「原子量表(2011)」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}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原子量表の改定を行い，2年ごと(奇数年)に新しい原子量表を発表している。これを受けて，日本化学会原子量専門委員会では，IUPAC の原子量表をもとに毎年4月にその年の原子量表を発表している。以下に示す2011年版の原子量表の数値は IUPAC において2009年に承認された原子量の改定に基づいている。さらに詳しいことは IUPAC の CIAAW の報告書*1 および総説*2 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めた。日本化学会原子量専門委員会ではこの方針について議論し，「原子量表(2011)」では IUPAC の方針に従って，当該10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

今回，原子量が変動範囲で示されることになった元素は水素，リチウム，ホウ素，炭素，窒素，酸素，ケイ素，硫黄，塩素，タリウムの10元素である。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。従来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*1。最上段に今回定められた原子量の変動範囲1.00784～1.00811，次に従来の原子量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，水素の原子量の測定精度は “best measurement”*3 で±0.000 000 05であり，従来の原子量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従来のような原子量の表記を行った場合，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。

今回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*1。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の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。
- その他の元素についても検討が行われており，今後変動範囲で示される可能性がある。現在，ヘリウム，ニッケル，銅，亜鉛，セレン，ストロンチウム，アルゴン，鉛などについて検討が進んでいる。

＊1. IUPAC Inorganic Chemistry Division, CIAAW : Atomic Weights of the Elements 2009, *Pure Appl. Chem*., **83**, 359 (2011).

＊2. J. R. De Laater *et al*.: Atomic Weights of the Elements : Review 2000, *Pure Appl. Chem*., **75**, 683 (2003).

＊3. IUPAC Inorganic Chemistry Division, CIAAW : Isotopic Compositions of the Elements 2009, *Pure Appl. Chem*., **83**, 397 (2011).

© 2011日本化学会　原子量専門委員会

原 子 量 表 (2011)

(元素の原子量は，質量数12の炭素(^{12}C)を12とし，これに対する相対値とする。但し，この ^{12}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地球上の自然界においても同位体存在度の変動によって大きく変化する。そのうちの10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 $a \le A_r(E) \le b$ にある。例えば，水素の場合，［1.00784; 1.00811］と表され，地球上の普通の試料中の水素の原子量は，1.00784以上，1.00811以下の範囲内にあることを示している。その他の74元素については，原子量 A_r(E) の不確かさを（ ）内の数字であらわし，これは有効数字の最後の桁に対応する。例えば，ヘリウムの場合の4.002602(2)は4.002602±0.000002を意味する。この表の脚注には，個々の元素に起こりうるもので，原子量に付随する不確かさを越える可能性のある変動の様式が示されている。原子番号113から118までの元素名は暫定的なものである。

