

入門化学02

原子・イオン・周期律と周期表

筒木 潔

エンコウソウ



エゾノリュウキンカ



講義内容のホームページ

私の個人ホームページに、講義の内容がアップロードしてありますので、予習・復習に利用してください。

<https://tsutsuki.net/>

Index のページの画像の下の

「入門化学」という青いボタンをクリック。



入門化学

第1章 物質の構造

第2節 物質の構成粒子

1. 原子の構造
2. イオンの生成
3. 周期表

先々週と先週の課題と関連して

- 解明したいこと (α さん)

水と油が混ざらないのにマヨネーズでは混ざっていること。疑問に思ったことはすぐに解明しよう。

- 混合物の例と成分 (β さん)

マヨネーズ

成分 (100gあたり) : タンパク質1.4 g、

脂質76 g、炭水化物3.6 g、食塩相当量 1.9 g

酢は？

マヨネーズの作り方と 混ぜる理由

- マヨネーズの原料：

卵黄 1個分、サラダ油 100 ml、

純米酢 小さじ2、レモン汁 小さじ1、

塩 小さじ1/3、てんさい糖 ひとつまみ

- なぜ混ぜるか？

卵黄中のレシチン（リン脂質の1種）が乳化剤として働き、油分と水分および酢を馴染ませるため。

分子中に疎水性の部分と親水性の部分がある。

学生さんの課題解答から

学生さんから混合物の例として挙げられたもの

紅茶、炭酸水、石鹼、マヨネーズ、石油、ガソリン、牛乳、練乳、空気、海水

誤った記述の例：

「石油は炭素と水素,酸素や硫黄,窒素から成る。」

→炭素と水素・酸素・硫黄・窒素は構成元素であって構成成分ではない。

「ショ糖はブドウ糖と果糖の混合物である。」

→ブドウ糖と果糖の化合物であり、純物質である。

石油の成分 γさんの課題解答

石油は、炭素 (C) と水素 (H) からなる化合物、「炭化水素」を主成分としている。

1 アルカン

鎖状アルカンはパラフィンとも呼ばれ、一般式 C_nH_{2n+2} で表されます。炭素鎖が一直線状になっていて分枝鎖を持たないものは、n-アルカンと呼ばれる。

炭素鎖に他の炭素鎖（分枝鎖）が結合して樹枝状になっているものは、イソアルカン（分枝状アルカン）と呼ばれる。

2 シクロアルカン

アルカンは、炭素鎖が環状構造をとっている炭化水素で、一般式 C_nH_{2n} で表される。シクロアルカン（シクロパラフィン）またはナフテンとも呼ばれる。

3 芳香族炭化水素

「芳香族炭化水素」はベンゼン環を持つ化合物で、一般に芳香性がある。

ベンゼン環を1つしか持たないものとしては、ベンゼン、トルエン、キシレンといった化合物があり、これらの化合物はBTXと呼ばれている。BTXはガソリンの40%以上を占める主要成分である。

ガラスは純物質か、混合物か？

- ガラスは珪酸と各種金属酸化物の混合物です。
- ソーダ石灰ガラス 原料：けい砂、ソーダ灰、石灰
SiO₂ 70-74%, Na₂O 12-16%, CaO 6-12%, MgO 0-4%,
Al₂O₃ 0-2% 用途：一般の食器、板ガラス
- 鉛ガラス 原料：けい砂、酸化鉛、炭酸カリウム
SiO₂, K₂O, PbO 用途：放射線遮蔽窓、レンズ
- ほう珪酸ガラス 原料：けい砂、ほう酸、ほう砂
SiO₂, NaO, Al₂O₃, B₂O₃ 耐熱食器、医療・理化学機器
- 石英ガラス 原料：石英・水晶粉、ホウ素
SiO₂ ほぼ100% 理化学機器、光ファイバー、レンズ

日本の貨幣の材質

種類	500円	100円	50円	10円	5円	1円
素材	ニッケル黄銅、 白銅及び銅	白銅	白銅	青銅	黄銅	アルミニウム
品位 (千分中) (/1000)	Cu 750 Ni 125 Zn 125	Cu 750 Ni 250	Cu 750 Ni 250	Cu 950 Zn 40~30 Sn 10~20	Cu600~700 Zn 400~300	純 Al (1000)
量目	7.1g	4.8g	4g	4.5g	3.75g	1g
直径	26.5mm	22.6mm	21mm	23.5mm	22mm	20mm
孔径			4mm		5mm	
発行年	令和3年	昭和42年	昭和42年	昭和34年	昭和34年	昭和30年
造幣局ホームページ						
https://www.mint.go.jp/operations/production/operations_coin_presently-minted.html						

