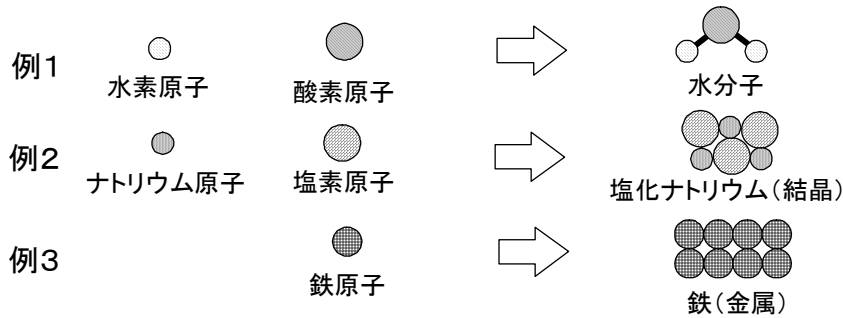


# 化学とは

- ・物質の構造・性質・反応を扱う自然科学の一分野。
- ・原子・分子レベルで物質を扱う学問(物質科学)。

Chemistry is the science of matter at the atomic to molecular scale, dealing primarily with collections of atoms (such as molecules, crystals, and metals). ... <http://en.wikipedia.org/wiki/Chemistry>

## 原子 … 物質の最小構成単位である粒子

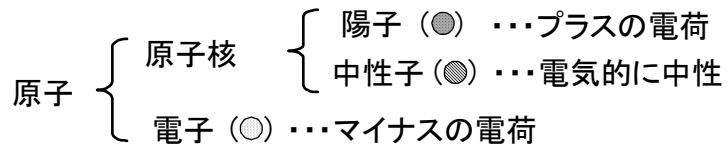


## 1. 原子の大きさ

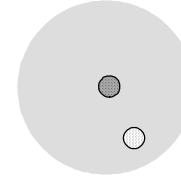


原子とゴルフボールの大きさの関係は、ゴルフボールと地球との関係にほぼ対応する。

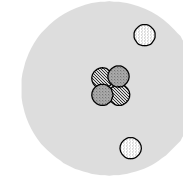
## 2. 原子の構造



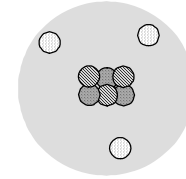
・水素原子



・ヘリウム原子



・リチウム原子



陽子			
中性子			
電子			

## 原子と原子核の大きさの比較



## 3. 原子の重さ

	粒子1個の重さ	陽子の重さとの比
陽子	$1.673 \times 10^{-24}$ g	1
中性子	$1.675 \times 10^{-24}$ g	1.001 (≒ 1)
電子	$9.109 \times 10^{-28}$ g	0.00054 (≒ 0)

原子の重さ: 陽子の数 + 中性子の数でほぼ決定 (原子量)

## 原子と元素

原子番号: 陽子の数に対応 → 物質の種類に反映

元素: ある特定の原子番号を持つ原子に代表される物質の種類を指す

元素の周期表: 元素を原子番号順に並べ、互いに似た性質のものを縦になるように配置したもの

元素の周期表(一部抜粋)

1	2	13	14	15	16	17	18
1 H 水素 1.01			原子番号 元素記号 原子量				2 He ヘリウム 4.00
3 Li リチウム 6.94	4 Be ベリリウム 9.01	5 B ホウ素 10.81	6 C 炭素 12.01	7 N 窒素 14.01	8 O 酸素 16.00	9 F フッ素 19.00	10 Ne ネオン 20.18
11 Na ナトリウム 22.99	12 Mg マグネシウム 24.31	13 Al アルミニウム 26.98	14 Si ケイ素 28.09	15 P リン 30.97	16 S イオウ 32.07	17 Cl 塩素 35.45	18 Ar アルゴン 39.95

原子量に端数があるのは、中性子数の異なるもの(同位体という)が一定量含まれるからである。

元素の周期表(一部抜粋)

1	2	13	14	15	16	17	18
H 水素							He ヘリウム
Li リチウム	Be ベリリウム	B ホウ素	C 炭素	N 窒素	O 酸素	F フッ素	Ne ネオン
Na ナトリウム	Mg マグネシウム	Al アルミニウム	Si ケイ素	P リン	S イオウ	Cl 塩素	Ar アルゴン