原子番号	元素名	元素記号	原子量	脚注
1	水素	H	[1.00784; 1.00811]	m
2	ヘリウム	He	4.002602(2)	g r
3	リチウム	Li	[6.938; 6.997]	m
4	ベリリウム	Be	9.012182(3)	
5	ホウ素	B	[10.806; 10.821]	m
6	炭素	C	[12.0096; 12.0116]	
7	窒素	N	[14.00643; 14.00728]	
8	酸素	O	[15.99903; 15.99977]	
9	フッ素	F	18.9984032(5)	
10	ネオン	Ne	20.1797(6)	gm
11	ナトリウム	Na	22.98976928(2)	
12	マグネシウム	Mg	24.3050(6)	
13	アルミニウム	Al	26.9815386(8)	
14	ケイ素	Si	[28.084; 28.086]	
15	リン	P	30.973762(2)	
16	硫黄	S	[32.059; 32.076]	
17	塩素	Cl	[35.446; 35.457]	m
18	アルゴン	Ar	39.948(1)	g r
19	カリウム	K	39.0983(1)	
20	カルシウム	Ca	40.078(4)	
21	スカンジウム	Sc	44.955912(6)	
22	チタン	Ti	47.867(1)	
23	バナジウム	V	50.9415(1)	
24	クロム	Cr	51.9961(6)	
25	マンガン	Mn	54.938045(5)	
26	鉄	Fe	55.845(2)	
27	コバルト	Co	58.933195(5)	
28	ニッケル	Ni	58.6934(4)	r
29	銅	Cu	63.546(3)	r
30	亜鉛	Zn	65.38(2)	r
31	ガリウム	Ga	69.723(1)	
32	ゲルマニウム	Ge	72.63(1)	
33	ヒ素	As	74.92160(2)	
34	セレン	Se	78.96(3)	
35	臭素	Br	79.904(1)	
36	クリプトン	Kr	83.798(2)	gm
37	ルビジウム	Rb	85.4678(3)	g
38	ストロンチウム	Sr	87.62(1)	g r
39	イットリウム	Y	88.90585(2)	
40	ジルコニウム	Zr	91.224(2)	g
41	ニオブ	Nb	92.90638(2)	
42	モリブデン	Mo	95.96(2)	g
43	テクネチウム*	Tc		
44	ルテニウム	Ru	101.07(2)	g
45	ロジウム	Rh	102.90550(2)	
46	パラジウム	Pd	106.42(1)	g
47	銀	Ag	107.8682(2)	g
48	カドミウム	Cd	112.411(8)	g
49	インジウム	In	114.818(3)	
50	スズ	Sn	118.710(7)	g
51	アンチモン	Sb	121.760(1)	g
52	テルル	Te	127.60(3)	g
53	ヨウ素	I	126.90447(3)	
54	キセノン	Xe	131.293(6)	gm
55	セシウム	Cs	132.9054519(2)	
56	バリウム	Ba	137.327(7)	
57	ランタン	La	138.90547(7)	g
58	セリウム	Ce	140.116(1)	g
59	プラセオジム	Pr	140.90765(2)	
60	ネオジム	Nd	144.242(3)	g
61	プロメチウム*	Pm		
62	サマリウム	Sm	150.36(2)	g
63	ユウロピウム	Eu	151.964(1)	g
64	ガドリニウム	Gd	157.25(3)	g
65	テルビウム	Tb	158.92535(2)	
66	ジスプロシウム	Dy	162.500(1)	g
67	ホルミウム	Ho	164.93032(2)	
68	エルビウム	Er	167.259(3)	g
69	ツリウム	Tm	168.93421(2)	
70	イッテルビウム	Yb	173.054(5)	g
71	ルテチウム	Lu	174.9668(1)	g
72	ハフニウム	Hf	178.49(2)	
73	タンタル	Ta	180.94788(2)	
74	タングステン	W	183.84(1)	
75	レニウム	Re	186.207(1)	
76	オスミウム	Os	190.23(3)	g
77	イリジウム	Ir	192.217(3)	
78	白金	Pt	195.084(9)	
79	金	Au	196.966569(4)	
80	水銀	Hg	200.59(2)	
81	タリウム	Tl	[204.382; 204.385]	
82	鉛	Pb	207.2(1)	g r
83	ビスマス*	Bi	208.98040(1)	
84	ポロニウム*	Po		
85	アスタチン*	At		
86	ラドン*	Rn		
87	フランシウム*	Fr		
88	ラジウム*	Ra		
89	アクチニウム*	Ac		
90	トリウム*	Th	232.03806(2)	g
91	プロトアクチニウム*	Pa	231.03588(2)	
92	ウラン*	U	238.02891(3)	gm
93	ネプツニウム*	Np		
94	プルトニウム*	Pu		
95	アメリシウム*	Am		
96	キュリウム*	Cm		
97	バークリウム*	Bk		
98	カリホルニウム*	Cf		
99	アインスタイニウム*	Es		
100	フェルミウム*	Fm		
101	メンデレビウム*	Md		
102	ノーベリウム*	No		
103	ローレンシウム*	Lr		
104	ラザホージウム*	Rf		
105	ドブニウム*	Db		
106	シーボーギウム*	Sg		
107	ボーリウム*	Bh		
108	ハッシウム*	Hs		
109	マイトネリウム*	Mt		
110	ダームスタチウム*	Ds		
111	レントゲニウム*	Rg		
112	コペルニシウム*	Cn		
113	ウンウントリウム*	Uut		
114	ウンウンクアジウム*	Uuq		
115	ウンウンペンチウム*	Uup		
116	ウンウンヘキシウム*	Uuh		
118	ウンウンオクチウム*	Uuo		

＊：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正常な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中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の物質に適用されるものとする。

© 2011日本化学会　原子量専門委員会

Standard Atomic Weights 2011

[Using A_r (^{12}C) = 12 as reference, where ^{12}C is an unbound neutral atom in its nuclear and electronic ground state.]

The atomic weights, $A_r(E)$, of many elements vary due to variations in the abundances of their isotopes in natural terrestrial materials. For 10 of these elements, an atomic-weight interval is given with the symbol [a ; b] to denote the set of atomic-weight values in normal materials ; thus, $a \leq A_r(E) \leq b$ for element E. The symbols a and b denote the bounds of the interval [a ; b]. For 74 elements, $A_r(E)$ values and their decisional uncertainties (in parentheses, following the last significant figure to which they are attributed) are given. The footnotes to this table elaborate the types of variation that may occur for individual elements and that may be larger than the listed uncertainties of values of $A_r(E)$ or may lie outside the values listed. Names of elements with atomic number 113 to 118 are provisional.