混合物

純物質

2節 物質の構成粒子 原子

元素のそれぞれには、**原子**というきわめて小さい固有の粒子がある。

その直径はおよそ**100億分の1メートル**

$$= 1 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$= 0.1 \times 10^{-9} \text{ m}$$

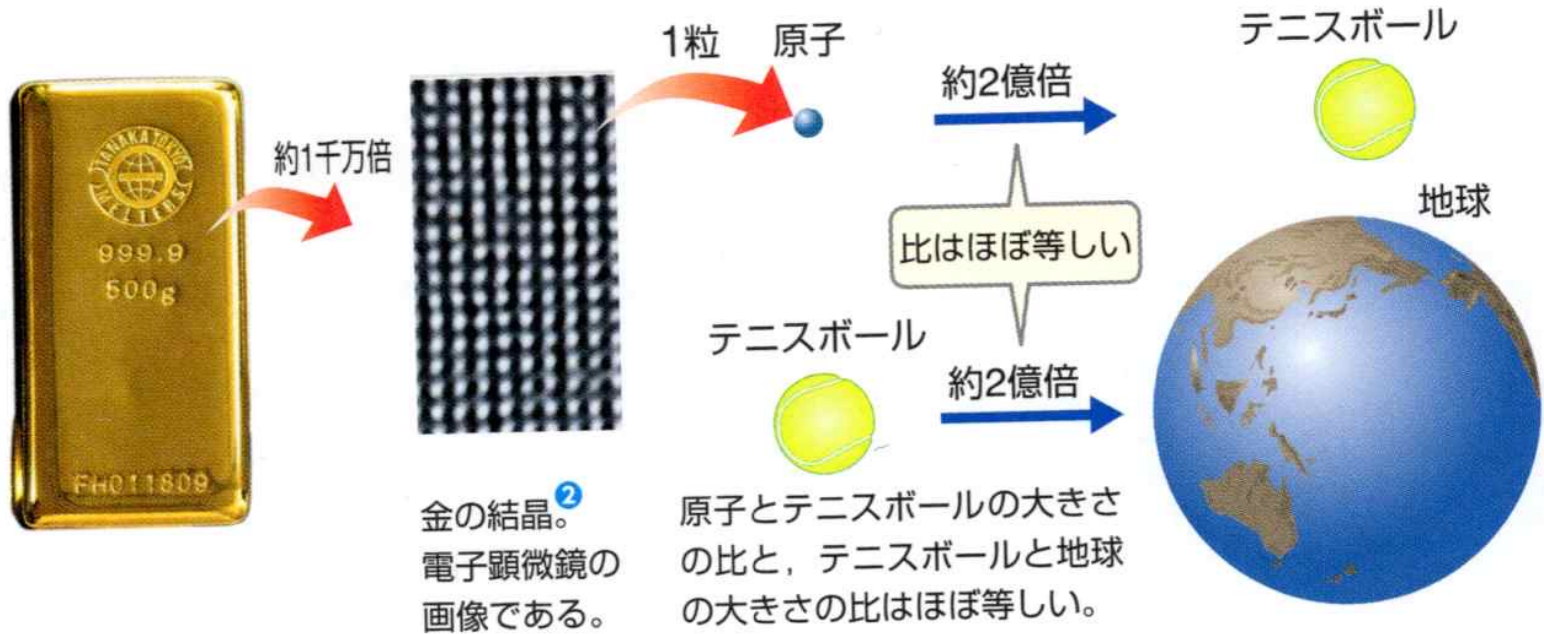
$$= 0.1 \text{ nm (ナノメートル)}$$

新型コロナウイルスの大きさ

$$= 0.1 \mu\text{m (マイクロメートル)}$$

原子の大きさの**1000倍**

原子の大きさ



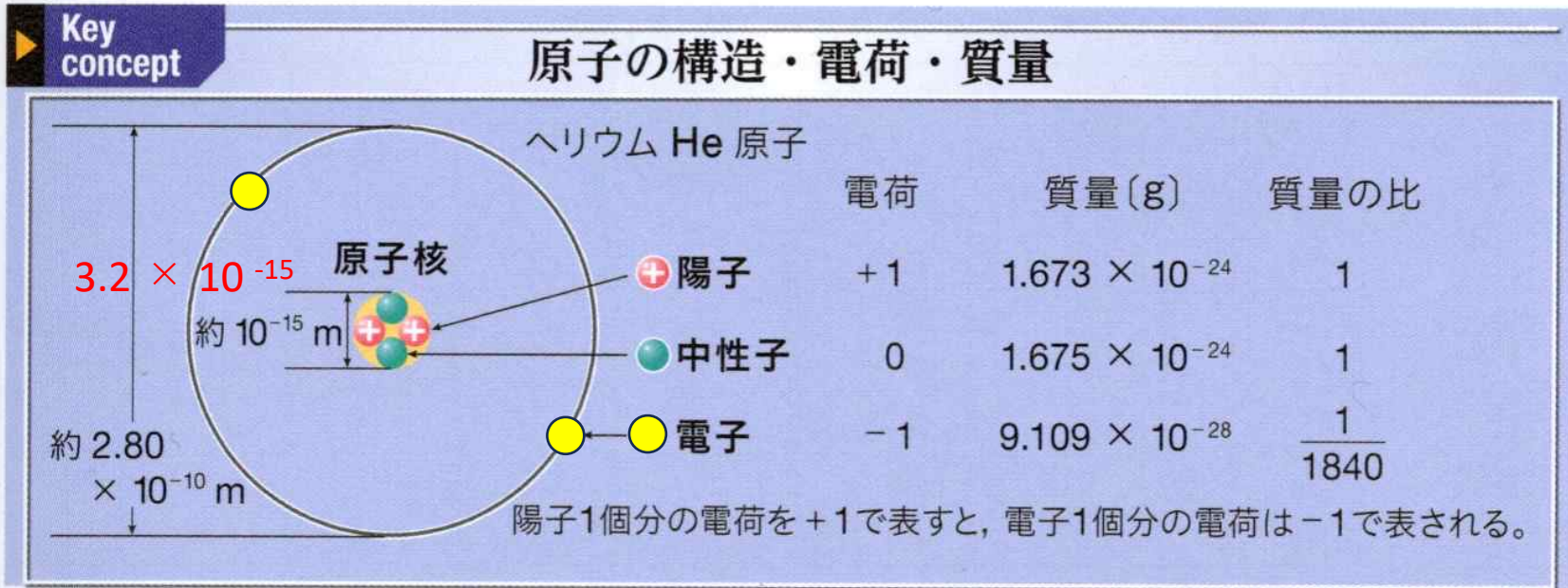
▲図1 原子の大きさ

原子の構造 p.16

- 中心には、正の電荷をもつ**原子核**が存在する。
- 原子核は、正の電荷をもつ陽子と、電荷を持たない中性子からできている。
- 原子核のまわりには、負の電荷をもつ**電子**がとりまくように存在している。
- 原子核の大きさ $= 1 \times 10^{-15} \text{ m}$ から 10^{-14} m
- 原子の大きさの 10万分の 1 から 1万分の 1

原子の構造・電荷・質量

ヘリウム (He) 原子を例にして



ヘリウム原子と原子核の比率は

$$2.8 \times 10^{-10} : 3.2 \times 10^{-15} = 0.875 \times 10^5 : 1$$

→ **8.8 万倍**

原子と原子核の大きさを他のものに例えてみると・・・

直径**200メートル**のドーム球場と直径**2mm**のビーズ玉（約**10万**分の1）

太陽を原子核に例えると、太陽の半径は**70万km**なので、その**10万倍**の原子の大きさは、半径**700億km**となる。太陽系の一番外側の海王星と太陽の距離が**45億km**なので、太陽系の大きさよりもはるかに大きな軌道を電子が回っていることになる。（地球と太陽の距離は **1.5 億km**。）

質量と電荷

陽子と中性子の質量はほぼ等しく、電子の質量はそれらの **1/1840** である。

粒子	電荷	質量 (g)	質量の比
陽子	+ 1	1.673×10^{-24}	1
中性子	0	1.675×10^{-24}	1
電子	- 1	9.110×10^{-28}	1/1840

