

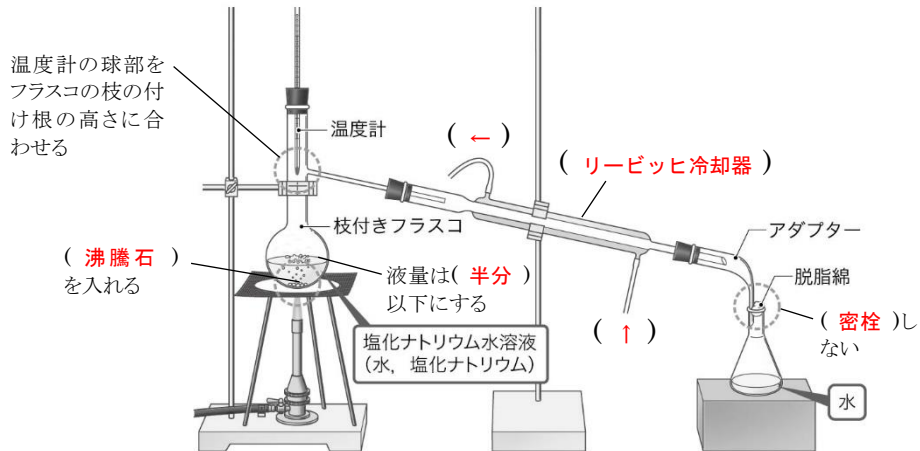
1 純物質と混合物

A 純物質と混合物

- 物質
- (**純物質**) …1種類の物質だけからできているもの。沸点、融点、密度などはそれぞれの物質固有の値をもつ。
例 窒素、酸素、水、塩化ナトリウム、塩化マグネシウム
 - (**混合物**) …2種類以上の物質が混じりあったもの。沸点、融点、密度などは混じりあう物質の割合によって変化する。
例 空気、海水、牛乳

B 物質の分離・精製

- (**ろ過**) …液体とそれに溶けない固体を、ろ紙などを用いて分離する操作。
- (**蒸留**) …溶液を加熱し、発生した蒸気を冷却して再び液体とすることにより、目的の物質を得る操作。



- (**分留**) …物質の沸点の差を利用して、液体の混合物を適当な温度範囲に区切って蒸留し、複数の留出物に分離する操作。液体空気から窒素や酸素を分離したり、石油からガソリンや灯油などを分離したりするのに利用されている。
- (**昇華**) …固体が液体にならずに直接気体になる現象。昇華しやすい固体とそうでない固体を分離するのに利用されている。
- (**再結晶**) …不純物を含んだ結晶を適当な液体に溶かし、温度による溶解度の変化や溶媒を蒸発させることなどにより、不純物を除いて純粋な結晶を得る操作。
- (**抽出**) …目的の物質をよく溶かす溶媒を使い、溶媒に対する溶解度の差を利用して、混合物から目的の成分を分離する操作。
- (**クロマトグラフィー**) …ろ紙やシリカゲルのような吸着剤に、物質が吸着される強さの違いを利用して、混合物から各成分を分離する操作。

2 物質とその成分 A 原子と元素

すべての物質は、ふつうの方法ではそれ以上分割することができない最小の粒子からできており、その粒子を（**原子**）という。また、物質を構成している原子の種類を（**元素**）という。人工的につくられたものを含め約 120 種類が知られている。

元素は（**元素記号**）を使って表される。例えば、水素は H、酸素は O、銀は Ag のように、元素記号はアルファベットの大文字 1 字、または大文字 1 字と小文字 1 字で表される。

◇ 次の元素名と元素記号の表の空欄を埋めよ。

| 元素名 | 元素記号 | 元素名 | 元素記号 | 元素名 | 元素記号 |
|---------------|-------|-----------------|--------|--------------|--------|
| 水素 | (H) | ナトリウム | (Na) | 鉄 | (Fe) |
| (炭素) | C | (硫黄) | S | (銅) | Cu |
| 窒素 | (N) | 塩素 | (Cl) | 銀 | (Ag) |
| (酸素) | O | (カリウム) | K | (金) | Au |