Atomic Number	Name	Symbol	Atomic Weight	Footnotes
1	hydrogen	H	[1.00784 ; 1.00811]	m
2	helium	He	4.002602(2)	g r
3	lithium	Li	[6.938 ; 6.997]	m
4	beryllium	Be	9.012182(3)	
5	boron	B	[10.806 ; 10.821]	m
6	carbon	C	[12.0096 ; 12.0116]	
7	nitrogen	N	[14.00643 ; 14.00728]	
8	oxygen	O	[15.99903 ; 15.99977]	
9	fluorine	F	18.9984032(5)	
10	neon	Ne	20.1797(6)	gm
11	sodium	Na	22.98976928(2)	
12	magnesium	Mg	24.3050(6)	
13	aluminium (aluminum)	Al	26.9815386(8)	
14	silicon	Si	[28.084 ; 28.086]	
15	phosphorus	P	30.973762(2)	
16	sulfur	S	[32.059 ; 32.076]	
17	chlorine	Cl	[35.446 ; 35.457]	m
18	argon	Ar	39.948(1)	g r
19	potassium	K	39.0983(1)	
20	calcium	Ca	40.078(4)	
21	scandium	Sc	44.955912(6)	
22	titanium	Ti	47.867(1)	
23	vanadium	V	50.9415(1)	
24	chromium	Cr	51.9961(6)	
25	manganese	Mn	54.938045(5)	
26	iron	Fe	55.845(2)	
27	cobalt	Co	58.933195(5)	
28	nickel	Ni	58.6934(4)	r
29	copper	Cu	63.546(3)	r
30	zinc	Zn	65.38(2)	r
31	gallium	Ga	69.723(1)	
32	germanium	Ge	72.63(1)	
33	arsenic	As	74.92160(2)	
34	selenium	Se	78.96(3)	
35	bromine	Br	79.904(1)	
36	krypton	Kr	83.798(2)	gm
37	rubidium	Rb	85.4678(3)	g
38	strontium	Sr	87.62(1)	g r
39	yttrium	Y	88.90585(2)	
40	zirconium	Zr	91.224(2)	g
41	niobium	Nb	92.90638(2)	
42	molybdenum	Mo	95.96(2)	g
43	technetium*	Tc		
44	ruthenium	Ru	101.07(2)	g
45	rhodium	Rh	102.90550(2)	
46	palladium	Pd	106.42(1)	g
47	silver	Ag	107.8682(2)	g
48	cadmium	Cd	112.411(8)	g
49	indium	In	114.818(3)	
50	tin	Sn	118.710(7)	g
51	antimony	Sb	121.760(1)	g
52	tellurium	Te	127.60(3)	g
53	iodine	I	126.90447(3)	
54	xenon	Xe	131.293(6)	gm
55	caesium (cesium)	Cs	132.9054519(2)	
56	barium	Ba	137.327(7)	
57	lanthanum	La	138.90547(7)	g
58	cerium	Ce	140.116(1)	g
59	praseodymium	Pr	140.90765(2)	
60	neodymium	Nd	144.242(3)	g
61	promethium*	Pm		
62	samarium	Sm	150.36(2)	g
63	europium	Eu	151.964(1)	g
64	gadolinium	Gd	157.25(3)	g
65	terbium	Tb	158.92535(2)	
66	dysprosium	Dy	162.500(1)	g
67	holmium	Ho	164.93032(2)	
68	erbium	Er	167.259(3)	g
69	thulium	Tm	168.93421(2)	
70	ytterbium	Yb	173.054(5)	g
71	lutetium	Lu	174.9668(1)	g
72	hafnium	Hf	178.49(2)	
73	tantalum	Ta	180.94788(2)	
74	tungsten	W	183.84(1)	
75	rhenium	Re	186.207(1)	
76	osmium	Os	190.23(3)	g
77	iridium	Ir	192.217(3)	
78	platinum	Pt	195.084(9)	
79	gold	Au	196.966569(4)	
80	mercury	Hg	200.59(2)	
81	thallium	Tl	[204.382 ; 204.385]	
82	lead	Pb	207.2(1)	g r
83	bismuth*	Bi	208.98040(1)	
84	polonium*	Po		
85	astatine*	At		
86	radon*	Rn		
87	francium*	Fr		
88	radium*	Ra		
89	actinium*	Ac		
90	thorium*	Th	232.03806(2)	g
91	protactinium*	Pa	231.03588(2)	
92	uranium*	U	238.02891(3)	gm
93	neptunium*	Np		
94	plutonium*	Pu		
95	americium*	Am		
96	curium*	Cm		
97	berkelium*	Bk		
98	californium*	Cf		
99	einsteinium*	Es		
100	fermium*	Fm		
101	mendelevium*	Md		
102	nobelium*	No		
103	lawrencium*	Lr		
104	rutherfordium*	Rf		
105	dubnium*	Db		
106	seaborgium*	Sg		
107	bohrium*	Bh		
108	hassium*	Hs		
109	meitnerium*	Mt		
110	darmstadtium*	Ds		
111	roentgenium*	Rg		
112	copernicium*	Cn		
113	ununtrium*	Uut		
114	ununquadium*	Uuq		
115	ununpentium*	Uup		
116	ununhexium*	Uuh		
118	ununoctium*	Uuo		

*: Element has no stable isotopes.

