

第 1 章

原子構造

私たちの周りには多くの物質があり、すべての物質は元素からできている。しかし、自然界に存在する元素の種類はわずか 90 種類ほどにすぎない。元素には名前が付けられ、H (水素)、O (酸素) などの元素記号が定められている。



第1節 原子と分子

コップの水を半分にし、それをさらに半分にして、水を分け続けてゆくとそれ以上分けられない最小粒子にたどりつく。この粒子を分子という。水の分子は水の性質を持っている。しかし、この水の分子もさらに分割することができる。

水の分子を分割すると2種類の粒子になる。この粒子を原子という。原子はもはや水の性質を失っている。水の分子 (H_2O) は2個の水素原子 (H) と1個の酸素原子 (O) からできている。水素原子や酸素原子にはもはや水の性質は残っていない

原子の構造

原子は小さく丸く、雲でできた球のようなものである。大きさは0.1 nm (ナノメートル, 10^{-10}m) の大きさである。もし原子を拡大してピンポン玉の大きさにしたとすると、同じ拡大率で拡大されたピンポン玉は地球ほどの大きさになる。

原子は1個の原子核と複数個の電子 (electron, 記号 e) からできている。電子は原子の体積のほとんどすべてを占めているが、質量は無視できるほど小さい。電子は粒子であるが、波の性質も持っている。電子は雲のように広がっているので電子雲と呼ばれることもある。

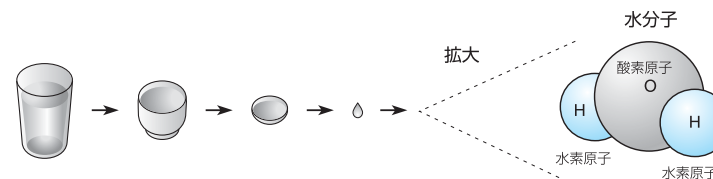
電子は電氣的にマイナスに荷電している。1個の電子が持つ電荷量を $-e$ で表わすが、この電荷 (e^-) は電荷の最小単位である。

原子核

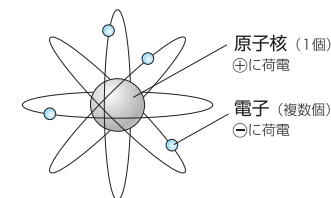
原子の中心にある、小さく、固く、重い塊が原子核である。原子核の直径は原子直径の1万分の1ほどである。すなわち、原子核の直径を1 cm とすると原子の直径は1万 cm すなわち 100 m になる。これはパチンコ玉と東京ドームの比ほどもある。

原子核は電氣的にプラスに荷電している。原子核のプラスの荷電量と電子全体が持つマイナスの荷電量の絶対値は等しい。そのため、原子は全体として電氣的に中性である。

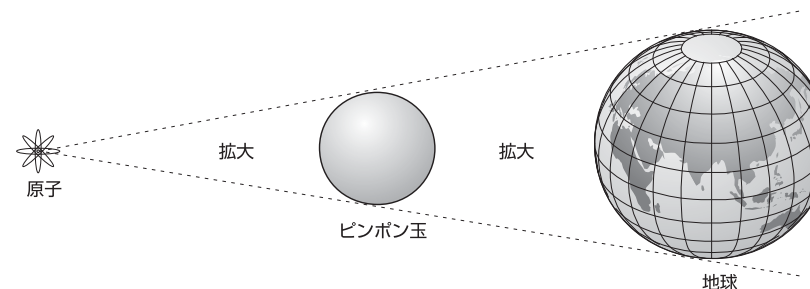
原子と分子



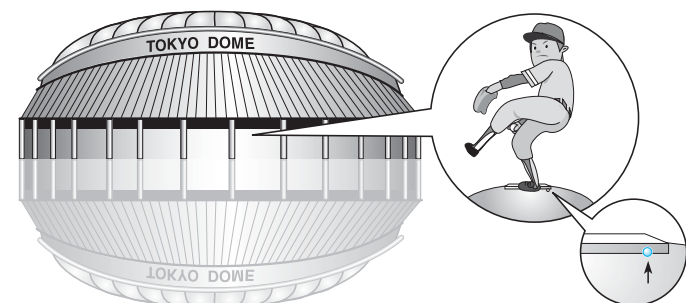
原子の構造



原子の大きさ



原子核の大きさ



原子: 東京ドームを2個合わせたもの

原子核: ピッチャーマウンド上のパチンコ玉

第 2 節 原子核と原子量

原子核は陽子 (proton, 記号 p) と中性子 (neutron, 記号 n) からできている。原子核を構成する陽子の個数を原子番号, 陽子と中性子の個数の和を質量数という。原子の重さを表わす数値を原子量という。