B 単体と化合物

純物質 { (**単体**) …1 種類の元素だけからなる純物質。元素と同じ名称でよばれることが多い。例 酸素 O₂ , 水素 H₂
 (**化合物**) …2 種類以上の元素からなる純物質。例 水 H₂O

C 同素体

酸素 O の単体には、酸素 O₂ とオゾン O₃ の 2 種類がある。この酸素とオゾンのように、同じ元素からなる単体で性質が異なるものどうしを、互いに（**同素体**）であるという。酸素以外に、炭素 C、リン P、硫黄 S などにも同素体がある。

◇ 次の物質は、炭素、リン、硫黄のうち、どの元素の同素体かを分類せよ。

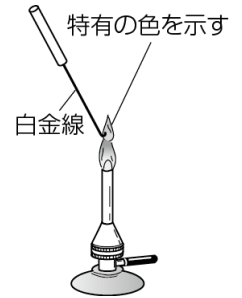
ダイヤモンド、黄リン、黒鉛、斜方硫黄、フラーレン、単斜硫黄、赤リン、ゴム状硫黄、カーボンナノチューブ

炭素の同素体 (**ダイヤモンド 黒鉛 フラーレン カーボンナノチューブ**)
 リンの同素体 (**黄リン 赤リン**)
 硫黄の同素体 (**斜方硫黄 単斜硫黄 ゴム状硫黄**)

D 成分元素の検出

(**炎色反応**) …ある元素を含んだ化合物やその水溶液を炎の中に入れると、それぞれの元素に特有の色を示す。

| 元素名 | 炎色 | 元素名 | 炎色 | 元素名 | 炎色 |
|-------|-------|---------|-------|------|-------|
| リチウム | (赤)色 | カルシウム | (橙赤)色 | バリウム | (黄緑)色 |
| ナトリウム | (黄)色 | ストロンチウム | (紅)色 | 銅 | (青緑)色 |
| カリウム | (赤紫)色 | | | | |



・食塩（主成分は塩化ナトリウム NaCl ）水に硝酸銀 AgNO_3 水溶液を加えると、水溶液中に白色の沈殿が生じる。この白色の沈殿は塩化銀 AgCl である。

- ・ある水溶液に硝酸銀水溶液を加えてこの沈殿反応が起こる。
→その水溶液中に（塩素）が含まれていることがわかる。
また、大理石の薄片に希塩酸を注ぐと気体が発生する。
- ・この気体を石灰水に通すと、その溶液は白くにごる。
→発生した気体は（二酸化炭素）であり、大理石には成分元素として（炭素）が含まれていることがわかる。

3 物質の三態と熱運動

A 拡散と粒子の熱運動

（拡散）…物質が自然にゆっくりと全体に広がる現象。物質を構成する粒子が常に（熱運動）しているため、その状態(固体・液体・気体)にかかわらず起こる。

例 水にインキをたらすと、かき混ぜなくてもインキは徐々に広がっていき、水全体に色がつく。

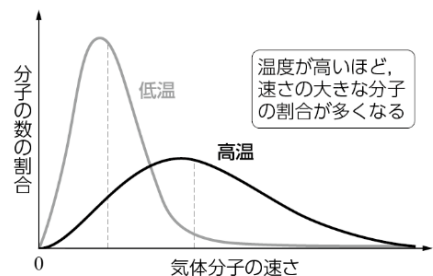
B 気体分子の熱運動と絶対温度

ある速さをもつ分子の割合(速さの分布)は（温度）によって決まっている(右図)。

温度が高いほど、粒子がもつエネルギーは [2 大きい・小さい]。

（絶対零度）…理論上、気体分子の熱運動が完全に停止する温度で（ -273 ） $^{\circ}\text{C}$ である。

（絶対温度）…絶対零度を基準とした温度。セルシウス温度と目盛りの間隔が等しく、単位には（ケルビン）（記号 K ）を用いる。



セルシウス温度 t [$^{\circ}\text{C}$] と絶対温度 T [K] の関係

$$\text{絶対温度 } T [\text{K}] = \text{セルシウス温度 } t [^{\circ}\text{C}] + (273)$$

| | | | | |
|-----------------|-------|---------|---------|---------|
| セルシウス温度 [°C] | -273 | 0 | 27 | (100) |
| 絶対温度[K] | (0) | (273) | (300) | 373 |

