

# 「原子量表 (2017)」について

日本化学会 原子量専門委員会

元素の原子量は1961年、「質量数12の炭素 ( $^{12}\text{C}$ ) の質量を12 (端数無し) としたときの相対質量とする」と決められた。以来、質量分析法等の物理的手法による各元素の核種の質量と同位体組成の測定データは質、量ともに格段に向上した。国際純正・応用化学連合 (IUPAC) の、原子量および同位体存在度委員会 (CIAAW) では、新しく測定されたデータの収集と検討をもとに、2年ごと (奇数年) に原子量表の改定を行っている。これを受けて、日本化学会原子量専門委員会では、毎年4月にその年の原子量表を発表している。以下に示す2017年版の原子量表の数値はIUPACにおいて2015年に承認された原子量の改定<sup>\*1</sup>に基づいている。さらに詳しいことはIUPACのCIAAWの報告書<sup>\*2</sup>および総説<sup>\*3</sup>を参照していただきたい。

原子量表に記載されている各元素の原子量の値は、単核種元素 (一つの安定核種からなる元素) 以外の元素では、その元素を含む物質の起源や処理の仕方などによって変わりうる。これは原子量がそれぞれの元素を構成している安定核種の相対存在度 (元素の同位体比) に依存するからである。測定技術の進歩によって、各元素の同位体存在度はかならずしも一定ではなく、地球上で起こる様々な過程のために変動し、それが原子量に反映することがわかってきた。そうした背景から、2009年IUPACは10の元素については原子量を単一の数値ではなく、変動範囲で示すことを決定した<sup>\*4</sup>。日本化学会原子量専門委員会ではこの変更について検討し、「原子量表 (2011)」以降、IUPACの方針を反映し、このような元素の原子量を変動範囲で、それ以外の元素については従来通り不確かさを伴う単一の数値で示すことにした。

## 変動範囲による原子量の表記について

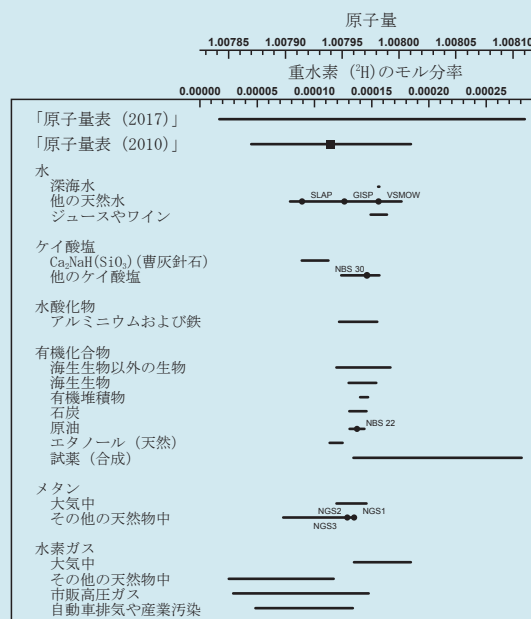
現在、水素、リチウム、ホウ素、炭素、窒素、酸素、マグネシウム、ケイ素、硫黄、塩素、臭素、タリウムの12元素の原子量を変動範囲で示されている。これらの元素は地球上で採取された試料や試薬中の同位体組成の変動が大きいことが知られている。以前は変動範囲が概ね含まれるように原子量の値とその不確かさが定められ、その範囲に含まれない地質学的試料がある場合には“g”、人為的な同位体分別を受けた試薬が一般的に利用されている可能性がある場合には“m”の注が記された。また、このように変動範囲が大きいため測定技術が進歩しても精度のよい原子量を与えることができない元素には“r”という注が記された。例えば水素について様々な試料の同位体組成とそれに対応する原子量を下図に示す。最上段に原子量の変動範囲1.00784~1.00811、次に「原子量表 (2010)」の値1.00794±0.00007が示されており、その下に様々な試料で測定された値が示されている。黒丸で示された点は代表的な同位体標準物質の値で、水素の同位体組成の測定精度は“best measurement”<sup>\*5</sup>で±0.00000005であり、「原子量表 (2010)」までの値に付けられていた不確かさに比べて1/1000以下である。このような状況において不確かさを伴った単一の数値で表記すると、次のような問題点があった：

- ・原子量の不確かさを測定精度と誤解される恐れがある。
- ・原子量の値の分布は元素によって様々であり、ガウス分布をすることは限らない。
- ・新しい測定がそれまでの原子量の範囲を超えた場合、その値を含むように不確かさだけでなく原子量の値も変更しなければならない可能性がある。
- ・定められた原子量の値を持つ実際の物質を見つけることはしばしば難しく、場合によっては不可能である。

この改定でこのような元素の原子量は1つの値ではなく、知られているすべての試料の原子量が含まれるように変動範囲で表され、原子量は一定ではないことを明確に示した。また、この変動範囲の中での分布は原子量表には示されておらず、元素によって様々な分布を持っている<sup>\*4</sup>。したがって、下記の点に注意してこの変動範囲を使用する必要がある：

- ・変動範囲の中間点を原子量の値、変動幅の半分を不確かさとして表記しないこと。
- ・上限、下限の値は地球上の通常物質の測定値に測定誤差を加味して定められているが、それ自体の値は不確かさを持っていない。
- ・原子量の値として可能な限りの桁数を与えているので、場合によっては最後の桁がゼロである場合も表記する。

- \* 1. IUPAC Inorganic Chemistry Division, CIAAW: Standard Atomic Weight of Ytterbium Revised, *Chem. Int.*, **37**(5-6), 26 (2015).
- \* 2. J. Meija *et al.*: Atomic Weights of the Elements 2015 (IUPAC Technical Report), *Pure Appl. Chem.*, to be published. J. Meija *et al.*: Atomic Weights of the Elements 2013 (IUPAC Technical Report), *Pure Appl. Chem.*, **88**, 265 (2016).
- \* 3. J. R. De Laeter *et al.*: Atomic Weights of the Elements: Review 2000 (IUPAC Technical Report), *Pure Appl. Chem.*, **75**, 683 (2003).
- \* 4. M. E. Wieser and T. B. Coplen: Atomic Weights of the Elements 2009 (IUPAC Technical Report), *Pure Appl. Chem.*, **83**, 359 (2011).
- \* 5. M. Berglund and M. E. Wieser: Isotopic Compositions of the Elements 2009 (IUPAC Technical Report), *Pure Appl. Chem.*, **83**, 397 (2011).



