsius は大文字 C で始まる。

単位名が接頭語と組み合わせられるときは、間に空白やハイフンを用いないで、たとえば milli gram や milli-gram ではなくて milligram とする。組立単位の名前が個別の単位の積である場合は、間に空白かハイフンを用いて、たとえば pascal second あるいは pascal-second とする。

累乗がかかわる単位名に squared や cubed のような修飾語が使われる場合は、単位名の後ろに置かれ、たとえば metre per second squared (メートル毎秒毎秒) とする。ただし、面積と体積に限っては、square と cubic を代わりに用いてもよいが、名前の前に置かれる。たとえば square centimetre (平方センチメートル) や kilogram per cubic metre (キログラム毎立方メートル) のように表す。

量の値が形容詞的に使われるときも、数値と単位記号の間に空白を入れるが、単位名が書き下されるときだけは、通常の英語の文法規則に従って数と単位の間にはハイフンが入る。たとえば a 1 k Ω resistor であり、a 35-millimetre film である。

6 おわりに

BIPM (国際度量衡局) のお膝元のパリでは、飲用水の瓶の容量表示がたとえば 50 cL (すなわち 500 mL) となっている。初めて見たときには一瞬とまどったが、

表 6 水との混合比で表すことのできる試薬

試薬の名称	化学式	純度又は濃度 (%) (質量分率)	物質濃度 (概略値) mol/L	密度 (20 °C) g/mL
塩酸	HCl	35.0~37.0	11.7	1.18
硝酸	HNO ₃	60~61	13.3	1.38
過塩素酸	HClO ₄	60.0~62.0	9.4	1.54
ふっ化水素酸	HF	46.0~48.0	27.0	1.15
臭化水素酸	HBr	47.0~49.0	8.8	1.48
よう化水素酸	HI	55.0~58.0	7.5	1.70
硫酸	H ₂ SO ₄	95.0 以上	17.8 以上	1.84 以上
りん酸	H ₃ PO ₄	85.0 以上	14.7 以上	1.69 以上
酢酸	CH ₃ COOH	99.7 以上	17.4 以上	1.05 以上
アンモニア水	NH ₃	28.0~30.0	15.4	0.90
過酸化水素	H ₂ O ₂	30.0~35.5	—	1.11

この表と異なる純度又は濃度の試薬を用いる場合は、その純度、濃度又は密度を試薬名又は化学式の後に記載する。この場合、上記の (a+b) の表示は適用できない。JIS 規格に規定された塩酸 (試薬) には、特級及びひ素分析用があるが、この表に示す塩酸は、特級である。ただし、ひ素分析用については、塩酸 (ひ素分析用) と記すことによって、上記の (a+b) の表示を適用できる。

日本では見慣れないだけで、SI の規則を思い出して納得することができた。規則に従って曖昧さのない適切な表現を行えば科学でのコミュニケーションの道具として役立つので、それらを十分に理解したいものである。

文 献

(URL は筆者 2010 年 12 月 27 日最終確認)

- 1) International vocabulary of metrology—Basic and general concepts and associated terms (VIM), 3rd edition, JCGM 200 : 2008 (VIM 第 3 版) (<http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html>).
- 2) SI 文書第 8 版 (英語版) (<http://www.bipm.org/en/si/si-brochure/>).
- 3) 藤井賢一: 産総研 Today, 8, (10), 23 (2008) (http://www.aist.go.jp/aist_j/aistinfo/aist_today/vol08_10/p23.html).
- 4) (株)日本化学会監修, (株)産業技術総合研究所計量標準総合センター訳: “物理化学で用いられる量・単位・記号 第 3 版”, (2009), (講談社) (通称 IUPAC Green Book の訳).
- 5) 第十五改正日本薬局方 (<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/yakkyoku/>) の通則.



日置昭治 (Akiharu Hioki)

(株)産業技術総合研究所計測標準研究部門無機分析科 (〒305-8563 茨城県つくば市梅園 1-1-1 つくば中央第 3 事業所 3-9)。名古屋大学大学院理学研究科博士後期課程化学専攻修了。理学博士。《現在の研究テーマ》無機標準物質に関する主成分分析から微量分析までの正確さをキーワードとする研究。《主な著書》“分離分析化学事典” (分担執筆) (朝倉書店)。

E-mail : aki-hioki@aist.go.jp