典型金属元素 : 電子を与えたい

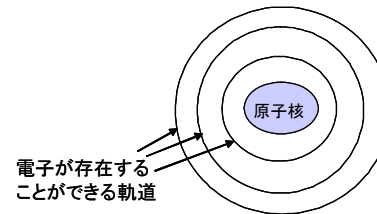
非金属元素 : 電子を奪いたい(水素を除く)

半金属元素 : 相手まかせ(水素も同様)

不活性ガス : 一匹狼(電子を与えも奪いもしない)

元素の周期表(一部抜粋)

1	2	13	14	15	16	17	18
H 水素							He ヘリウム
Li リチウム	Be ベリリウム	B ホウ素	C 炭素	N 窒素	O 酸素	F フッ素	Ne ネオン
Na ナトリウム	Mg マグネシウム	Al アルミニウム	Si ケイ素	P リン	S イオウ	Cl 塩素	Ar アルゴン



軌道内の電子が満席(あるいは空になる)と安定状態になる

- 1番目の軌道: 電子2個で満席
- 2番目の軌道: 電子8個で満席
- 3番目の軌道: 電子8個で満席

### イオン結合の形成

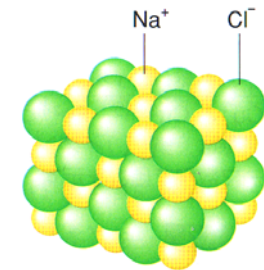
例: 塩化ナトリウム



ナトリウム原子は1個の電子を失ってナトリウムイオンになる。



塩素原子は1個の電子を取り入れて塩化物イオンになる。



多数のナトリウムイオンと塩化物イオンがたがいに電気的に引き合い、塩化ナトリウムの結晶ができる。

- ・同数のナトリウムイオンと塩化物イオンで構成されており、結晶全体としては電気的に中性である。
- ・融点(固体が液体になる温度): 801°C
- ・沸点(液体が気体になる温度): 1413°C

### 同一元素からの分子の形成

	分子形成の考え方	分子式	分子量	融点 (°C)	沸点 (°C)
水素	$\text{H}\cdot + \cdot\text{H} \rightarrow$	$\text{H}_2$	2.02	-259	-252
窒素	$\cdot\ddot{\text{N}}\cdot + \cdot\ddot{\text{N}}\cdot \rightarrow$	$\text{N}_2$	28.01	-210	-195
酸素	$\cdot\ddot{\text{O}}\cdot + \cdot\ddot{\text{O}}\cdot \rightarrow$	$\text{O}_2$	32.00	-218	-183

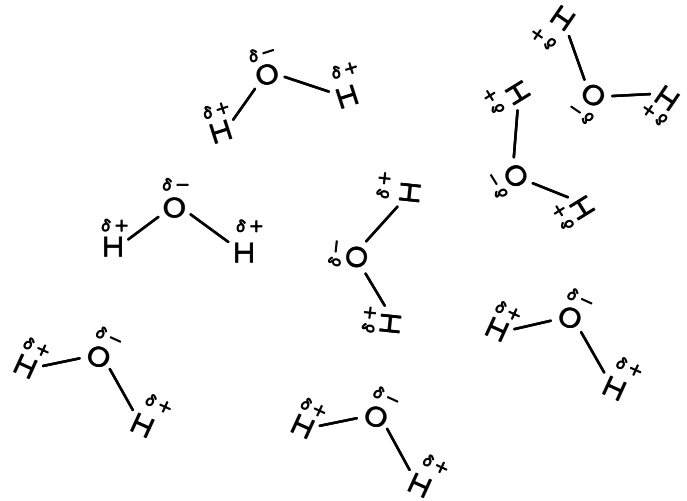
ペアになっていない電子を有する分子をラジカルという(radical:過激な、攻撃的な)

1. 電子を共有することで安定化(共有結合)
2. 分子量が大きいものほど沸点が高い

### 異種元素からの分子の形成

	分子形成の考え方	分子式	分子量	融点 (°C)	沸点 (°C)
メタン	$\cdot\ddot{\text{C}}\cdot + \cdot\text{H} \rightarrow$ (x4)	$\text{CH}_4$	16.04	-183	-161
アンモニア	$\cdot\ddot{\text{N}}\cdot + \cdot\text{H} \rightarrow$ (x3)	$\text{NH}_3$	17.03	-78	-33
水	$\cdot\ddot{\text{O}}\cdot + \cdot\text{H} \rightarrow$ (x2)	$\text{H}_2\text{O}$	18.02	0	100