# 原 子 量 表 (2017)

(元素の原子量は、質量数 12 の炭素 ( $^{12}\text{C}$ ) を 12 とし、これに対する相対値とする。但し、この  $^{12}\text{C}$  は核および電子が基底状態にある結合していない中性原子を示す。)

多くの元素の原子量は通常物質中の同位体存在度の変動によって変化する。そのような 12 の元素については、原子量の変動範囲を  $[a, b]$  で示す。この場合、元素 E の原子量  $A_r(E)$  は  $a \leq A_r(E) \leq b$  の範囲にある。ある特定の物質に対してより正確な原子量を知りたい場合には、別途求める必要がある。その他の 72 元素については、原子量  $A_r(E)$  とその不確かさ (括弧内の数値) を示す。不確かさは有効数字の最後の桁に対応する。

原子番号	元 素 名	元素記号	原子量	脚注	原子番号	元 素 名	元素記号	原子量	脚注
1	水	H	[1.00784, 1.00811]	m	60	ネ オ ジ ム	Nd	144.242(3)	g
2	ヘ リ ウ ム	He	4.002602(2)	g r	61	プ ロ メ チ ウ ム*	Pm		
3	リ チ ウ ム	Li	[6.938, 6.997]	m	62	サ マ リ ウ ム	Sm	150.36(2)	g
4	ベ リ リ ウ ム	Be	9.0121831(5)		63	ユ ウ ロ ピ ウ ム	Eu	151.964(1)	g
5	ホ ウ 素	B	[10.806, 10.821]	m	64	ガ ド リ ニ ウ ム	Gd	157.25(3)	g
6	炭 素	C	[12.0096, 12.0116]		65	テ ル ビ ウ ム	Tb	158.92535(2)	
7	窒 素	N	[14.00643, 14.00728]	m	66	ジ ス プ ロ シ ウ ム	Dy	162.500(1)	g
8	酸 素	O	[15.99903, 15.99977]	m	67	ホ ル ミ ウ ム	Ho	164.93033(2)	
9	フ ッ 素	F	18.998403163(6)		68	エ ル ビ ウ ム	Er	167.259(3)	g
10	ネ オ ン ム	Ne	20.1797(6)	gm	69	ツ リ ウ ム	Tm	168.93422(2)	
11	ナ ト リ ウ ム	Na	22.98976928(2)		70	イ ッ テ ル ビ ウ ム	Yb	173.045(10)	g
12	マ グ ネ シ ウ ム	Mg	[24.304, 24.307]		71	ル テ チ ウ ム	Lu	174.9668(1)	g
13	ア ル ミ ニ ウ ム	Al	26.9815385(7)		72	ハ フ ニ ウ ム	Hf	178.49(2)	
14	ケ イ 素	Si	[28.084, 28.086]		73	タ ン タ ル	Ta	180.94788(2)	
15	リ ン	P	30.973761998(5)		74	タ ン グ ス テ ン	W	183.84(1)	
16	硫 黄	S	[32.059, 32.076]		75	レ ニ ウ ム	Re	186.207(1)	
17	塩 素	Cl	[35.446, 35.457]	m	76	オ ス ミ ウ ム	Os	190.23(3)	g
18	ア ル ゴ ン ム	Ar	39.948(1)	g r	77	イ リ ジ ウ ム	Ir	192.217(3)	
19	カ リ ウ ム	K	39.0983(1)		78	白 金	Pt	195.084(9)	
20	カ ル シ ウ ム	Ca	40.078(4)	g	79	金	Au	196.966569(5)	
21	ス カ ン ジ ウ ム	Sc	44.955908(5)		80	水 銀	Hg	200.592(3)	
22	チ タ ン	Ti	47.867(1)		81	タ リ ウ ム	Tl	[204.382, 204.385]	
23	バ ナ ジ ウ ム	V	50.9415(1)		82	鉛	Pb	207.2(1)	g r
24	ク ロ ム	Cr	51.9961(6)		83	ビ ス マ ス*	Bi	208.98040(1)	
25	マ ン ガ ン	Mn	54.938044(3)		84	ポ ロ ニ ウ ム*	Po		
26	鉄	Fe	55.845(2)		85	ア ス タ チ ン*	At		
27	コ バ ル ト	Co	58.933194(4)		86	ラ ド ン*	Rn		
28	ニ ッ ケ ル	Ni	58.6934(4)	r	87	フ ラ ン シ ウ ム*	Fr		
29	銅	Cu	63.546(3)	r	88	ラ ジ ウ ム*	Ra		
30	亜 鉛	Zn	65.38(2)	r	89	ア ク チ ニ ウ ム*	Ac		
31	ガ リ ウ ム	Ga	69.723(1)		90	ト リ ウ ム*	Th	232.0377(4)	g
32	ゲ ル マ ニ ウ ム	Ge	72.630(8)		91	プ ロ ト ア ク チ ニ ウ ム*	Pa	231.03588(2)	
33	ヒ 素	As	74.921595(6)		92	ウ ラ ン*	U	238.02891(3)	gm
34	セ レ ン	Se	78.971(8)	r	93	ネ プ ツ ニ ウ ム*	Np		
35	臭 素	Br	[79.901, 79.907]		94	プ ル ト ニ ウ ム*	Pu		
36	ク リ プ ト ン ム	Kr	83.798(2)	gm	95	ア メ リ シ ウ ム*	Am		
37	ル ビ ジ ウ ム	Rb	85.4678(3)	g	96	キ ュ リ ウ ム*	Cm		
38	ス ト ロ ン チ ウ ム	Sr	87.62(1)	g r	97	バ ー ク リ ウ ム*	Bk		
39	イ ッ ト リ ウ ム	Y	88.90584(2)		98	カ リ ホ ル ニ ウ ム*	Cf		
40	ジル コ ニ ウ ム	Zr	91.224(2)	g	99	ア イ ン ス タ イ ニ ウ ム*	Es		
41	ニ オ ブ ン	Nb	92.90637(2)		100	フ ェ ル ミ ウ ム*	Fm		
42	モ リ ブ デ ン ム	Mo	95.95(1)	g	101	メ ン デ レ ビ ウ ム*	Md		
43	テ ク ネ チ ウ ム*	Tc			102	ノー ベ リ ウ ム*	No		
44	ル テ ニ ウ ム	Ru	101.07(2)	g	103	ロー レ ン シ ウ ム*	Lr		
45	ロ ジ ウ ム	Rh	102.90550(2)		104	ラ ザ ホ ー ジ ウ ム*	Rf		
46	パ ラ ジ ウ ム	Pd	106.42(1)	g	105	ド ブ ニ ウ ム*	Db		
47	銀	Ag	107.8682(2)	g	106	シー ボ ー ギ ウ ム*	Sg		
48	カ ド ミ ウ ム	Cd	112.414(4)	g	107	ボ ー リ ウ ム*	Bh		
49	イン ジ ウ ム	In	114.818(1)		108	ハ ッ シ ウ ム*	Hs		
50	ス ズ	Sn	118.710(7)	g	109	マ イ ト ネ リ ウ ム*	Mt		
51	アン チ モ ン	Sb	121.760(1)	g	110	ダ ー ム ス タ チ ウ ム*	Ds		
52	テ ル	Te	127.60(3)	g	111	レ ン ト ゲ ニ ウ ム*	Rg		
53	ヨ 素	I	126.90447(3)		112	コ ペ ル ニ シ ウ ム*	Cn		
54	キ セ ノ ン	Xe	131.293(6)	gm	113	ニ ホ ニ ウ ム*	Nh		
55	セ シ ウ ム	Cs	132.90545196(6)		114	フ レ ロ ビ ウ ム*	Fl		
56	バリ ウ ム	Ba	137.327(7)		115	モ ス コ ビ ウ ム*	Mc		
57	ラン タ ン	La	138.90547(7)	g	116	リ バ モ リ ウ ム*	Lv		
58	セ リ ウ ム	Ce	140.116(1)	g	117	テ ネ シ ン*	Ts		
59	プ ラ セ オ ジ ム	Pr	140.90766(2)		118	オ ガ ネ ソ ン*	Og		