C 物質の三態と熱運動

物質の(三態)…固体, 液体, 気体の3つの状態。

(状態変化)…温度や圧力を変化させると物質の状態は変化する。このような固体・液体・気体の三態間の変化。

(融解)…固体が液体になる変化。(凝固)…液体が固体になる変化。

(蒸発)…液体が気体になる変化。(凝縮)…気体が液体になる変化。

(昇華)…固体が液体になることなく、直接気体になる変化。

D 状態変化

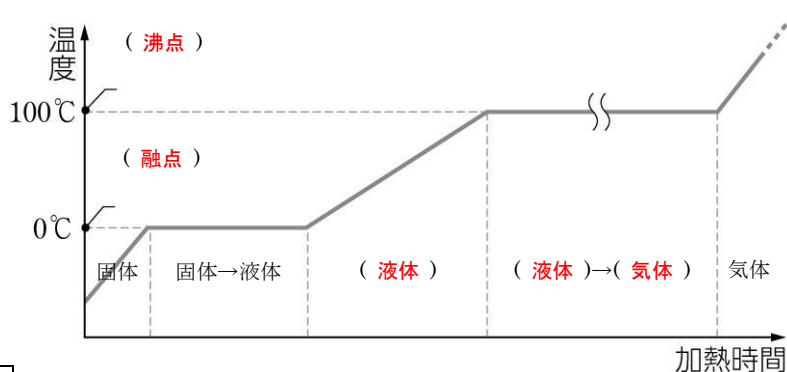
(融点)…融解が起こる温度。純物質では、融解が始まってから固体がすべて液体になるまで、温度は一定に保たれる。

水を加熱して100℃にすると、水蒸気の圧力(水蒸気圧)が1気圧に達し、水の内部からも水蒸気が発生するようになる。このように、液体内部からも気体が発生する現象を(沸騰)という。

(沸点)…沸騰が起こる温度。純物質では、沸騰が始まってから液体がすべて気体になるまで、温度は一定に保たれる。

(凝固点)…凝固が起こる温度。純物質では、凝固が始まってから液体がすべて固体になるまで、温度は一定に保たれる。また、(融点)と凝固点は同じ温度である。

◇ 加熱による水の状態変化を表した図の空欄を埋めよ。



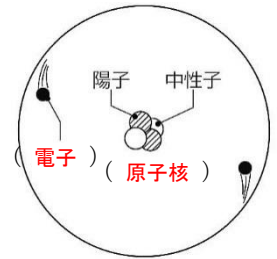
補足 突沸

液体を加熱して沸点に達しても、沸騰しないことがある。このような状態を過熱状態といい、外部からの衝撃や異物の混入などによって(突沸) (突発的な沸騰)を起こすことがある。突沸を防ぐには、(沸騰石)を入れたり、かき混ぜたりする。

1 原子とその構造

A 原子の構造

原子は直径がおよそ(10^{-10})m の非常に小さな粒子。原子は、中心にある(**原子核**)と、原子核のまわりを取り巻くいくつかの(**電子**)とからなる。原子核は、いくつかの(**陽子**)と(**中性子**)とからなる。



(**原子番号**)…原子核に含まれる陽子の数。元素によって決まっている。

(**質量数**)…原子核に含まれる陽子と中性子の数の和。

陽子 1 個と中性子 1 個の質量はほぼ等しい。電子 1 個の質量はそれらの約 $\frac{1}{1840}$ しかないため、原子の質量は、

質量数

= (**陽子**) の数 + (**中性子**) の数

(**原子核**) の質量にほぼ等しく、(**質量数**) にほぼ比例する。

原子の種類を原子番号や質量数を含めて表すときは、元素記号の左下に(**原子番号**), 左上に

(**質量数**) を書く。

(**電荷**) …物質や粒子がもつ電気の量(電気量)。

陽子は(**正**), 電子は(**負**)の電気を帯びた粒子。中性子は電気を帯びていない。陽子 1 個と電子 1 個の電荷の絶対値は等しく、原子に含まれる電子の数と陽子の数は等しい。原子全体としては