原子番号

水素の原子核を除けば, すべての原子核は複数個の陽子と中性子からできている。陽子と中性子では, 重さはほとんど同じであるが電荷が異なる。すなわち陽子は +e の電荷を持つが中性子は電氣的に中性である。

原子核を構成する陽子の個数を原子番号 (記号 Z) という。原子が電氣的に中性になるためには, 陽子の個数 (Z) と同じ個数の電子を持たねばよいことになる。原子の化学的性質は主に電子によって決定される。したがって原子番号は原子の性質を決定する大切な番号である。

陽子と中性子の個数の和を質量数 (A) という。原子番号は元素記号の左下, 質量数は左上に付けて表わす。

同位体

原子番号が同じ原子でも, 異なる個数の中性子を含むものがある。このようなものを同位体という。水素には 3 種の同位体¹⁾, 酸素には 2 種の同位体がある。同位体は原子番号が等しいので化学的性質は等しく, 重さが異なるだけである。

自然界に存在する原子は同位体の混合物である。同位体の割合を同位体存在度という。

原子量

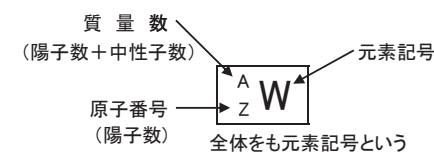
炭素の同位体 ^{12}C の重さを 12 と定めて, これとの比較で求めた各原子の相対的な重さを相対質量という。したがって相対質量は質量数にほぼ等しい。自然界の原子は同位体の混合物なので, 同位体の相対質量の加重平均をとって, それを原子の原子量という。原子量は原子の重さを表わす数値である。

原子が 6.02×10^{23} 個集まると, その全体の質量は質量数と同じ (数値に g を付けたもの) になる。この数値 6.02×10^{23} を提唱者の名前をとってアボガドロ定数²⁾ という。また, アボガドロ定数個の集合を 1 モルという。

原子を作るもの

名 称	記 号	電 荷	質 量 (Kg)
原 子 核			
電 子	e	-1	9.1091×10^{-31}
陽 子	p	+1	1.6726×10^{-27}
中 性 子	n	0	1.6749×10^{-27}

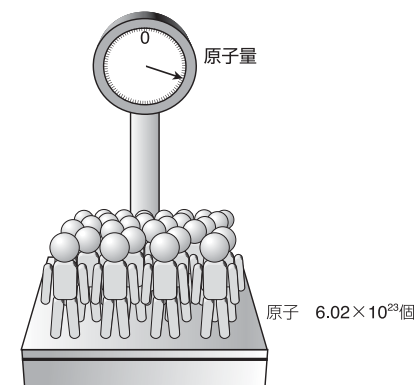
元素記号



同 位 体

元素名	水素			炭素		酸素		塩素		ウラン	
記 号	^1H (H)	^2H (D)	^3H (T)	^{12}C	^{13}C	^{16}O	^{18}O	^{35}Cl	^{37}Cl	^{235}U	^{238}U
陽子数	1	1	1	6	6	8	8	17	17	92	92
中性子数	0	1	2	6	7	8	10	18	20	143	146
存在度%	99.98	0.015	~0	98.89	1.11	99.76	0.20	75.53	24.47	0.72	99.28

原 子 量



注

- 1) 水素原子の同位体のうち、地球上に存在するのは3種だけであるが、宇宙には少なくとも7種の同位体が存在すると言われる。
- 2) アボガドロ：アメデオ・アヴォガドロ（1776～1856年）。イタリアの物理学者、化学者。
- 3) 最初にK殻を発見した科学者は、その殻が最小のものとの確信が持てなかった。そのため、後にもっと小さい殻が発見されても命名にこまらないようにと、名前の順をAから始めずにKから始めたという説がある。
- 4) 3個のp軌道、5個のd軌道のように、異なる軌道であるのに同じエネルギーの軌道を一般に縮重軌道という。
- 5) 実際には電子は自転しているのではなく、2つの互いに異なる状態があるのである。それを区別するためにわかりやすく自転という「たとえ」を用いたのである。
- 6) 電子の軌道への配属を規制する規則には「パウリの排他原理」と「フントの築き上げの原理」がある。本書ではそれをまとめて示した。
- 7) 周期表にはいろいろの種類がある。本書で採用したのは長周期表で、現在の教科書に広く採用されているものである。しかし50年ほど前までは短周期表が採用されていた。
- 8) 原子が電子を放出して陽イオンになるために要するエネルギーをイオン化エネルギーという。それに対して原子が電子を取り込んで陰イオンになる時に放出するエネルギーを電子親和力という。