\* : 安定同位体のない元素。これらの元素については原子量が示されていないが、ビスマス、トリウム、プロトアクチニウム、ウランは例外で、これらの元素は地球上で固有の同位体組成を示すので原子量が与えられている。  
g : 当該元素の同位体組成が通常物質が示す変動幅を越えるような地質学的試料が知られている。そのような試料中では当該元素の原子量とこの表の値との差が、表記の不確かさを越えることがある。  
m : 不詳な、あるいは不適切な同位体分別を受けたために同位体組成が変動した物質が市販品に見いだされることがある。そのため、当該元素の原子量が表記の値とかなり異なることがある。  
r : 通常の地球上の物質の同位体組成に変動があるために表記の原子量より精度の良い値を与えることができない。表中の原子量および不確かさは通常物質に適用されるものとする。

# Standard Atomic Weights 2017

[Scaled to  $A_r(^{12}\text{C}) = 12$ , where  $^{12}\text{C}$  is a neutral atom in its nuclear and electronic ground state.]

The atomic weights,  $A_r(\text{E})$ , of many elements vary because of variations in the abundances of their isotopes in normal materials. For 12 such elements, an atomic-weight interval is given with the symbol  $[a, b]$  to denote the set of atomic-weight values in normal materials; thus,  $a \leq A_r(\text{E}) \leq b$  for element E. The symbols  $a$  and  $b$  denote the bounds of the interval  $[a, b]$ . If a more accurate  $A_r(\text{E})$  value for a specific material is required, it should be determined. For 72 elements,  $A_r(\text{E})$  values and their evaluated uncertainties (in parentheses, following the last significant digit to which they are attributed) are given.

Atomic Number	Name	Symbol	Atomic Weight	Footnotes	Atomic Number	Name	Symbol	Atomic Weight	Footnotes
1	hydrogen	H	[1.00784, 1.00811]	m	60	neodymium	Nd	144.242(3)	g
2	helium	He	4.002602(2)	g r	61	promethium*	Pm		
3	lithium	Li	[6.938, 6.997]	m	62	samarium	Sm	150.36(2)	g
4	beryllium	Be	9.0121831(5)		63	europium	Eu	151.964(1)	g
5	boron	B	[10.806, 10.821]	m	64	gadolinium	Gd	157.25(3)	g
6	carbon	C	[12.0096, 12.0116]		65	terbium	Tb	158.92535(2)	
7	nitrogen	N	[14.00643, 14.00728]	m	66	dysprosium	Dy	162.500(1)	g
8	oxygen	O	[15.99903, 15.99977]	m	67	holmium	Ho	164.93033(2)	
9	fluorine	F	18.998403163(6)		68	erbium	Er	167.259(3)	g
10	neon	Ne	20.1797(6)	gm	69	thulium	Tm	168.93422(2)	
11	sodium	Na	22.98976928(2)		70	ytterbium	Yb	173.045(10)	g
12	magnesium	Mg	[24.304, 24.307]		71	lutetium	Lu	174.9668(1)	g
13	aluminium (aluminum)	Al	26.9815385(7)		72	hafnium	Hf	178.49(2)	
14	silicon	Si	[28.084, 28.086]		73	tantalum	Ta	180.94788(2)	
15	phosphorus	P	30.973761998(5)		74	tungsten	W	183.84(1)	
16	sulfur	S	[32.059, 32.076]		75	rhenium	Re	186.207(1)	
17	chlorine	Cl	[35.446, 35.457]	m	76	osmium	Os	190.23(3)	g
18	argon	Ar	39.948(1)	g r	77	iridium	Ir	192.217(3)	
19	potassium	K	39.0983(1)		78	platinum	Pt	195.084(9)	
20	calcium	Ca	40.078(4)	g	79	gold	Au	196.966569(5)	
21	scandium	Sc	44.955908(5)		80	mercury	Hg	200.592(3)	
22	titanium	Ti	47.867(1)		81	thallium	Tl	[204.382, 204.385]	
23	vanadium	V	50.9415(1)		82	lead	Pb	207.2(1)	g r
24	chromium	Cr	51.9961(6)		83	bismuth*	Bi	208.98040(1)	
25	manganese	Mn	54.938044(3)		84	polonium*	Po		
26	iron	Fe	55.845(2)		85	astatine*	At		
27	cobalt	Co	58.933194(4)		86	radon*	Rn		
28	nickel	Ni	58.6934(4)	r	87	francium*	Fr		
29	copper	Cu	63.546(3)	r	88	radium*	Ra		
30	zinc	Zn	65.38(2)	r	89	actinium*	Ac		
31	gallium	Ga	69.723(1)		90	thorium*	Th	232.0377(4)	g
32	germanium	Ge	72.630(8)		91	protactinium*	Pa	231.03588(2)	
33	arsenic	As	74.921595(6)		92	uranium*	U	238.02891(3)	gm
34	selenium	Se	78.971(8)	r	93	neptunium*	Np		
35	bromine	Br	[79.901, 79.907]		94	plutonium*	Pu		
36	krypton	Kr	83.798(2)	gm	95	americium*	Am		
37	rubidium	Rb	85.4678(3)	g	96	curium*	Cm		
38	strontium	Sr	87.62(1)	g r	97	berkelium*	Bk		
39	yttrium	Y	88.90584(2)		98	californium*	Cf		
40	zirconium	Zr	91.224(2)	g	99	einsteinium*	Es		
41	niobium	Nb	92.90637(2)		100	fermium*	Fm		
42	molybdenum	Mo	95.95(1)	g	101	mendelevium*	Md		
43	technetium*	Tc			102	nobelium*	No		
44	ruthenium	Ru	101.07(2)	g	103	lawrencium*	Lr		
45	rhodium	Rh	102.90550(2)		104	rutherfordium*	Rf		
46	palladium	Pd	106.42(1)	g	105	dubnium*	Db		
47	silver	Ag	107.8682(2)	g	106	seaborgium*	Sg		
48	cadmium	Cd	112.414(4)	g	107	bohrium*	Bh		
49	indium	In	114.818(1)		108	hassium*	Hs		
50	tin	Sn	118.710(7)	g	109	meitnerium*	Mt		
51	antimony	Sb	121.760(1)	g	110	darmstadtium*	Ds		
52	tellurium	Te	127.60(3)	g	111	roentgenium*	Rg		
53	iodine	I	126.90447(3)		112	copernicium*	Cn		
54	xenon	Xe	131.293(6)	gm	113	nihonium*	Nh		
55	caesium (cesium)	Cs	132.90545196(6)		114	flerovium*	Fl		
56	barium	Ba	137.327(7)		115	moscovium*	Mc		
57	lanthanum	La	138.90547(7)	g	116	livermorium*	Lv		
58	cerium	Ce	140.116(1)	g	117	tennessine*	Ts		
59	praseodymium	Pr	140.90766(2)		118	oganeson*	Og		