[電氣的に正 ・ **電氣的に中性** ・ 電氣的に負] である。



原子番号

= (**陽子**) の数 = (**電子**) の数

B 同位体

(**同位体**) …同じ元素の原子で、(**中性子**) の数が異なる原子どうしのこと。(**アイソトープ**) ともいう。質量は異なるものの、化学的性質はほぼ同じ(電子の数と同じ)である。

(**放射性同位体**) …原子核が不安定で、(**放射線**) とよばれる粒子や電磁波を放出して、自然に別の原子核に変わる(放射性崩壊または放射壊変という)同位体。

(**放射能**) …放射線を放出する性質。

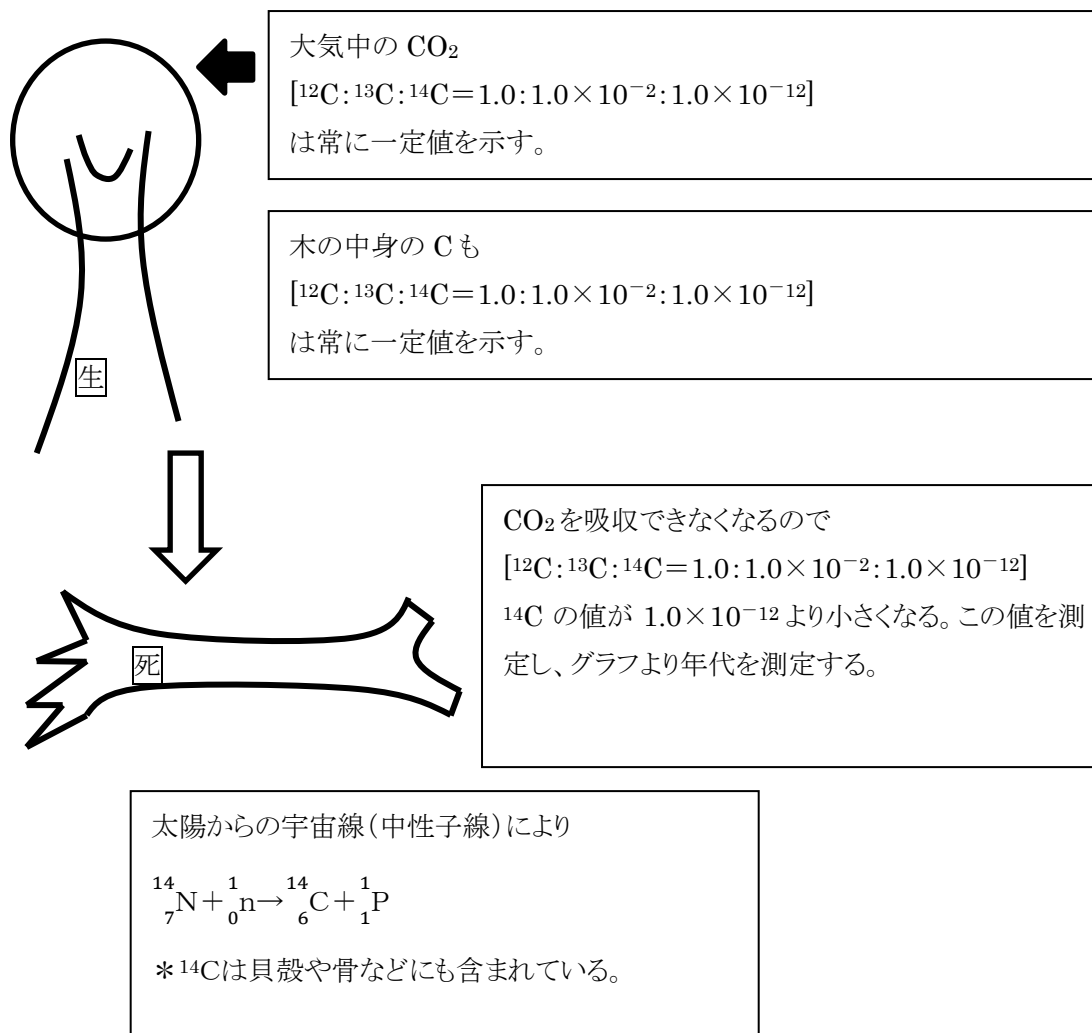
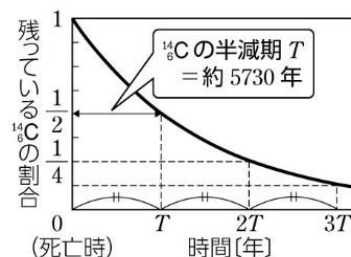
(**放射性物質**) …放射能をもつ物質。