演習問題

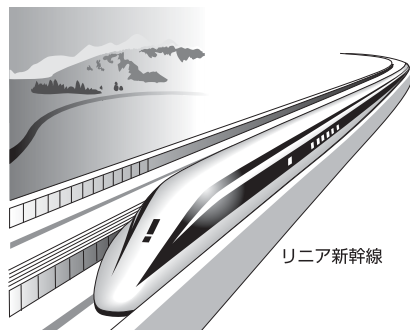
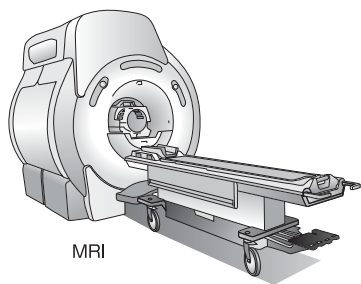
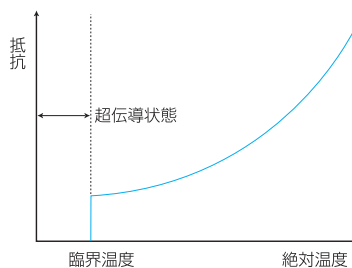
- 問1 分子と原子の違いは何か。
- 問2 原子と原子核の大きさの違いはどの程度か。
- 問3 次の原子の陽子数、中性子数はそれぞれいくつか。 ${}^3\text{H}$, ${}^{14}\text{C}$, ${}^{18}\text{O}$ 。
- 問4 同位体とは何か。
- 問5 次の原子の原子量はいくつか。H, C, N, O。
- 問6 次の軌道の形を図示せよ。s軌道, p軌道。
- 問7 次の原子の電子配置を図示せよ。C, N, O, F。
- 問8 イオンとは何か。
- 問9 典型元素とは何族の元素か。
- 問10 地球の自然界に存在する原子で最小、最大の物はそれぞれなにか。名前と元素記号で答えよ。

超伝導

金属の伝導は自由電子によって行われる。そのため温度が下がると金属原子の熱振動が弱くなり、自由電子の運動がスムーズになるため、電気抵抗が下がり、伝導度が増加する。

ある種の金属を極低温（数ケルビン）まで下げると、それまで徐々に低下してきた電気抵抗が突如0になる。この温度を臨界温度といい、電気抵抗0、伝導度無限大の状態を超伝導状態という。

超伝導状態の一番の特徴は、大電流を発熱無しに通すことができることであろう。このため、極めて強力な電磁石を作ることができ、この磁石を特に超伝導磁石という。JRが開発しているリニア新幹線に超伝導磁石を用いるのは、磁石の反発力を利用して車体を浮き上がらせ、抵抗を少なくするためである。また、脳の断層写真撮影に使われるMRIも超伝導磁石を利用している。



第Ⅱ部

無機化合物と 有機化合物

第3章 無機化合物

第4章 有機化合物

第5章 高分子化合物

第 3 章

無機化合物

炭素原子を含む化合物のうち、CO や CO₂ などのような簡単な構造の化合物を除いたものを有機化合物といい¹⁾、それ以外のものを無機化合物という。



第1節 1族元素の性質

1族元素は最外殻に1個の電子を持っているので、これを放出して閉殻構造を取ろうとする。このため、+1価の陽イオン（カチオン）になりやすい。

1族元素のうち、水素（H）を除いた元素をアルカリ金属という。

水素

水素原子は最も小さい原子であり、宇宙に最も多く存在する元素である²⁾。太陽では2個の水素原子核を融合してヘリウム原子核にする核融合反応が行われており、その際に発生する膨大なエネルギーが太陽の光、熱エネルギーの源となっている。この反応は人類の究極のエネルギー源として、利用開発の研究が進められているが、実用化はまだまだ先のようなのである。しかし、水素爆弾はこの核反応を利用したものである。