\* : Element has no stable isotopes. However, four elements (Bi, Th, Pa, and U) do have a characteristic isotopic composition, and for these elements, standard atomic weights are tabulated.

g : Geological specimens are known in which the element has an isotopic composition outside the limits for normal material. The difference between the atomic weight of the element in such specimens and that given in the table may exceed the stated uncertainty.

m : Modified isotopic compositions may be found in commercially available material because the material has been subjected to an undisclosed or inadvertent isotopic fractionation. Substantial deviations in atomic weight of the element from that given in the table can occur.

r : Range in isotopic composition of normal terrestrial material prevents a more precise  $A_r(\text{E})$  being given; the tabulated  $A_r(\text{E})$  value and uncertainty should be applicable to normal material.

## 4桁の原子量表 (2017)

(元素の原子量は、質量数 12 の炭素 (<sup>12</sup>C) を 12 とし、これに対する相対値とする。)

本表は、実用上の便宜を考えて、国際純正・応用化学連合 (IUPAC) で承認された最新の原子量に基づき、日本化学会原子量専門委員会が独自に作成したものである。本来、同位体存在度の不確定さは、自然に、あるいは人為的に起こりうる変動や実験誤差のために、元素ごとに異なる。従って、個々の原子量の値は、正確度が保証された有効数字の桁数が大きく異なる。本表の原子量を引用する際には、このことに注意を喚起することが望ましい。

なお、本表の原子量の信頼性は亜鉛の場合を除き有効数字の 4 桁目で±1 以内である。また、安定同位体がなく、天然で特定の同位体組成を示さない元素については、その元素の放射性同位体の質量数の一例を ( ) 内に示した。従って、その値を原子量として扱うことは出来ない。