電子の質量を太陽系の惑星に例えると

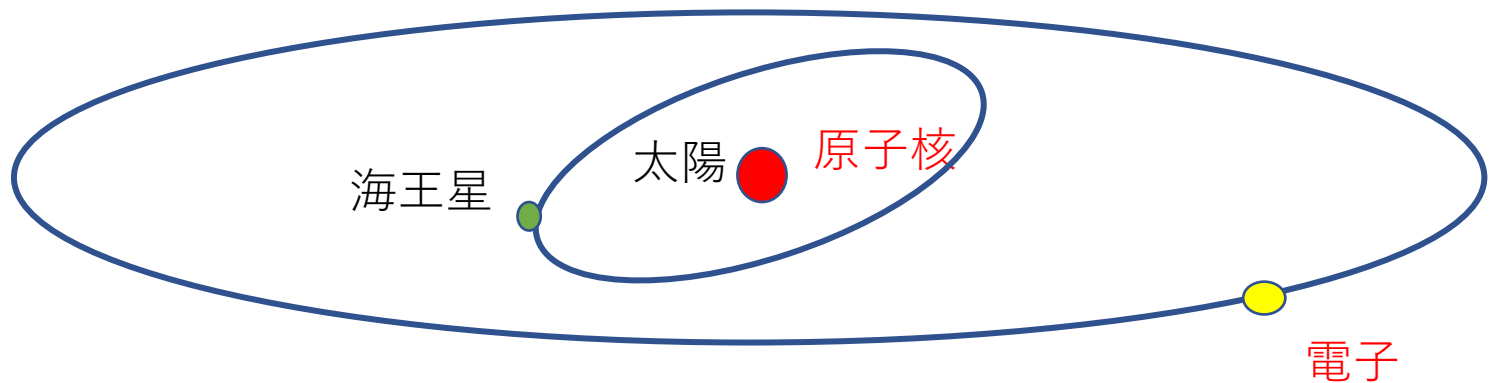
太陽の質量は、木星の1048倍、土星の3500倍、地球の33万2700倍である。

太陽を水素原子の原子核とみなすと、電子の質量は木星と土星の中間くらいに相当する。

地球の質量は、これにはるかに及ばない。

原子の構造についての個人的感想。

- 原子核と電子の間に、このように莫大な空間があるのなら、物質とは案外スカスカの存在なのではないか？



原子核の発見 p.19

- 1911年 ラザフォードによる実験
- 薄い金箔に正の電荷を持つ α 線を照射。
- 大部分の α 線は金箔をすり抜けた。
- 一部は大きく跳ね返されたり、方向を変えられたりした。

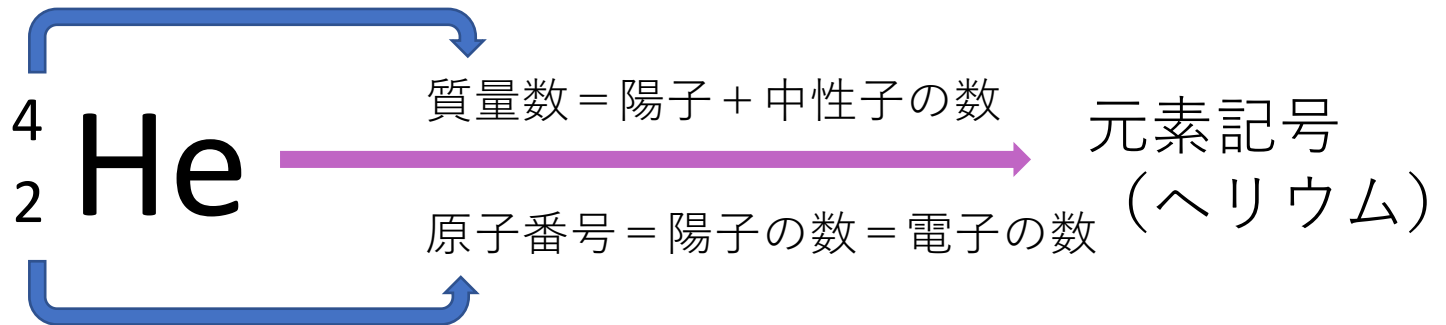
→ 原子の構造は大部分が空っぽ。

中心に正の電荷と原子の質量の大部分が集中している。

それまでは干しぶどうパンやプランプディングのような構造が想定されていた。電子の発見者 J.J. トムソン

原子番号と質量数 p.17

- 原子核に含まれる陽子の数を原子番号という。
- 原子核に含まれる陽子の数と中性子の数の和を質量数という。



原子番号と質量数

(同位体の中で最小のものを示す)



同位体 p.17

- 原子番号が等しく、質量数が異なる原子を互いに同位体（アイソトープ）と呼ぶ。
- 中性子の数が異なるだけで、陽子の数と電子の数は同じなので、その化学的性質はほとんど同じである。



水素同位体の存在比 p.18 表1

水素の場合

${}_1\text{H}$ (原子番号1) の同位体

${}^1\text{H}$ (質量 1) 0.999885

${}^2\text{H}$ (重水素 : 質量 2) 0.000115

D: ジュウテリウム Deuterium

${}^3\text{H}$ (三重水素 : 質量 3) $1.0 - 1.3 \times 10^{-18}$

放射性同位体 半減期 12.3年

T: トリチウム Tritium

水素の同位体

同位体	${}^1_1\text{H}$	${}^2_1\text{H}^6$	${}^3_1\text{H}^6$
+ 陽子 ● 中性子 ● 電子			
原子番号	1	1	1
陽子の数	1	1	1
電子の数	1	1	1
中性子の数	0	1	2
質量数	1	2	3