水素分子は最も軽い（比重が小さい）分子であり、気球やアドバルーンに用いられる。酸素と爆発的に化合して水を作る。燃料電池の燃料として将来のクリーンエネルギーの担い手として期待されている。

アルカリ金属

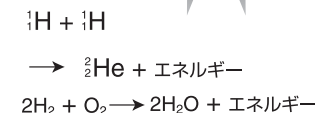
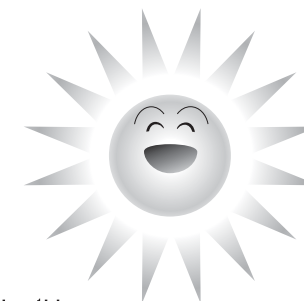
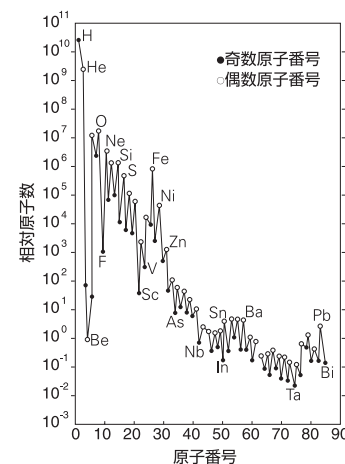
水素以外の1族元素の酸化物は水に溶けると強いアルカリ性を示すので、アルカリ金属との名前が付いた。

- ◎ ナトリウム（Na）³⁾：柔らかい銀白色の金属である。酸素や湿気と反応しやすいので石油中に保管される。食塩の電気分解で作られる。水と爆発的に反応して水酸化ナトリウム（NaOH）と水素を発生する。カリウムと共に神経細胞中にあり、神経細胞の信号伝達に重要な働きをしている。
- ◎ カリウム（K）：柔らかい銀白色の金属である。植物にも多く含まれている。植物の燃えカスである灰には炭酸カリウム（K₂CO₃）が含まれているため、灰汁はアルカリ性である⁴⁾。

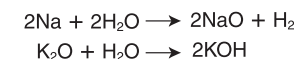
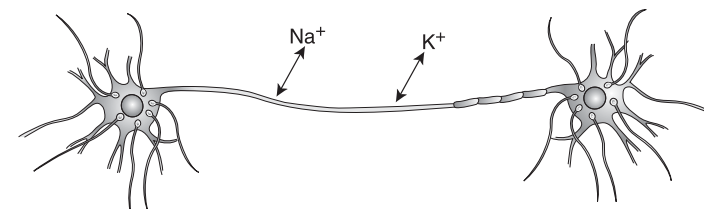
1族元素

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og

水素



アルカリ金属



第2節 2族と12族元素の性質

2族元素と12族元素は周期表では離れた位置にあるが、性質は似ている。どちらも最外殻に2個の電子を持ち、2価の陽イオンになりやすいからである。

2族：アルカリ土類金属

1族元素や2族元素を炎に入れると、炎に元素特有の色が付く。これを炎色反応という。花火はこの現象を利用したものである。

- ◎ マグネシウム (Mg)：軽い銀白色の金属であるが、空气中で激しく燃焼して閃光を放つのでフラッシュに用いられたこともある。水素を吸い込む性質のある水素吸蔵金属であり、自重の7.6%の水素を吸い込むことができる。葉緑素に含まれ、光合成で重要な働きをしている。
- ◎ カルシウム (Ca)：骨や歯の成分として生体に欠かせない元素である。酸化カルシウム (CaO) は生石灰と呼ばれ乾燥剤に使われるが、水と反応すると高熱を発生する。硫酸カルシウム (CaSO₄) は水に溶かすと結晶水を取って膨潤固化するため、石膏として彫像複製などに用いる。