原子番号	元 素 名	元素記号	原子量	原子番号	元 素 名	元素記号	原子量
1	水	素 H	1.008	60	ネ オ ジ ム	Nd	144.2
2	ヘ リ ウ ム	He	4.003	61	プ ロ メ チ ウ ム	Pm	(145)
3	リ チ ウ ム	Li	6.941 <sup>†</sup>	62	サ マ リ ウ ム	Sm	150.4
4	ベ リ リ ウ ム	Be	9.012	63	ユ ウ ロ ピ ウ ム	Eu	152.0
5	ホ ウ 素	B	10.81	64	ガ ド リ ニ ウ ム	Gd	157.3
6	炭 素	C	12.01	65	テ ル ビ ウ ム	Tb	158.9
7	窒 素	N	14.01	66	ジ ス プ ロ シ ウ ム	Dy	162.5
8	酸 素	O	16.00	67	ホ ル ミ ウ ム	Ho	164.9
9	フ ッ 素	F	19.00	68	エ ル ビ ウ ム	Er	167.3
10	ネ オ ン	Ne	20.18	69	ツ リ ウ ム	Tm	168.9
11	ナ ト リ ウ ム	Na	22.99	70	イ ッ テ ル ビ ウ ム	Yb	173.0
12	マ グ ネ シ ウ ム	Mg	24.31	71	ル テ チ ウ ム	Lu	175.0
13	ア ル ミ ニ ウ ム	Al	26.98	72	ハ フ ニ ウ ム	Hf	178.5
14	ケ イ 素	Si	28.09	73	タ ン タ ル	Ta	180.9
15	リ ン	P	30.97	74	タ ン グ ス テ ン	W	183.8
16	硫 黄	S	32.07	75	レ ニ ウ ム	Re	186.2
17	塩 素	Cl	35.45	76	オ ス ミ ウ ム	Os	190.2
18	ア ル ゴ ン	Ar	39.95	77	イ リ ジ ウ ム	Ir	192.2
19	カ リ ウ ム	K	39.10	78	白 金	Pt	195.1
20	カ ル シ ウ ム	Ca	40.08	79	金	Au	197.0
21	ス カ ン ジ ウ ム	Sc	44.96	80	水 銀	Hg	200.6
22	チ タ ン	Ti	47.87	81	タ リ ウ ム	Tl	204.4
23	バ ナ ジ ウ ム	V	50.94	82	鉛	Pb	207.2
24	ク ロ ム	Cr	52.00	83	ビ ス マ ス	Bi	209.0
25	マ ン ガ ン	Mn	54.94	84	ポ ロ ニ ウ ム	Po	(210)
26	鉄	Fe	55.85	85	ア ス タ チ ン	At	(210)
27	コ バ ル ト	Co	58.93	86	ラ ド ン	Rn	(222)
28	ニ ッ ケ ル	Ni	58.69	87	フ ラ ン シ ウ ム	Fr	(223)
29	銅	Cu	63.55	88	ラ ジ ウ ム	Ra	(226)
30	亜 鉛	Zn	65.38*	89	ア ク チ ニ ウ ム	Ac	(227)
31	ガ リ ウ ム	Ga	69.72	90	ト リ ウ ム	Th	232.0
32	ゲ ル マ ニ ウ ム	Ge	72.63	91	プ ロ ト ア ク チ ニ ウ ム	Pa	231.0
33	ヒ 素	As	74.92	92	ウ ラ ン	U	238.0
34	セ レ ン	Se	78.97	93	ネ プ ツ ニ ウ ム	Np	(237)
35	臭 素	Br	79.90	94	プ ル ト ニ ウ ム	Pu	(239)
36	ク リ プ ト ン	Kr	83.80	95	ア メ リ シ ウ ム	Am	(243)
37	ル ビ ジ ウ ム	Rb	85.47	96	キ ュ リ ウ ム	Cm	(247)
38	ス ト ロ ン チ ウ ム	Sr	87.62	97	バ ー ク リ ウ ム	Bk	(247)
39	イ ッ ト リ ウ ム	Y	88.91	98	カ リ ホ ル ニ ウ ム	Cf	(252)
40	ジ ル コ ニ ウ ム	Zr	91.22	99	ア イ ン ス タ イ ニ ウ ム	Es	(252)
41	ニ オ ブ	Nb	92.91	100	フ ェ ル ミ ウ ム	Fm	(257)
42	モ リ ブ デ ン	Mo	95.95	101	メ ン デ レ ビ ウ ム	Md	(258)
43	テ ク ネ チ ウ ム	Tc	(99)	102	ノ ー ベ リ ウ ム	No	(259)
44	ル テ ニ ウ ム	Ru	101.1	103	ロ ー レ ン シ ウ ム	Lr	(262)
45	ロ ジ ウ ム	Rh	102.9	104	ラ ザ ホ ー ジ ウ ム	Rf	(267)
46	パ ラ ジ ウ ム	Pd	106.4	105	ド ブ ニ ウ ム	Db	(268)
47	銀	Ag	107.9	106	シ ー ボ ー ギ ウ ム	Sg	(271)
48	カ ド ミ ウ ム	Cd	112.4	107	ボ ー リ ウ ム	Bh	(272)
49	イ ン ジ ウ ム	In	114.8	108	ハ ッ シ ウ ム	Hs	(277)
50	ス ズ	Sn	118.7	109	マ イ ト ネ リ ウ ム	Mt	(276)
51	ア ン チ モ ン	Sb	121.8	110	ダ ー ム ス タ チ ウ ム	Ds	(281)
52	テ ル ル	Te	127.6	111	レ ン ト ゲ ニ ウ ム	Rg	(280)
53	ヨ 素	I	126.9	112	コ ペ ル ニ シ ウ ム	Cn	(285)
54	キ セ ノ	Xe	131.3	113	ニ ホ ニ ウ ム	Nh	(278)
55	セ シ ウ ム	Cs	132.9	114	フ レ ロ ビ ウ ム	Fl	(289)
56	バ リ ウ ム	Ba	137.3	115	モ ス コ ビ ウ ム	Mc	(289)
57	ラ ン タ ン	La	138.9	116	リ バ モ リ ウ ム	Lv	(293)
58	セ リ ウ ム	Ce	140.1	117	テ ネ シ ン	Ts	(293)
59	プ ラ セ オ ジ ム	Pr	140.9	118	オ ガ ネ ソ ン	Og	(294)