- C-H結合: 電気的偏りがほとんどない
- N-H結合: N側に電子が偏在(相対的にHは電子欠乏)  $\Rightarrow$  N-H
- O-H結合: O側に電子が偏在(相対的にHは電子欠乏)  $\Rightarrow$  O-H
- $\Downarrow$  同様に...
- C-N結合: N側に電子が偏在(相対的にCは電子欠乏)  $\Rightarrow$  C-N
- C-O結合: O側に電子が偏在(相対的にCは電子欠乏)  $\Rightarrow$  C-O



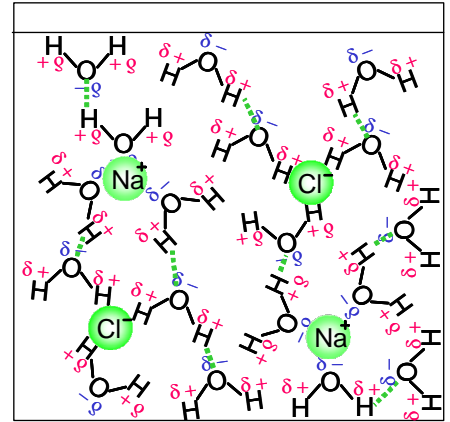
水分子間の相互作用...酸素と水素との電気的相互作用(水素結合)

→ 分子量が小さい割に沸点が高い理由

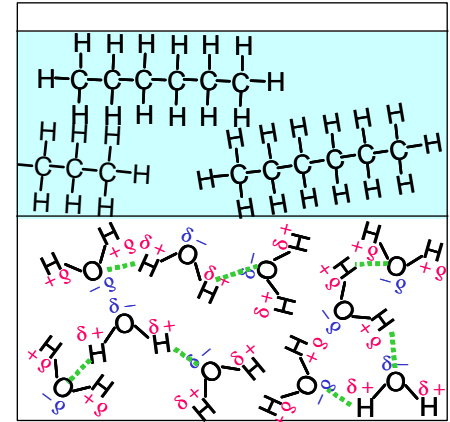
### 物質の混合

似たもの同士は良く溶け合う (like dissolves like) ...良く知られた経験則

- ・水と塩化ナトリウム (電気的に偏りのあるもの同士)
- ・水とヘキサン(ガソリンの一成分) (電気的に偏りのあるものとそうでないもの)



ナトリウムイオンが水分子の酸素と、塩化物イオンが水分子の水素と引き合い、塩化ナトリウムの結晶が水に溶けていく。

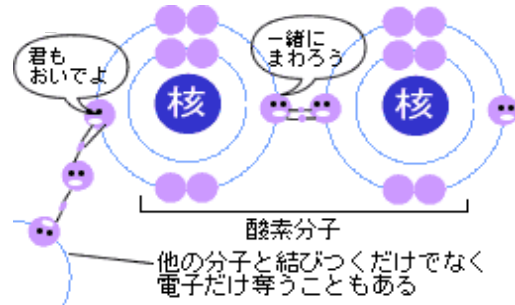


ヘキサン分子は水分子間の水素結合に分け入る作用を持たないため、2層に分離した状態のままである(水と油)。

## 活性酸素について

### 酸素分子は反応性が高い

酸素分子は他の分子に結びついたり、電子を奪ったりする性質がある(酸化という)。これは、核の周りを飛び回っている電子のせい。電子にはカップルで飛び回りたい習性がある。ところが酸素の場合、分子になってもハンパ者が残っている。ハンパ者は相手を探して飛び回り、見つけ次第強引に結びつこうとする。