12族

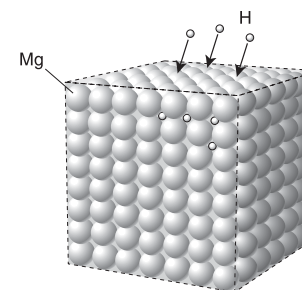
- ◎ 亜鉛 (Zn)：人体にとって重要な微量元素であり。不足すると味盲症となり、食物の味がわからなくなる。鉄板に亜鉛メッキをしたものはトタンと呼ばれ、建築資材に用いられる。
- ◎ カドミウム (Cd)：毒性を持った金属であり、富山県のイタイイタイ病の原因となった金属である。カドミウムは亜鉛と同族なため、亜鉛鉱石に含まれるが、昔はカドミウムの使い道がないため、神通川に流され、それが環境を汚染したものであった。現在ではニッカド電池の原料や、原子力発電において発電量を制御する制御剤として用いられる。
- ◎ 水銀 (Hg)：毒性の強い金属である。熊本県の水俣病はメチル水銀によって引き起こされた。水銀は多くの金属を溶かしてアマルガムを作る。アマルガムは歯科材料に使われる。また、金アマルガムは伝統的な金メッキに用いられる。すなわち、金アマルガムを銅像に塗り、その後熱すると沸点の低い水銀は蒸発し、金だけが残って、銅像がメッキになるわけである。

2, 12族元素

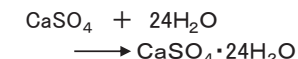
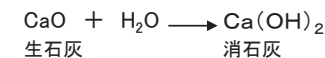
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og

2族元素

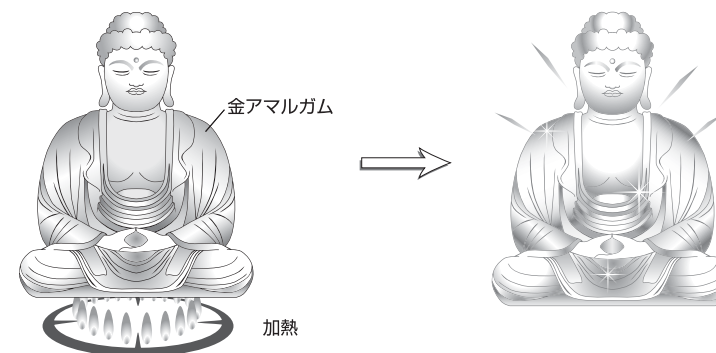
族	1族				2族			その他	
元素	Li	Na	K	Rb	Ca	Sr	Ba	Cu	Tl
炎色反応の色	深赤	黄	赤紫	深赤	橙赤	深赤	緑	青緑	黄緑



水素吸蔵金属



12族元素



注

- 昔は生物だけが作ることでできるタンパク質、糖類などを有機物と言ったが、化学が発展するところの様な有機物をも人為的に作る（化学合成）ことができるようになった。そのため、有機物の定義が変化した。
- 宇宙は138億年前に起きたビッグバンで生成したが、その時飛散った原子のほとんどすべては水素原子であった。水素原子より大きい原子の多くは水素原子の核融合反応によってできたものである。
- 最近ナトリウム化合物はお掃除グッズなどとして人気である。主な物の構造式を示して置く。
カ性ソーダ（水酸化ナトリウム） NaOH 、重曹（炭酸水素ナトリウム） NaHCO_3 、炭酸ソーダ（炭酸ナトリウム） Na_2CO_3 、セスキ炭酸ソーダ（セスキ炭酸ナトリウム） $\text{Na}_3\text{H}(\text{CO}_3)_2$ 。「ソーダ」はナトリウム（英語）のドイツ語名である。
- カリウムが酸化されれば酸化カリウム K_2O となるが、これはただちに空気中の二酸化炭素 CO_2 と反応して炭酸カリウムとなる。
$$4\text{K} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{K}_2\text{O} \quad \text{K}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3$$
- ステンレス、鉄、クロム、ニッケルの合金が錆びないのも、クロムやニッケルが不動態を作るからである。
- 6族元素にはゲルマニウムや鉛がある。ゲルマニウムはケイ素と並んで半導体として有名である。鉛は身近な金属であり、比重が大きくて柔らかく、しかも融点が高いため、釣りの重りやハンダの原料として良く用いられた。しかし毒性が強いため、最近の使用が控えられている。
- 金属元素のうち、先端科学産業に欠かせないのに日本では産出されないものをレアメタル（希少金属）と言い、現在48種の元素が指定されている。レアメタルには3族元素のうちスカンジウム、イットリウム、それと15種類のランタノイド元素が含まれる。これらは化学的にレアアース（希土類）と呼ばれる。レアアースは発光、発色、磁性、レーザー発振など、現代科学の最先端を担う物が多い。
- 金属で最も比重が小さいのはナトリウムであり、最も大きいのはオスミウムで比重は22.57もある。金や白金も重い金属であり、金は19.3、白金は21.45。