<sup>†</sup>: 市販品中のリチウム化合物のリチウムの原子量は 6.938 から 6.997 の幅をもつ。

\*: 亜鉛に関しては原子量の信頼性は有効数字 4 桁目で±2 である。



# 元素の周期表(2017)

周期\族	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	族/周期
1	<b>1 H</b> 水素 1,00784~ 1,00811																	<b>2 He</b> ヘリウム 4,002602	1
2	<b>3 Li</b> リチウム 6,938~ 6,997	<b>4 Be</b> ベリリウム 9,0121831																<b>10 Ne</b> ネオン 20,1797	2
3	<b>11 Na</b> ナトリウム 22,98976928	<b>12 Mg</b> マグネシウム 24,304~ 24,307																<b>18 Ar</b> アルゴン 39,948	3
4	<b>19 K</b> カリウム 39,0983	<b>20 Ca</b> カルシウム 40,078	<b>21 Sc</b> スカンジウム 44,955908	<b>22 Ti</b> チタン 47,867	<b>23 V</b> バナジウム 50,9415	<b>24 Cr</b> クロム 51,9961	<b>25 Mn</b> マンガン 54,938044	<b>26 Fe</b> 鉄 55,845	<b>27 Co</b> コバルト 58,933194	<b>28 Ni</b> ニッケル 58,6934	<b>29 Cu</b> 銅 63,546	<b>30 Zn</b> 亜鉛 65,38	<b>31 Ga</b> ガリウム 69,723	<b>32 Ge</b> ゲルマニウム 72,630	<b>33 As</b> ヒ素 74,921595	<b>34 Se</b> セレン 78,971	<b>35 Br</b> 臭素 79,901~ 79,907	<b>36 Kr</b> クリプトン 83,798	4
5	<b>37 Rb</b> ルビジウム 85,4678	<b>38 Sr</b> ストロンチウム 87,62	<b>39 Y</b> イットリウム 88,90684	<b>40 Zr</b> ジルコニウム 91,224	<b>41 Nb</b> ニオブ 92,90637	<b>42 Mo</b> モリブデン 95,95	<b>43 Tc*</b> テクネチウム (99)	<b>44 Ru</b> ルテニウム 101,07	<b>45 Rh</b> ロジウム 102,90550	<b>46 Pd</b> パラジウム 106,42	<b>47 Ag</b> 銀 107,8682	<b>48 Cd</b> カドミウム 112,414	<b>49 In</b> インジウム 114,818	<b>50 Sn</b> スズ 118,710	<b>51 Sb</b> アンチモン 121,760	<b>52 Te</b> テルル 127,60	<b>53 I</b> ヨウ素 126,90447	<b>54 Xe</b> キセノン 131,293	5
6	<b>55 Cs</b> セシウム 132,90545196	<b>56 Ba</b> バリウム 137,327	<b>57~71</b> ランタノイド	<b>72 Hf</b> ハフニウム 178,49	<b>73 Ta</b> タンタル 180,94788	<b>74 W</b> タングステン 183,84	<b>75 Re</b> レニウム 186,207	<b>76 Os</b> オスマニウム 190,23	<b>77 Ir</b> イリジウム 192,217	<b>78 Pt</b> 白金 195,084	<b>79 Au</b> 金 196,966569	<b>80 Hg</b> 水銀 200,592	<b>81 Tl</b> タリウム 204,382~ 204,385	<b>82 Pb</b> 鉛 207,2	<b>83 Bi*</b> ビスマス 208,98040	<b>84 Po*</b> ポロニウム (210)	<b>85 At*</b> アスタチン (210)	<b>86 Rn*</b> ラドン (222)	6
7	<b>87 Fr*</b> フランシウム (223)	<b>88 Ra*</b> ラジウム (226)	<b>89~103</b> アクチノイド	<b>104 Rf*</b> ラザホージウム (267)	<b>105 Db*</b> ドブニウム (268)	<b>106 Sg*</b> シーボーギウム (271)	<b>107 Bh*</b> ボヘリウム (272)	<b>108 Hs*</b> ハッソニウム (277)	<b>109 Mt*</b> マイトネリウム (276)	<b>110 Ds*</b> ダームスタチウム (281)	<b>111 Rg*</b> レントゲニウム (280)	<b>112 Cn*</b> コベルニシウム (285)	<b>113 Nh*</b> ニホニウム (278)	<b>114 Fl*</b> フレロビウム (289)	<b>115 Mc*</b> モスコビウム (289)	<b>116 Lv*</b> リバモリウム (293)	<b>117 Ts*</b> テネシン (293)	<b>118 Og*</b> オガネソン (294)	7

原子番号	元素記号 <sup>注1</sup>
元素名	
原子量(2017) <sup>注2</sup>	

ランタノイド	<b>57 La</b> ランタン 138,90547	<b>58 Ce</b> セリウム 140,116	<b>59 Pr</b> プラセオジウム 140,90766	<b>60 Nd</b> ネオジウム 144,242	<b>61 Pm*</b> プロメチウム (145)	<b>62 Sm</b> サマリウム 150,36	<b>63 Eu</b> ユウロピウム 151,964	<b>64 Gd</b> ガドリニウム 157,25	<b>65 Tb</b> テルビウム 158,92535	<b>66 Dy</b> ジスプロシウム 162,500	<b>67 Ho</b> ホルミウム 164,93033	<b>68 Er</b> エルビウム 167,259	<b>69 Tm</b> ツリウム 168,93422	<b>70 Yb</b> イットルビウム 173,045	<b>71 Lu</b> ルテチウム 174,9668
アクチノイド	<b>89 Ac*</b> アクチニウム (227)	<b>90 Th*</b> トリウム 232,0377	<b>91 Pa*</b> プロトアクチニウム 231,03588	<b>92 U*</b> ウラン 238,02891	<b>93 Np*</b> ネプツニウム (237)	<b>94 Pu*</b> プルトニウム (239)	<b>95 Am*</b> アメリジウム (243)	<b>96 Cm*</b> キュリウム (247)	<b>97 Bk*</b> バークリウム (247)	<b>98 Cf*</b> カリホルニウム (252)	<b>99 Es*</b> アインスタイニウム (252)	<b>100 Fm*</b> フェルミウム (257)	<b>101 Md*</b> メンデレビウム (258)	<b>102 No*</b> ノーベリウム (259)	<b>103 Lr*</b> ローレンシウム (262)

注1：元素記号の右肩の\*はその元素には安定同位体が存在しないことを示す。そのような元素については放射性同位体の質量数の一例を( )内に示した。ただし, Bi, Th, Pa, U については天然で特定の同位体組成を示すので原子量が与えられる。  
 注2：この周期表には最新の原子量「原子量表(2017)」が示されている。原子量は単一の数値あるいは変動範囲で示されている。原子量が範囲で示されている12元素には複数の安定同位体が存在し、その組成が天然において大きく変動するため単一の数値で原子量が与えられない。その他の72元素については、原子量の不確かさは示された数値の最後の一桁にある。

備考：原子番号104番以降の超アクチノイドの周期表の位置は暫定的である。

## 元素の同位体組成表 (2017)

国際純正・応用化学連合 (IUPAC) 無機化学部門の原子量および同位体存在度委員会 (CIAAW) は、原子量の改定の基礎となる同位体存在度の値を検討するため、同位体存在度測定小委員会を設けてデータの収集、評価を行い、必要に応じて改定を行っている。以下に示す 2017 年版の元素の同位体組成は上記小委員会が 2013 年版として発表した値\*に基づいており、現時点で最新の値である。

この表を用いるにあたって特に次の点に注意する必要がある。

- (1) この表中の同位体存在度は普通の実験室でごく一般的に使われている試薬や物質中の元素の同位体存在度を示す。
- (2) これらの値は自然界に最も多く存在する物質に対する同位体存在度を示しているとは限らない。
- (3) 原子量の変動範囲で示されている 12 元素では同位体組成も変動範囲で示されている。  
[a, b] は同位体存在度が a 以上 b 以下の範囲にあることを表す。
- (4) ( ) 内の数字は各同位体存在度の不確かさで、自然に、あるいは人為的に起こりうる変動の幅、および実験誤差を含んでいる。
- (5) この不確かさは原論文に記載されている同位体比データ、およびその測定方法を上記委員会が定めた基準を適用して求められたものであり、同位体存在度の有効数字はこの不確かさの程度によって決定されている。
- (6) 個々の物質の精密な同位体存在度を得たい場合には、同位体標準試料を入手して比較測定するか、適切な方法を用いて測定をする必要がある。
- (7) ヘリウム、窒素、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノンの同位体存在度は空気中に存在するそれぞれの気体の値である。
- (8) 半減期が  $4 \times 10^8$  年以下の核種からなる元素は掲載されていない。ただしプロトアクチニウムについては  $^{231}\text{Pa}$  (半減期:  $3.28 \times 10^4$  年) が  $^{235}\text{U}$  からの壊変生成物として常に自然界に存在しているので例外的に単核種元素として記載されている。

\*J. Meija *et al.*: Isotopic Compositions of the Elements 2013 (IUPAC Technical Report), *Pure Appl. Chem.*, **88**, 293 (2016).