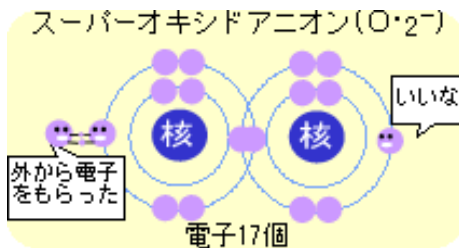


2つの酸素原子の孤独な電子がくっついて酸素分子となる。それでも2個の電子が余っている状態。余った電子はそれぞれペアを探そうと必死なのである。

### 強引さがこうじて、活性酸素に変身する

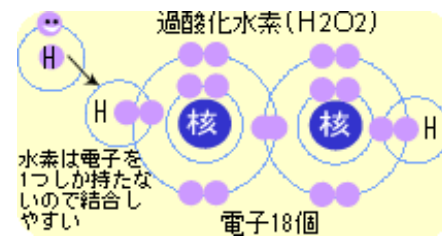
酸素分子中のハンパな電子が、ペアを探そうと必死になった結果できてしまうのが以下の4種類の化合物。これらを総合して活性酸素と呼んでいる。図を見て分かる通り、分子構造は本来の酸素分子とそれほど大きく変わらないが、酸素分子以上に不安定かつ強引な性質を持つ。このため、糖質、脂質、アミノ酸など、各器官を構成する分子を酸化するなどして体内に悪影響を与えてしまう、ともいわれている。

#### 活性酸素(1)



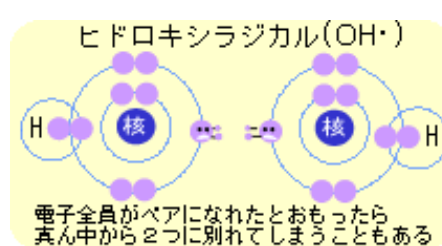
人間の体内でもっとも大量に発生するが、他に比べると反応性が低く、身体に与える影響も少ないと考えられている。ただし、電子や水素原子のやりとりが進むことで、ヒドロキシラジカルなど、毒性の強い活性酸素に変化する可能性が高い。

#### 活性酸素(2)



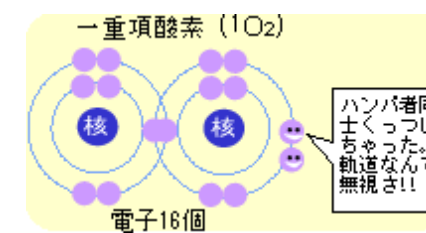
過酸化水素の電子はすべてペアになっているため酸化力は大きくない。しかし、わずかなきっかけで2つに別れ、狂暴なヒドロキシラジカルになってしまうのが問題。過酸化水素は「オキシドール」とも呼ばれ、消毒薬として利用されているが、実際に消毒(殺菌)作用を行っているのは、過酸化水素から変化したヒドロキシラジカルである場合が多いと言われている。

#### 活性酸素(3)



活性酸素の中で最も反応性が強く、酸化力も強い。脂質、糖質、タンパク質など近くにあるあらゆる化合物と反応してしまう。つまり、体内への影響力が最も強い活性酸素なのだ。ただ、反応性が強いので、体内に影響を及ぼさない化合物と反応し、無害な物質となって排出されることも多い。ヒドロキシラジカルはスーパーオキシドアニオン、過酸化水素から発生する(体内で酸素から直接生成されるということはない)。

#### 活性酸素(4)



電子そのものはすべてペアになっているのだが、酸化力が強い。これは、無視されてしまった軌道が2個の電子を強く求めているためだ。しかし、体内での酸素がどのくらい生成されているのか、また、何らかの危害を加えているのかについてははっきりと分かっていない。

## 活性酸素と人体との関係

活性酸素は激しいスポーツをする、煙草を吸うなど、日常生活のさまざまな場面で体内で発生しているといわれている。また、肥満により増加するともいわれている。活性酸素はガンや生活習慣病、老化など、さまざまな病気の原因であるといわれており、遺伝子操作によって活性酸素を生じやすくした筋萎縮性側索硬化症のモデル動物も存在するが、因果関係がはっきりとしていないものも多い。従来、活性酸素を老化の有力な原因の一つとするのが定説であったが、2005年7月に、東京大学・ウイスコンシン大学・フロリダ大学の共同研究チームは、活性酸素は老化に関与していないとする研究結果を発表した。以上のように基礎研究のレベルでは疾患への関与が指摘されているが、実際には議論の余地が多い。健康情報や健康食品の分野では影響が拡大解釈され、概念だけがひとり歩きしている感がある。

(Wikipedia「活性酸素」から抜粋)