演習問題

- 1族元素と2族元素の名前を3個ずつあげよ。
- 宇宙で1番目と2番目に多い元素名をあげよ。
- カルシウムが酸化カルシウムになり、さらに水酸化カルシウムになる反応を反応式で書け。
- 金属の表面にできる酸化物の膜で、それ以上の酸化を防ぐものをなんというか。
- 希ガス元素以外で、常温で気体、液体の元素名をあげよ。
- 窒素酸化物、硫黄酸化物の一般名を答えよ。
- 遷移元素とは周期表で何族か。
- 貴金属元素の名前を3つあげよ。
- 18Kの金に含まれる金は何%か。
- 有機塩素化合物の名前を3つあげよ。

電気自動車

地球温暖化を防ぐためには二酸化炭素の発生を抑えなければならず、そのためには化石燃料の使用を抑えなければならない。しかしエネルギーがなければ社会は成り立たないが、かといって、太陽電池や風力発電などの再生可能エネルギーだけでは不足する。

ということで最近注目されているのが水素エネルギーである。水素を燃やせば水とエネルギーが発生し、環境汚染物質は一切発生しない。自動車も例外ではなく、石油で走るのではなく、水素で走ることが求められている。

水素で走るためには2種類の方法があり、1つは現在のエンジンで水素ガスを燃やす方法、もう1つは水素燃料電池で電力を作り、それでモーターを回す電気自動車である。なお電気自動車は発電所で作った電力で走ることもできる。

この場合の基本的な問題は、水素は自然界には存在しないということである。水素の作り方はいろいろあるが、水の電気分解にしる、化石燃料の分解にしる、エネルギーが必要ということであり、そのエネルギーをどこから得るのか、という堂々巡りの議論になる。



充電中の電気自動車



充電器

第V部

生命の化学

第12章 生命の化学

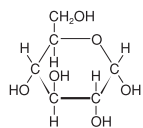
第13章 環境の化学

糖

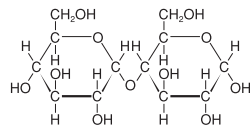
生体を構成する重要成分に、第12章で紹介したもの以外にも糖がある。糖の分子式は一般に $C_m(H_2O)_n$ で表されるので、炭化水素とも呼ばれる。糖は植物が空気中の二酸化炭素と水を原料とし、太陽光をエネルギー源として光合成によって作ったものであり、太陽エネルギーの缶詰のようなものである。動物は糖を摂取することによって間接的に太陽エネルギーを利用していることになる。

典型的な糖の一種としてグルコース（ブドウ糖）がある。グルコースは糖の単位分子なので単糖類と呼ばれる。2個のブドウ糖が脱水縮合するとマルトース（麦芽糖）となる。マルトースは2糖類である。多数個のブドウ糖が脱水縮合したものがデンプンやセルロースである。デンプンとセルロースではグルコースの結合の仕方が異なっており、草食動物はセルロースを分解できるが人類は分解できない。そのため、人類はセルロースを栄養源とすることはできない。

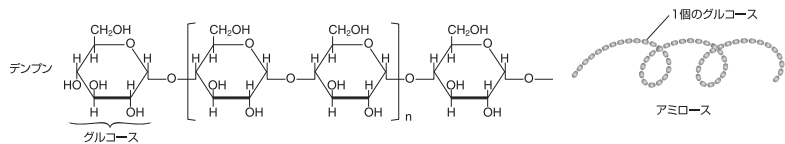
デンプンには、多くのグルコースが直鎖状に結合したアミロースと、枝分かれしたアミロペクチンがある。もち米は100%がアミロペクチンであるが、うるち米（普通の米）には2～30%のアミロースが含まれる。