原子番号	元素記号	質量数	同位体存在度 [原子百分率]	備考	原子番号	元素記号	質量数	同位体存在度 [原子百分率]	備考
1	H	1	[99.972, 99.999]	M	19	K	39	93.2581(44)	
		2	[0.001, 0.028]				40	0.0117(1)	
2	He	3	0.0002(2)	G R	20	Ca	41	6.7302(44)	
		4	99.9998(2)				40	96.941(156) <sup>c</sup>	G
3	Li	6	[1.9, 7.8] <sup>a</sup>	M			42	0.647(23)	
		7	[92.2, 98.1] <sup>a</sup>				43	0.135(10)	
4	Be	9	100		21	Sc	44	2.086(110)	
5	B	10	[18.9, 20.4]	M			46	0.004(3)	
		11	[79.6, 81.1]		48	0.187(21)			
6	C	12	[98.84, 99.04]		22	Ti	45	100	
		13	[0.96, 1.16]				46	8.25(3)	
7	N	14	[99.578, 99.663] <sup>b</sup>	M			47	7.44(2)	
		15	[0.337, 0.422]				48	73.72(3)	
8	O	16	[99.738, 99.776]	M	23	V	49	5.41(2)	
		17	[0.0367, 0.0400]				50	5.18(2)	
9	F	18	[0.187, 0.222]		24	Cr	50	0.250(10)	
		19	100				51	99.750(10)	
10	Ne	20	90.48(3)	GM	25	Mn	50	4.345(13)	
		21	0.27(1)				52	83.789(18)	
11	Na	22	9.25(3)		26	Fe	53	9.501(17)	
		23	100				54	2.365(7)	
12	Mg	24	[78.88, 79.05]		27	Co	55	100	
		25	[9.988, 10.034]				54	5.845(105)	
13	Al	26	[10.96, 11.09]		28	Ni	56	91.754(106)	
		27	100				57	2.119(29)	
14	Si	28	[92.191, 92.318]		29	Cu	58	0.282(12)	
		29	[4.645, 4.699]				59	100	
15	P	30	[3.037, 3.110]		30	Zn	58	68.0769(190)	R
		31	100				60	26.2231(150)	
16	S	32	[94.41, 95.29]				61	1.1399(13)	
		33	[0.729, 0.797]				62	3.6345(40)	
17	Cl	34	[3.96, 4.77]		29	Cu	64	0.9256(19)	
		36	[0.0129, 0.0187]				63	69.15(15)	R
17	Cl	35	[75.5, 76.1]	M	30	Zn	65	30.85(15)	
		37	[23.9, 24.5]				64	49.17(75)	R
18	Ar	36	0.3336(210)	G R			66	27.73(98)	
		38	0.0629(70)				67	4.04(16)	
		40	99.6035(250)				68	18.45(63)	

原子番号	元素記号	質量数	同位体存在度 [原子百分率]	備考	原子番号	元素記号	質量数	同位体存在度 [原子百分率]	備考				
31	Ga	70	0.61(10)		50	Sn	112	0.97(1)	G				
		69	60.108(50)				114	0.66(1)					
		71	39.892(50)				115	0.34(1)					
32	Ge	70	20.52(19)				116	14.54(9)					
		72	27.45(15)				117	7.68(7)					
		73	7.76(8)				118	24.22(9)					
		74	36.52(12)				119	8.59(4)					
		76	7.75(12)				120	32.58(9)					
33	As	75	100				122	4.63(3)					
34	Se	74	0.86(3)				R	124		5.79(5)			
		76	9.23(7)				51	Sb		121	57.21(5)	G	
		77	7.60(7)				123	42.79(5)					
		78	23.69(22)				52	Te		120	0.09(1)	G	
		80	49.80(36)				122	2.55(12)					
		82	8.82(15)				123	0.89(3)					
		79	[50.5, 50.8]				124	4.74(14)					
35	Br	81	[49.2, 49.5]				125	7.07(15)					
36	Kr	78	0.355(3)				GM	126		18.84(25)			
		80	2.286(10)				128	31.74(8)					
		82	11.593(31)				130	34.08(62)					
		83	11.500(19)				53	I		127	100		
84	56.987(15)	54	Xe	124	0.095(5)	GM							
86	17.279(41)	126	0.089(3)										
37	Rb	85	72.17(2)	G	128	1.910(13)							
		87	27.83(2)	G R	129	26.401(138)							
38	Sr	84	0.56(2)					130	4.071(22)				
		86	9.86(20)	131				21.232(51)					
		87	7.00(20) <sup>c</sup>	132				26.909(55)					
		88	82.58(35)	134				10.436(35)					
39	Y	89	100				136	8.857(72)					
40	Zr	90	51.45(4)				G	55		Cs	133	100	
		91	11.22(5)					56		Ba	130	0.11(1)	
		92	17.15(3)					132		0.10(1)			
		94	17.38(4)					134		2.42(15)			
96	2.80(2)	135	6.59(10)										
41	Nb	93	100				136	7.85(24)					
42	Mo	92	14.649(106)				G	137		11.23(23)			
		94	9.187(33)					138		71.70(29)			
		95	15.873(30)					57		La	138	0.08881(71)	G
		96	16.673(8)					139		99.91119(71)			
97	9.582(15)	58	Ce	136	0.186(2)	G							
44	Ru	98	24.292(80)				138	0.251(2) <sup>c</sup>					
		100	9.744(65)				140	88.449(51)					
		96	5.54(14)				G	142		11.114(51)			
		98	1.87(3)					59		Pr	141	100	
		99	12.76(14)					60		Nd	142	27.153(40)	G
		100	12.60(7)					143		12.173(26) <sup>c</sup>			
		101	17.06(2)					144		23.798(19)			
		102	31.55(14)				145	8.293(12)					
104	18.62(27)	146	17.189(32)										
45	Rh	103	100				148	5.756(21)					
46	Pd	102	1.02(1)				G	150		5.638(28)			
		104	11.14(8)					62		Sm	144	3.08(4)	G
		105	22.33(8)					147		15.00(14)			
		106	27.33(3)					148		11.25(9)			
108	26.46(9)	149	13.82(10)										
47	Ag	110	11.72(9)				150	7.37(9)					
		107	51.839(8)				G	152		26.74(9)			
48	Cd	109	48.161(8)				154	22.74(14)					
		106	1.245(22)				G	63		Eu	151	47.81(6)	G
		108	0.888(11)					153		52.19(6)			
		110	12.470(61)					64		Gd	152	0.20(3)	G
		111	12.795(12)					154		2.18(2)			
		112	24.109(7)					155		14.80(9)			
		113	12.227(7)					156		20.47(3)			
114	28.754(81)	157	15.65(4)										
116	7.512(54)	158	24.84(8)										
49	In	113	4.281(52)				160	21.86(3)					
		115	95.719(52)				65	Tb		159	100		