(**半減期**) …放射性同位体が放射性崩壊してもとの半分の量になるのに要する時間。

放射線には(α 線), (β 線), (γ 線)など, さまざまな種類がある。放射線は扱いに十分な注意が必要であるが, 非破壊検査や, がんの治療, 殺菌, 品種改良などに利用されている。

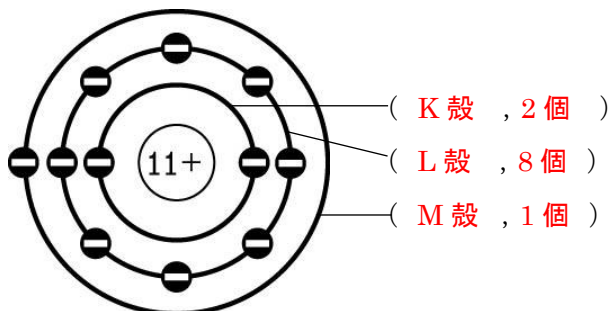
◇ 放射性同位体を用いた年代測定

大気中の ^{14}C は, 年代によらず(**ほぼ一定**)の割合である。 ^{14}C は CO_2 として光合成により植物に取りこまれるので, 植物中の ^{14}C の割合も大気と同じである。しかし, 植物が枯れると新たに ^{14}C は取りこまれなくなり, 枯れた植物中の ^{14}C は放射線を放出して(**減少**)していく。このように, ^{14}C の半減期と, 生物の遺体に残っている ^{14}C の存在比とから, その生物が生きていた年代を推定できる。



C 電子配置

- (**電子殻**)…原子核を取り巻き、電子が存在するいくつかの層。内側から (**K**) 殻・(**L**) 殻・(**M**) 殻・(**N**) 殻…とよばれる。電子殻に入ることができる電子の最大数は、($2n^2$) 個(K 殻 $n=1$, L 殻 $n=2$, M 殻 $n=3$, N 殻 $n=4$, …)である。
- (**最外殻電子**)…最も外側の電子殻(最外電子殻)に入っている電子。
- (**電子配置**)…電子殻への電子の入り方。電子は原則として原子核に近い (⁹ **K**) 殻から順に入っていく。



ナトリウム原子₁₁Na

(**価電子**)…最外殻電子のうち、原子がイオンになったり、原子どうしが結びついたりするときに、重要なはたらきを示すもの。価電子の数が同じ原子どうしは、化学的性質がよく似ている。

(**閉殻**)…最大数の電子で満たされている電子殻。

○ 電子配置には安定なものがある

化学反応しない、なりやすい

18 族(希ガス)は閉殻(各電子殻が最大数の電子で満たされた状態)で非常に安定な原子である。電子のやり取りをしないで存在できる。単原子分子と呼ばれている。

↓
18 族以外の原子は電子をやり取りして、安定な閉殻構造になろうとする性質を持つ。

↓
〔 電子をやり取りして、原子どうしは化学結合する。
つまり、化学変化とは電子のやり取りである。 〕

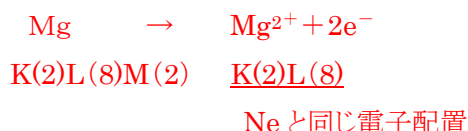
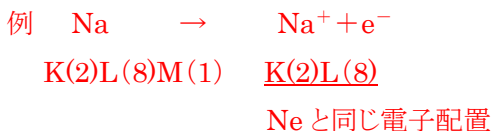
↓
〔 化学変化においては最外殻電子が重要
価電子…化学結合に関係する1~7個の最外殻電子。
希ガスの価電子は0個とする。 〕