グルコース

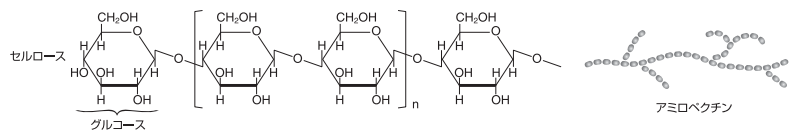


マルトース（麦芽糖）



グルコース

アミロース



グルコース

アミロペクチン

第13章

環境の化学

私たちはさまざまな物質との関わりを通じて生活している。このように、私たちを取り囲む物質世界のすべてを指して環境という。



第1節 環境

環境とは自分を取り囲み、自分と相互作用を持つ空間のことをいう。環境は狭く考えれば、自分のいる机の周りだろうし、広げれば室内、建物内、さらには街、国、ついには地球、宇宙にまで広がっていく。世界全体が情報と物質を通じて緊密に結びついているグローバル社会において、狭い環境で起こった問題は直ちに広い地球規模の環境に結びつきかねない。

地球環境

地球は直径1万3千kmの球である。内部は高熱で溶けた鉱物で埋まり、周りは大気で覆われている。しかし、大気の厚さは薄い。高さ10km足らずのエベレストに登るのに酸素マスクを着けなければならない。成層圏まで入れても大気の厚さは50km程度である。地球を直径13cmの円とすると、50kmの幅は0.5mmに過ぎない。鉛筆の線の幅ほどもないのである。

地球は水の星といわれ、表面の70%は水で覆われている。海のパ平均深度は3000mである。水は蒸発して雲になり、雨になって地表に落ち、川を下ってまた海に戻る。水は循環を繰り返し、地球上を掃除している。

空気と水と大地と生物。それが緊密なバランスを保っている世界、それが地球環境なのである。

環境と化学

環境は物質からできている。化学は物質を扱い、研究する学問である。

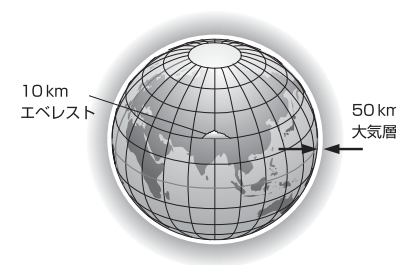
化学は化学物質を作って人々の生活に役立てる。この行為は環境に新しい化学物質を加えたことになる。緊密で精妙な物質バランスが保たれている地球上に、それまでなかった、まったく新しい物質を加えたら、バランスは崩れてしまう。

その結果環境は新しいバランスに到達するまで試行錯誤を繰り返す。これが環境問題である。環境に問題を持ち込むのも、また、それを解決するのも化学である。化学は環境問題を避けて通るわけには行かない。

環境



地球環境



環境と化学



第2節 地球と化学

最もスケールの大きな環境問題は、地球規模のものであろう。地球環境は化学物質の影響によって徐々に変わりつつある。

地球温暖化

地球の平均気温が上がり続けている。このままでは、21世紀末には平均気温が3度上昇し、海水膨張で海面が30 cm ~ 1 m 上昇するという。

原因は二酸化炭素 CO_2 などの温室効果ガスが、増加しているせいである¹⁾。地球には太陽のエネルギーが到達しているが、温室効果ガスはこのエネルギーを溜め込み、地表の温度を上げるのである。温室効果の大きさは、温暖化ポテンシャルという数値で測られるが、それによると、二酸化炭素の効果は決して大きくはない。しかし、二酸化炭素の量が多いので問題となるわけである²⁾。

石油は炭化水素であり、 CH_2 (分子量 = 14) 単位でできている。これが燃焼すると CO_2 (分子量 = 44) となる。分子量は3倍に増える。すなわち、石油を燃焼すると、石油の重量の3倍の重量の二酸化炭素が発生するのである。

オゾンホール

地球には、有害な宇宙線が降り注いでいる。そのままでは生物は生存できない。それにも拘わらず生物が生存できるのは、地球の50 km ほど上空を取り巻いているオゾン (O_3) 層が宇宙線を遮ってくれるからである。

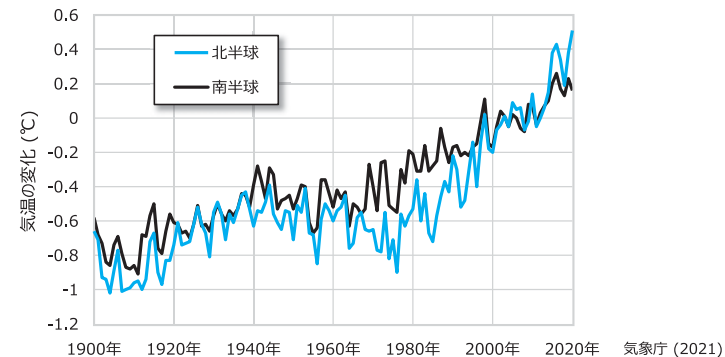
ところが最近、南極上空のオゾン層に孔が空いている (オゾンホール) ことがわかった。原因はフロンである。フロンは炭素 (C)、フッ素 (F) と塩素 (Cl) からできた物質であり、自然界には存在しないものである。フロンはエアコン、スプレーなどに多用されたが、現在は製造、使用が禁止されている。