原子番号	元素記号	質量数	同位体存在度 [原子百分率]	備考	原子番号	元素記号	質量数	同位体存在度 [原子百分率]	備考	
66	Dy	156	0.056(3)	G	76	Os	187	62.60(5)	G	
		158	0.095(3)				184	0.02(2)		
		160	2.329(18)				186	1.59(64)		
		161	18.889(42)				187	1.96(17) <sup>c</sup>		
		162	25.475(36)				188	13.24(27)		
		163	24.896(42)				189	16.15(23)		
		164	28.260(54)				190	26.26(20)		
67	Ho	165	100	G	77	Ir	192	40.78(32)		
68	Er	162	0.139(5)				191	37.3(2)		
		164	1.601(3)				193	62.7(2)		
		166	33.503(36)				78	Pt	190	0.012(2)
		167	22.869(9)						192	0.782(24)
		168	26.978(18)						194	32.864(410)
170	14.910(36)	195	33.775(240)							
69	Tm	169	100	G	79	Au	196	25.211(340)		
70	Yb	168	0.123(3)				198	7.356(130)		
		170	2.982(39)				197	100		
		171	14.086(140)				80	Hg	196	0.15(1)
		172	21.686(130)						198	10.04(3)
		173	16.103(63)				199	16.94(12)		
		174	32.025(80)				200	23.14(9)		
		176	12.995(83)	201	13.17(9)					
71	Lu	175	97.401(13)	G	81	Tl	202	29.74(13)		
		176	2.599(13)				204	6.82(4)		
72	Hf	174	0.16(12)	G	82	Pb	203	[29.44, 29.59]		
		176	5.26(70) <sup>c</sup>				205	[70.41, 70.56]		
		177	18.60(16)				204	1.4(6)		
		178	27.28(28)				206	24.1(30) <sup>c</sup>		
		179	13.62(11)				207	22.1(50) <sup>c</sup>		
73	Ta	180	35.08(33)	G	83	Bi	208	52.4(70) <sup>c</sup>		
		180	0.01201(32)				209	100		
		181	99.98799(32)				230	0.02(2)		
74	W	180	0.12(1)	G	90	Th	232	99.98(2)		
		182	26.50(16)				91	Pa	231	100
		183	14.31(4)						92	U
		184	30.64(2)				235	0.7204(6) <sup>a</sup>		
75	Re	186	28.43(19)	G	92	U	238	99.2742(10)		
		185	37.40(5)							

「元素の同位体組成表 (2017)」における注や備考欄の意味は下記の通りである。なお、大文字は元素全体についての注であり、小文字は各同位体についてのものである。

G：地質学的試料の中には、同位体存在度が示された不確かさの範囲をこえるものが存在する。

M：市販品の中には不詳な、あるいは不適切な同位体分別を受け、ここに示した同位体存在度から大幅にかけ離れた値を示すものが存在する。

R：通常の地球上の物質の同位体存在度に幅があるために、精度の良い同位体存在度が得られない。

a：<sup>6</sup>Li や<sup>235</sup>U が抽出された後のリチウムやウランが試薬として出回っているので注意を要する。リチウムの場合、このような試薬中の<sup>6</sup>Li の存在度は 2.007 から 7.672% の変動を示すことが知られており、天然に存在する物質中の<sup>6</sup>Li の値はこの範囲で最も高い値を示す。ウランの場合、<sup>235</sup>U の存在度は 0.21~0.7207% の範囲の報告があり、天然の値よりはるかに低いものが存在する。

b：測定された<sup>δ<sup>15</sup>N</sup> 値から<sup>15</sup>N の原子百分率を計算する際、空気中の窒素ガスの<sup>14</sup>N/<sup>15</sup>N 比として 272 を用いることが委員会から勧告されている。

c：放射壊変による付加を受ける同位体の存在度は著しく変動する場合がある。

#### 「原子量表」、[4 桁の原子量表]、[元素の周期表] 及び「元素の同位体組成表」の 2017 年版における主な改定点

・IUPAC による 113, 115, 117, 118 番元素の元素名と元素記号の発表<sup>\*</sup>、及び日本化学会命名法専門委員会によるこれらの元素の日本語名の決定を受け、「原子量表」、[4 桁の原子量表] 及び「元素の周期表」に修正を加えた。これら 4 元素の元素名、元素記号及び日本語名は以下の通りである。

113 番元素：nihonium, Nh, ニホニウム

115 番元素：moscovium, Mc, モスコビウム

117 番元素：tennessine, Ts, テネシン

118 番元素：oganesson, Og, オガネソン

これらの元素には安定同位体が存在しないので、これまでの表記法に従って放射性同位体の質量数の一例を ( ) 内に示した。

<sup>\*</sup>L. Öhrström and J. Reedijk: Names and symbols of the elements with atomic numbers 113, 115, 117 and 118 (IUPAC Recommendations 2016), *Pure Appl. Chem.*, **88**, 1225 (2016)