閉殻となる一つ的手段としてイオンがある。

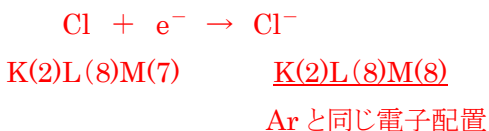
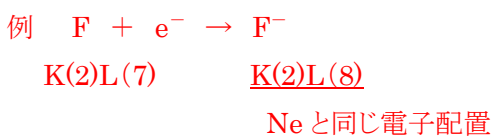
2 イオン

○ 単原子イオン(1個の原子が電子をやり取りして電荷を持った粒子)の生成

①陽イオン…原子が電子を失って正電荷を持った粒子。最外殻電子の数は希ガスと同じになる。



②陰イオン…原子が電子を得て負の電荷を持った粒子。最外殻電子の数は希ガスと同じになる。



| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 0 |
|------|----|----|----|---|-------|----|----|
| H | | | | | | | He |
| Li | Be | B | C | N | O | F | Ne |
| Na | Mg | Al | Si | P | S | Cl | Ar |
| K | Ca | | | | | | |
| +1 | +2 | +3 | | | -2 | -1 | |
| 金属元素 | | | | | 非金属元素 | | |

○ 多原子イオン…2個以上の原子が結びついた原子団が電荷を持った粒子。

NH_4^+ アンモニウムイオン OH^- 水酸化物イオン SO_4^{2-} 硫酸イオン

PO_4^{3-} リン酸イオン NO_3^- 硝酸イオン CO_3^{2-} 炭酸イオン

○ イオンの大きさ

①陽イオンの半径はもとの原子の原子半径より小さくなり、陰イオンの半径はもとの原子の半径より大きくなる。

②イオンの電子配置が同じ場合は、原子番号が(大きく)イオンほどイオン半径が小さい。

B イオン化エネルギーと電子親和力

(**イオン化エネルギー**)…原子の最外電子殻から 1 個の電子を取りさって一価の陽イオンにするのに必要なエネルギー。

(**電子親和力**)…原子が最外電子殻に 1 個の電子を受け取って一価の陰イオンになるときに放出されるエネルギー。

3 周期表

A 元素の周期律と周期表

元素を(**原子番号**)の順に並べると、性質(イオン化エネルギー、単体の融点、原子の大きさなど)のよく似た元素が一定の間隔で現れる(周期性を示す)。

元素の(**周期律**)…元素の性質が周期性を示すこと。

元素の(**周期表**)…元素を(**原子番号**)の順に並べて、性質のよく似た元素が同じ縦の列に並ぶようにして組んだ表。この表の縦の列を(**族**), 横の行を(**周期**)という。

B 元素の分類

(**典型元素**)…周期表の 1 族, 2 族と 12~18 族の元素。周期表で(**縦**)の列に並んだ元素どうしの性質が似ている。原子の価電子の数は 18 族を除いて族番号の一の位の値と一致する。

(**遷移元素**)…典型元素以外(周期表の 3~11 族)の元素。原子の最外殻電子の数がほとんど 1 個または 2 個で、周期表で(**横**)の行に並んだ元素どうしの性質が似ていることが多い。すべてが金属元素である。