酸性雨

酸性の強い雨 (pH 5.6 以下) を酸性雨という³⁾。酸性雨は建物を劣化させ、森林を枯らし、湖沼の生物に被害を与える。

原因は窒素酸化物、硫黄酸化物など、化石燃料の燃焼に基づくものである。窒素酸化物 (NO_x , ノックス) は水に溶けると硝酸 (HNO_3) などになり、硫黄酸化物 (SO_x , ソックス) は硫酸 (H_2SO_4) などになる。

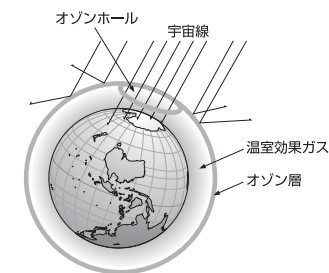
地球温暖化



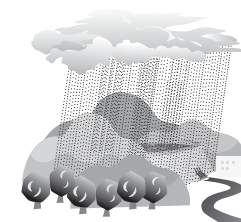
地球環境

物質	化学式	分子量	産業革命以前の濃度	現在の濃度	地球温暖化ポテンシャル
二酸化炭素	CO_2	44	280ppm	410ppm	1
メタン	CH_4	16	0.7ppm	1.9ppm	26
フロン11	CCl_3F	137			4500
フロン12	CCl_2F_2	120			7100

オゾンホール



酸性雨



注

- 1) 海水中には莫大な量の二酸化炭素が溶けている。気体の溶解度は温度が上がると減少する。したがっては二酸化炭素が増えて気温が上がると海水温度も高くなり、溶けていた二酸化炭素が放出されてさらに空気中の二酸化炭素濃度が上がることになる。
- 2) 石油の分子式は $H-(CH_2)_n-H$ であり、基本的に CH_2 単位が並んだ物である。これが燃える（酸化される）と各々の CH_2 単位が CO_2 に変化する。 CH_2 の分子量は $14 (12+1\times 2)$ であり、 CO_2 の分子量は $44 (12+16\times 2)$ である。つまり、石油は燃えて二酸化炭素になると重さは14から44と、3倍になるのである。
- 3) 空気中には二酸化炭素 CO_2 が含まれている。二酸化炭素は水に溶けると炭酸 H_2CO_3 という酸になる。この結果、全ての雨は酸性となり、その程度はおよそ pH 5.6 程度である。酸性雨と言うのは pH がこれより小さい、つまりこれより酸性度の強い雨のことをいう。
- 4) 中年が多いというのは、重金属であるカドミウムが排出されずに体内に蓄積されたことを意味する。女性が多いというのは性による代謝機能の違いであろう。
- 5) この事件を契機に土壤汚染が注目されるようになった。
- 6) この事件を契機に水銀の有毒性が注目されるようになった。
- 7) この事件を契機に工場からの排煙が注目されるようになった。
- 8) 近年になって臨界状態の水（p.92 参照）が PCB を有効に分解することが明らかになり、それを利用した分解が進んでいる。
- 9) この事件の後、サリドマイド被害は、サリドマイドが胎児の腕の発生時に、その毛細血管の生成を阻害することがわかった。それならばがん細胞の毛細血管生成をも阻害する可能性があるとして研究を重ねた結果、抗がん作用があることが発見され、医師の厳重な監視の下、抗がん剤として使用されている。

演習問題

- 問1 地球温暖化の原因はなにか。
- 問2 酸性雨はどのような影響を及ぼすか。
- 問3 日本の四大公害とはなにか。
- 問4 有機塩素化合物とはなにか。
- 問5 薬害とはなにか。
- 問6 オゾンとはなにか。
- 問7 オゾンホールの原因はなにか。
- 問8 PCB はどのようにして分解されるのか。
- 問9 四日市ぜんそくを収束した原因はなにか。
- 問10 イタイイタイ病の原因になったカドミウムを排出した神岡鉱山は現在どうなっているか。