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 $A_r(E)$ being given; the tabulated $A_r(E)$ value and uncertainty should be applicable to normal material.

© 2011日本化学会　原子量専門委員会

4桁の原子量表（2011）

（元素の原子量は，質量数12の炭素(^{12}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有効数字の4桁目で±1以内であるが，例外として，*を付したものは±2，**を付したものは±3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
1	水素	H	1.008
2	ヘリウム	He	4.003
3	リチウム	Li	6.941*,†
4	ベリリウム	Be	9.012
5	ホウ素	B	10.81
6	炭素	C	12.01
7	窒素	N	14.01
8	酸素	O	16.00
9	フッ素	F	19.00
10	ネオン	Ne	20.18
11	ナトリウム	Na	22.99
12	マグネシウム	Mg	24.31
13	アルミニウム	Al	26.98
14	ケイ素	Si	28.09
15	リン	P	30.97
16	硫黄	S	32.07
17	塩素	Cl	35.45
18	アルゴン	Ar	39.95
19	カリウム	K	39.10
20	カルシウム	Ca	40.08
21	スカンジウム	Sc	44.96
22	チタン	Ti	47.87
23	バナジウム	V	50.94
24	クロム	Cr	52.00
25	マンガン	Mn	54.94
26	鉄	Fe	55.85
27	コバルト	Co	58.93
28	ニッケル	Ni	58.69
29	銅	Cu	63.55
30	亜鉛	Zn	65.38*
31	ガリウム	Ga	69.72
32	ゲルマニウム	Ge	72.63
33	ヒ素	As	74.92
34	セレン	Se	78.96**
35	臭素	Br	79.90
36	クリプトン	Kr	83.80
37	ルビジウム	Rb	85.47
38	ストロンチウム	Sr	87.62
39	イットリウム	Y	88.91
40	ジルコニウム	Zr	91.22
41	ニオブ	Nb	92.91
42	モリブデン	Mo	95.96*
43	テクネチウム	Tc	(99)
44	ルテニウム	Ru	101.1
45	ロジウム	Rh	102.9
46	パラジウム	Pd	106.4
47	銀	Ag	107.9
48	カドミウム	Cd	112.4
49	インジウム	In	114.8
50	スズ	Sn	118.7
51	アンチモン	Sb	121.8
52	テルル	Te	127.6
53	ヨウ素	I	126.9
54	キセノン	Xe	131.3
55	セシウム	Cs	132.9
56	バリウム	Ba	137.3
57	ランタン	La	138.9
58	セリウム	Ce	140.1
59	プラセオジム	Pr	140.9
60	ネオジム	Nd	144.2
61	プロメチウム	Pm	(145)
62	サマリウム	Sm	150.4
63	ユウロピウム	Eu	152.0
64	ガドリニウム	Gd	157.3
65	テルビウム	Tb	158.9
66	ジスプロシウム	Dy	162.5
67	ホルミウム	Ho	164.9
68	エルビウム	Er	167.3
69	ツリウム	Tm	168.9
70	イッテルビウム	Yb	173.1
71	ルテチウム	Lu	175.0
72	ハフニウム	Hf	178.5
73	タンタル	Ta	180.9
74	タングステン	W	183.8
75	レニウム	Re	186.2
76	オスミウム	Os	190.2
77	イリジウム	Ir	192.2
78	白金	Pt	195.1
79	金	Au	197.0
80	水銀	Hg	200.6
81	タリウム	Tl	204.4
82	鉛	Pb	207.2
83	ビスマス	Bi	209.0
84	ポロニウム	Po	(210)
85	アスタチン	At	(210)
86	ラドン	Rn	(222)
87	フランシウム	Fr	(223)
88	ラジウム	Ra	(226)
89	アクチニウム	Ac	(227)
90	トリウム	Th	232.0
91	プロトアクチニウム	Pa	231.0
92	ウラン	U	238.0
93	ネプツニウム	Np	(237)
94	プルトニウム	Pu	(239)
95	アメリシウム	Am	(243)
96	キュリウム	Cm	(247)
97	バークリウム	Bk	(247)
98	カリホルニウム	Cf	(252)
99	アインスタイニウム	Es	(252)
100	フェルミウム	Fm	(257)
101	メンデレビウム	Md	(258)
102	ノーベリウム	No	(259)
103	ローレンシウム	Lr	(262)
104	ラザホージウム	Rf	(267)
105	ドブニウム	Db	(268)
106	シーボーギウム	Sg	(271)
107	ボーリウム	Bh	(272)
108	ハッシウム	Hs	(277)
109	マイトネリウム	Mt	(276)
110	ダームスタチウム	Ds	(281)
111	レントゲニウム	Rg	(280)
112	コペルニシウム	Cn	(285)