(**金属元素**)…周期表の左側にあり(Hを除く)、その単体が金属の性質を示す元素。原子が(**陽**)イオンになりやすい。

(**非金属元素**)…周期表の右側にあり(Hも含む)、その単体が金属の性質を示さない元素。原子が(**陰**)イオンになりやすい。

C 同族元素

(**同族元素**)…周期表の同じ族に属している元素。これらの一部には、固有の名称がつけられていて、それぞれ性質が似ている。

| | |
|----------------|--|
| (アルカリ金属元素) | 水素 H を除く 1 族元素。原子には(1)個の価電子があり、(-)価の(陽)イオンになりやすい。 |
| (アルカリ土類金属元素) | ベリリウム Be, マグネシウム Mg を除く 2 族元素。原子には(2)個の価電子があり、(二)価の ⁹ 陽)イオンになりやすい。 |
| (ハロゲン元素) | 17 族元素。原子には(7)個の価電子があり、(-)価の(陰)イオンになりやすい。 |
| (希ガス元素) | 18 族元素。原子は安定な電子配置をもち、価電子の数が(0)個であるため、ふつうはイオンになったり、原子どうして結びついたりせず、(不活性ガス)とよばれる。 |

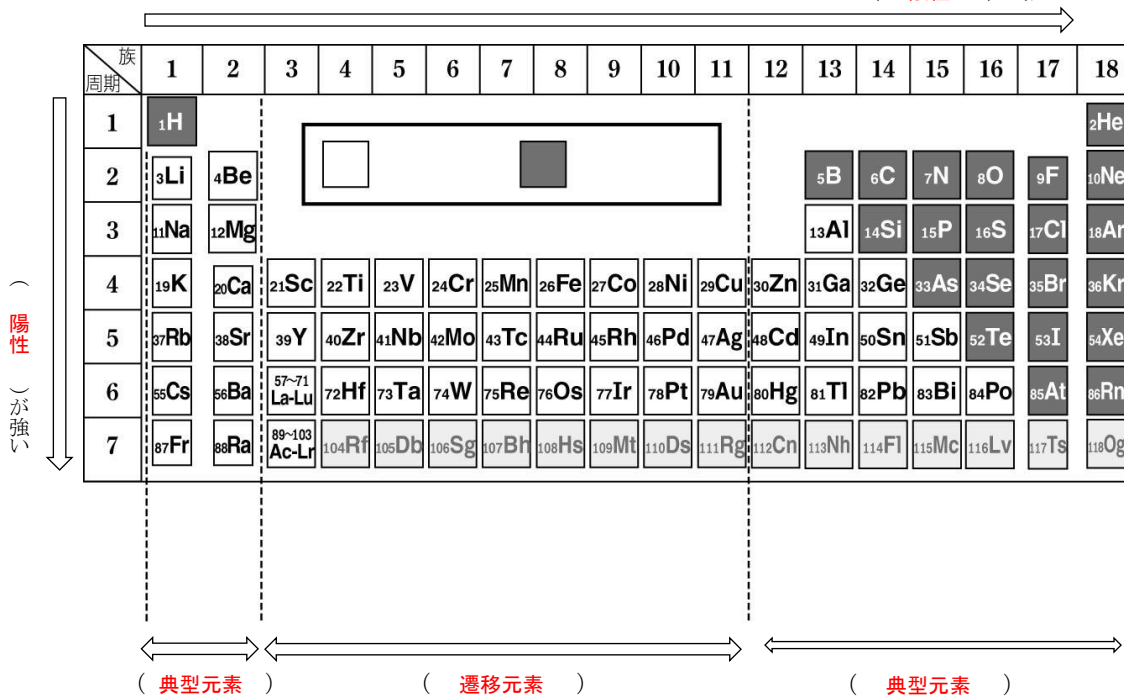
補足 分子の分類

(単原子分子)…希ガス元素の単体のように、原子どうしては結合せずに 1 個の原子のまま分子としてふるまうもの。

(二原子分子)…ハロゲン元素の単体のように、2 個の原子からなる分子。

◇ 次の周期表の空欄を埋めよ。

(陰性)が強い



○ เมนデルレーフと周期表

ロシアの(เมนデルレーフ)は、当時知られていた約 60 種類の元素を分類しようとして、元素の(周期律)を発見した。そして、1869 年に性質の似た元素が同じ列にくるようにして、元素を(原子量)の順に並べた周期表を発表した。