†：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。

© 2011日本化学会　原子量専門委員会

元素の周期表(2011)

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	1 H 水素 1.00784~ 1.00811																	2 He ヘリウム 4.002602	1
2	3 Li リチウム 6.938~ 6.997	4 Be ベリリウム 9.012182											5 B ホウ素 10.806~ 10.821	6 C 炭素 12.0096~ 12.0116	7 N 窒素 14.00643~ 14.00728	8 O 酸素 15.99903~ 15.99977	9 F フッ素 18.9984032	10 Ne ネオン 20.1797	2
3	11 Na ナトリウム 22.98976928	12 Mg マグネシウム 24.3050											13 Al アルミニウム 26.9815386	14 Si ケイ素 28.084~ 28.086	15 P リン 30.973762	16 S 硫黄 32.059~ 32.076	17 Cl 塩素 35.446~ 35.457	18 Ar アルゴン 39.948	3
4	19 K カリウム 39.0983	20 Ca カルシウム 40.078	21 Sc スカンジウム 44.955912	22 Ti チタン 47.867	23 V バナジウム 50.9415	24 Cr クロム 51.9961	25 Mn マンガン 54.938045	26 Fe 鉄 55.845	27 Co コバルト 58.933195	28 Ni ニッケル 58.6934	29 Cu 銅 63.546	30 Zn 亜鉛 65.38	31 Ga ガリウム 69.723	32 Ge ゲルマニウム 72.63	33 As ヒ素 74.92160	34 Se セレン 78.96	35 Br 臭素 79.904	36 Kr クリプトン 83.798	4
5	37 Rb ルビジウム 85.4678	38 Sr ストロンチウム 87.62	39 Y イットリウム 88.90585	40 Zr ジルコニウム 91.224	41 Nb ニオブ 92.90638	42 Mo モリブデン 95.96	43 Tc* テクネチウム (99)	44 Ru ルテニウム 101.07	45 Rh ロジウム 102.90550	46 Pd パラジウム 106.42	47 Ag 銀 107.8682	48 Cd カドミウム 112.411	49 In インジウム 114.818	50 Sn スズ 118.710	51 Sb アンチモン 121.760	52 Te テルル 127.60	53 I ヨウ素 126.90447	54 Xe キセノン 131.293	5
6	55 Cs セシウム 132.9054519	56 Ba バリウム 137.327	57~71 ランタノイド	72 Hf ハフニウム 178.49	73 Ta タンタル 180.94788	74 W タングステン 183.84	75 Re レニウム 186.207	76 Os オスミウム 190.23	77 Ir イリジウム 192.217	78 Pt 白金 195.084	79 Au 金 196.966569	80 Hg 水銀 200.59	81 Tl タリウム 204.382~ 204.385	82 Pb 鉛 207.2	83 Bi* ビスマス 208.98040	84 Po* ポロニウム (210)	85 At* アスタチン (210)	86 Rn* ラドン (222)	6
7	87 Fr* フランシウム (223)	88 Ra* ラジウム (226)	89~103 アクチノイド	104 Rf* ラザホージウム (267)	105 Db* ドブニウム (268)	106 Sg* シーボーギウム (271)	107 Bh* ボーリウム (272)	108 Hs* ハッシウム (277)	109 Mt* マイトネリウム (276)	110 Ds* ダームスタチウム (281)	111 Rg* レントゲニウム (280)	112 Cn * コペルニシウム (285)	113 Uut* ウンウントリウム (284)	114 Uuq* ウンウンクアジウム (289)	115 Uup* ウンウンペンチウム (288)	116 Uuh* ウンウンヘキシウム (293)		118 Uuo* ウンウンオクチウム (294)	7

ランタノイド	57 La ランタン 138.90547	58 Ce セリウム 140.116	59 Pr プラセオジム 140.90765	60 Nd ネオジム 144.242	61 Pm* プロメチウム (145)	62 Sm サマリウム 150.36	63 Eu ユウロピウム 151.964	64 Gd ガドリニウム 157.25	65 Tb テルビウム 158.92535	66 Dy ジスプロシウム 162.500	67 Ho ホルミウム 164.93032	68 Er エルビウム 167.259	69 Tm ツリウム 168.93421	70 Yb イッテルビウム 173.054	71 Lu ルテチウム 174.9668
アクチノイド	89 Ac* アクチニウム (227)	90 Th* トリウム 232.03806	91 Pa* プロトアクチニウム 231.03588	92 U* ウラン 238.02891	93 Np* ネプツニウム (237)	94 Pu* プルトニウム (239)	95 Am* アメリシウム (243)	96 Cm* キュリウム (247)	97 Bk* バークリウム (247)	98 Cf* カリホルニウム (252)	99 Es* アインスタイニウム (252)	100 Fm* フェルミウム (257)	101 Md* メンデレビウム (258)	102 No* ノーベリウム (259)	103 Lr* ローレンシウム (262)

原子番号 | 元素記号[注1]

元素名

原子量(2011)[注2]

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（2011））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10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74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。

© 2011日本化学会　原子量専門委員会

元素の同位体組成表（2011）

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 2011 年版の元素の同位体組成は上記小委員会が 2009 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。

⑴ 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。

⑵ 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。たとえば，水素の場合，この表中の重水素の同位体存在度は海水の値ではなく，温帯地方の天然水に対する値である。

⑶ ( )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。

⑷ 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。

⑸ 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。

⑹ 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。

⑺ 半減期が 4×10^8 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}Pa(半減期：3.28×10^4 年)が ^{235}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。

* IUPAC Inorganic Chemistry Division, CIAAW : Isotopic Compositions of the Elements 2009, *Pure Appl. Chem*., **83**, 397 (2011).

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	99.9885(70)	GMR
		2	0.0115(70)[a]	
2	**He**	3	0.000134(3)	G R
		4	99.999866(3)	
3	**Li**	6	7.59(4)[b]	GMR
		7	92.41(4)	
4	**Be**	9	100	
5	**B**	10	19.9(7)	GMR
		11	80.1(7)	
6	**C**	12	98.93(8)	G R
		13	1.07(8)	
7	**N**	14	99.636(20)[c]	G R
		15	0.364(20)	
8	**O**	16	99.757(16)	G R
		17	0.038(1)	
		18	0.205(14)	
9	**F**	19	100	
10	**Ne**	20	90.48(3)	GM
		21	0.27(1)	
		22	9.25(3)	
11	**Na**	23	100	
12	**Mg**	24	78.99(4)	
		25	10.00(1)	
		26	11.01(3)	
13	**Al**	27	100	
14	**Si**	28	92.223(19)	R
		29	4.685(8)	
		30	3.092(11)	
15	**P**	31	100	
16	**S**	32	94.99(26)	G R
		33	0.75(2)	
		34	4.25(24)	
		36	0.01(1)	
17	**Cl**	35	75.76(10)	GMR
		37	24.24(10)	
18	**Ar**	36	0.3336(21)	G R
		38	0.0629(7)	
		40	99.6035(25)	
19	**K**	39	93.2581(44)	
		40	0.0117(1)	
		41	6.7302(44)	
20	**Ca**	40	96.941(156)[d]	G
		42	0.647(23)	
		43	0.135(10)	
		44	2.086(110)	
		46	0.004(3)	
		48	0.187(21)	
21	**Sc**	45	100	
22	**Ti**	46	8.25(3)	
		47	7.44(2)	
		48	73.72(3)	
		49	5.41(2)	
		50	5.18(2)	
23	**V**	50	0.250(4)	
		51	99.750(4)	
24	**Cr**	50	4.345(13)	
		52	83.789(18)	
		53	9.501(17)	
		54	2.365(7)	
25	**Mn**	55	100	
26	**Fe**	54	5.845(35)	
		56	91.754(36)	
		57	2.119(10)	
		58	0.282(4)	
27	**Co**	59	100	
28	**Ni**	58	68.077(19)	R
		60	26.223(15)	
		61	1.1399(13)	
		62	3.6346(40)	
		64	0.9255(19)	
29	**Cu**	63	69.15(15)	R
		65	30.85(15)	
30	**Zn**	64	49.17(75)	R
		66	27.73(98)	
		67	4.04(16)	
		68	18.45(63)	

© 2011日本化学会　原子量専門委員会

原子番号	元素記号	質量数	同位体存在度[原子百分率]	備考
		70	0.61(10)	
31	**Ga**	69	60.108(9)	
		71	39.892(9)	
32	**Ge**	70	20.57(27)	
		72	27.45(32)	
		73	7.75(12)	
		74	36.50(20)	
		76	7.73(12)	
33	**As**	75	100	
34	**Se**	74	0.89(4)	R
		76	9.37(29)	
		77	7.63(16)	
		78	23.77(28)	
		80	49.61(41)	
		82	8.73(22)	
35	**Br**	79	50.69(7)	
		81	49.31(7)	
36	**Kr**	78	0.355(3)	GM
		80	2.286(10)	
		82	11.593(31)	
		83	11.500(19)	
		84	56.987(15)	
		86	17.279(41)	
37	**Rb**	85	72.17(2)	G
		87	27.83(2)	
38	**Sr**	84	0.56(1)	G R
		86	9.86(1)	
		87	7.00(1)[d]	
		88	82.58(1)	
39	**Y**	89	100	
40	**Zr**	90	51.45(40)	G
		91	11.22(5)	
		92	17.15(8)	
		94	17.38(28)	
		96	2.80(9)	
41	**Nb**	93	100	
42	**Mo**	92	14.53(30)	G
		94	9.15(9)	
		95	15.84(11)	
		96	16.67(15)	
		97	9.60(14)	
		98	24.39(37)	
		100	9.82(31)	
44	**Ru**	96	5.54(14)	G
		98	1.87(3)	
		99	12.76(14)	
		100	12.60(7)	
		101	17.06(2)	
		102	31.55(14)	
		104	18.62(27)	
45	**Rh**	103	100	
46	**Pd**	102	1.02(1)	G
		104	11.14(8)	
		105	22.33(8)	
		106	27.33(3)	
		108	26.46(9)	
		110	11.72(9)	
47	**Ag**	107	51.839(8)	G
		109	48.161(8)	
48	**Cd**	106	1.25(6)	G
		108	0.89(3)	
		110	12.49(18)	
		111	12.80(12)	
		112	24.13(21)	
		113	12.22(12)	
		114	28.73(42)	
		116	7.49(18)	
49	**In**	113	4.29(5)	
		115	95.71(5)	
50	**Sn**	112	0.97(1)	G
		114	0.66(1)	
		115	0.34(1)	
		116	14.54(9)	
		117	7.68(7)	
		118	24.22(9)	
		119	8.59(4)	
		120	32.58(9)	
		122	4.63(3)	
		124	5.79(5)	
51	**Sb**	121	57.21(5)	G
		123	42.79(5)	
52	**Te**	120	0.09(1)	G
		122	2.55(12)	
		123	0.89(3)	
		124	4.74(14)	
		125	7.07(15)	
		126	18.84(25)	
		128	31.74(8)	
		130	34.08(62)	
53	**I**	127	100	
54	**Xe**	124	0.0952(3)	GM
		126	0.0890(2)	
		128	1.9102(8)	
		129	26.4006(82)	
		130	4.0710(13)	
		131	21.2324(30)	
		132	26.9086(33)	
		134	10.4357(21)	
		136	8.8573(44)	
55	**Cs**	133	100	
56	**Ba**	130	0.106(1)	
		132	0.101(1)	
		134	2.417(18)	
		135	6.592(12)	
		136	7.854(24)	
		137	11.232(24)	
		138	71.698(42)	
57	**La**	138	0.08881(71)	G
		139	99.91119(71)	
58	**Ce**	136	0.185(2)	G
		138	0.251(2)[d]	
		140	88.450(51)	
		142	11.114(51)	
59	**Pr**	141	100	
60	**Nd**	142	27.152(40)	G
		143	12.174(26)[d]	
		144	23.798(19)	
		145	8.293(12)	
		146	17.189(32)	
		148	5.756(21)	
		150	5.638(28)	
62	**Sm**	144	3.07(7)	G
		147	14.99(18)	
		148	11.24(10)	
		149	13.82(7)	
		150	7.38(1)	
		152	26.75(16)	
		154	22.75(29)	
63	**Eu**	151	47.81(6)	G
		153	52.19(6)	
64	**Gd**	152	0.20(1)	G
		154	2.18(3)	
		155	14.80(12)	
		156	20.47(9)	
		157	15.65(2)	
		158	24.84(7)	
		160	21.86(19)	
65	**Tb**	159	100	
66	**Dy**	156	0.056(3)	G
		158	0.095(3)	
		160	2.329(18)	
		161	18.889(42)	
		162	25.475(36)	
		163	24.896(42)	
		164	28.260(54)	
67	**Ho**	165	100	
68	**Er**	162	0.139(5)	G
		164	1.601(3)	
		166	33.503(36)	
		167	22.869(9)	

© 2011日本化学会　原子量専門委員会

原子番号	元素記号	質量数	同位体存在度［原子百分率］	備考
		168	26.978(18)	
		170	14.910(36)	
69	**Tm**	169	100	
70	**Yb**	168	0.123(3)	G
		170	2.982(39)	
		171	14.09(14)	
		172	21.68(13)	
		173	16.103(63)	
		174	32.026(80)	
		176	12.996(83)	
71	**Lu**	175	97.401(13)	G
		176	2.599(13)	
72	**Hf**	174	0.16(1)	
		176	5.26(7)[d]	
		177	18.60(9)	
		178	27.28(7)	
		179	13.62(2)	
		180	35.08(16)	
73	**Ta**	180	0.01201(32)	
		181	99.98799(32)	
74	**W**	180	0.12(1)	
		182	26.50(16)	
		183	14.31(4)	
		184	30.64(2)	
		186	28.43(19)	
75	**Re**	185	37.40(2)	
		187	62.60(2)	
76	**Os**	184	0.02(1)	G
		186	1.59(3)	
		187	1.96(2)[d]	
		188	13.24(8)	
		189	16.15(5)	
		190	26.26(2)	
		192	40.78(19)	
77	**Ir**	191	37.3(2)	
		193	62.7(2)	
78	**Pt**	190	0.012(2)	
		192	0.782(24)	
		194	32.86(40)	
		195	33.78(24)	
		196	25.21(34)	
		198	7.356(130)	
79	**Au**	197	100	
80	**Hg**	196	0.15(1)	
		198	9.97(20)	
		199	16.87(22)	
		200	23.10(19)	
		201	13.18(9)	
		202	29.86(26)	
		204	6.87(15)	
81	**Tl**	203	29.52(1)	
		205	70.48(1)	
82	**Pb**	204	1.4(1)	G R
		206	24.1(1)[d]	
		207	22.1(1)[d]	
		208	52.4(1)[d]	
83	**Bi**	209	100	
90	**Th**	232	100	G
91	**Pa**	231	100	
92	**U**	234	0.0054(5)	GM
		235	0.7204(6)[b]	
		238	99.2742(10)	

「元素の同位体組成表（2011）」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：市販水素ガス中の重水素の同位体存在度は原子百分率で 0.0032 まで低いものが存在する。
b：^{6}Li や ^{235}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 ^{6}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 ^{6}Li の値はこの範囲で最も高い値を示す。ウランの場合，^{235}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。
c：測定された δ^{15}N 値から ^{15}N の原子百分率を計算する際，空気中の窒素ガスの ^{14}N/^{15}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。
d：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」，および「元素の周期表」の 2011 年版における主な改定点

- 「原子量表」日本語版はこれまでアイウエオ順であったが，2011 年版より原子番号順とした。
- IUPAC における 2009 年の決定[†] に基づき，2011 年版より Ge の原子量を下表の通り変更した。
- 「原子量表」および「元素の周期表」の 2011 年版より，H，Li，B，C，N，O，Si，S，Cl，Tl の 10 元素については，天然試料あるいは試薬における原子量の変動を考慮して，原子量を変動範囲で示すことになった。
- これらの原子量が変動範囲で示されている 10 元素については，IUPAC の CIAAW からの提案[†] を参考に検討を行ったが，日本における「4 桁の原子量表」では，実用上の便宜から 2011 年版では引き続き従来の形式を採用することにした。これら 10 元素の数値については今回変更の必要がないことになった。

[†] IUPAC Inorganic Chemistry Division, CIAAW: Atomic Weights of the Elements 2009, *Pure Appl. Chem.*, **83**, 359 (2011).

元素名	元素記号	原子量表		4 桁の原子量表	
		2008-2010 年版	2011 年版	2008-2010 年版	2011 年版
水素	H	1.00794(7)	[1.00784; 1.00811]	1.008	(変更なし)
リチウム	Li	6.941(2)	[6.938; 6.997]	6.941	(変更なし)
ホウ素	B	10.811(7)	[10.806; 10.821]	10.81	(変更なし)
炭素	C	12.0107(8)	[12.0096; 12.0116]	12.01	(変更なし)
窒素	N	14.0067(2)	[14.00643; 14.00728]	14.01	(変更なし)
酸素	O	15.9994(3)	[15.99903; 15.99977]	16.00	(変更なし)
ケイ素	Si	28.0855(3)	[28.084; 28.086]	28.09	(変更なし)
硫黄	S	32.065(5)	[32.059; 32.076]	32.07	(変更なし)
塩素	Cl	35.453(2)	[35.446; 35.457]	35.45	(変更なし)
ゲルマニウム	Ge	72.64(1)	72.63(1)	72.64	72.63
タリウム	Tl	204.3833(2)	[204.382; 204.385]	204.4	(変更なし)

© 2011日本化学会　原子量専門委員会