▲図 3 水素の同位体

炭素同位体の存在比 p.18 表1

炭素の場合

${}_6\text{C}$ (原子番号 6) の同位体

^{12}C (質量 12) 0.9893

^{13}C (質量 13) 0.0107

^{14}C (質量 14) $< 10^{-12}$

放射性同位体 半減期 5730年

放射性同位体 p.18

- 放射線と呼ばれる粒子や、エネルギーを放出して他の原子に変わる同位体を、**放射性同位体**（**ラジオアイソトープ**）と呼ぶ。
- 天然に存在する炭素には、 ^{12}C と ^{13}C （**安定同位体**）の他に、**放射性同位体である ^{14}C** がごく微量存在する。
- およそ 1 兆個に 1 個の割合である。

放射性同位体と放射線

p.18 図4

- **α 線** 高速のヘリウム原子核の流れで陽荷電を持つ。例： $^{238}\text{U} \rightarrow ^{234}\text{Th}$ （トリウム） + α 線
- **β 線** 高速の電子の流れで陰荷電を持つ。
例： $^3\text{H} \rightarrow ^3\text{He} + \beta$ 線
- **γ 線** 電荷を持たない極めて波長の短い電磁波。
波長 10×10^{-12} m（pm:ピコメートル）以下。
例： $^{137}\text{Cs} \rightarrow ^{137}\text{Ba} + \beta$ 線 + γ 線
- **中性子線** 中性子で電荷を持たない。透過力は最大。

放射性線の種類と影響力

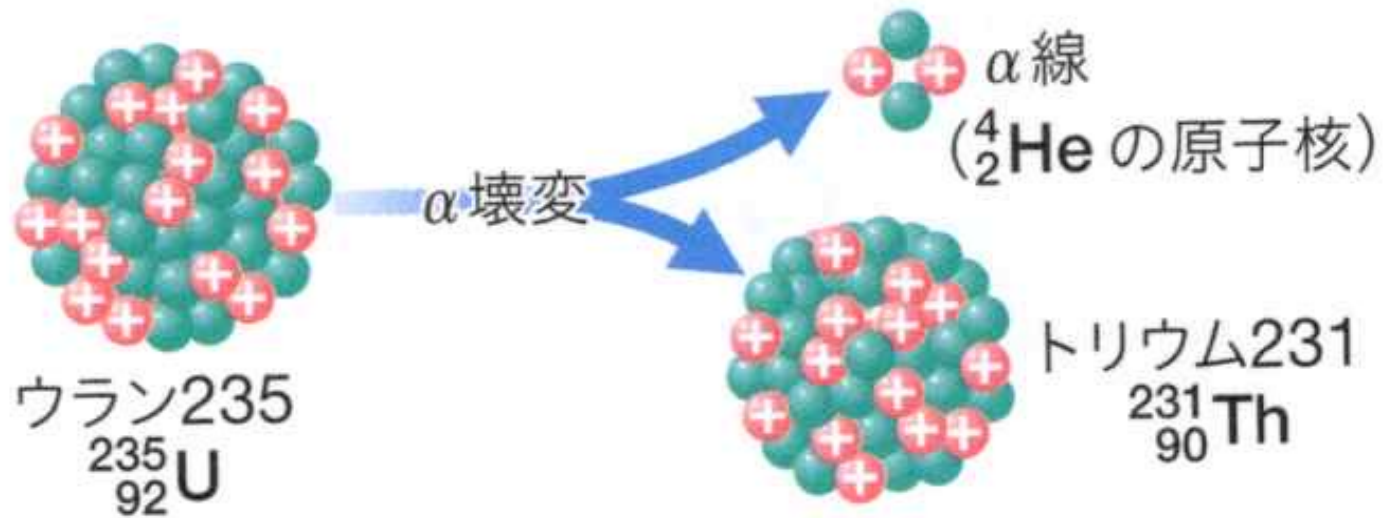
- **α線** 紙で遮ることができる。
- **β線** アルミニウムはくで遮ることができる。
- **γ線** 厚い鉛の板で遮ることができる。

α線やβ線が安全であることを示すものではない。
いずれの放射線も莫大なエネルギーを持つ。

内部被曝すれば体の組織や遺伝子に重大な損傷をもたらす。トリチウムのDNA分子への取込。

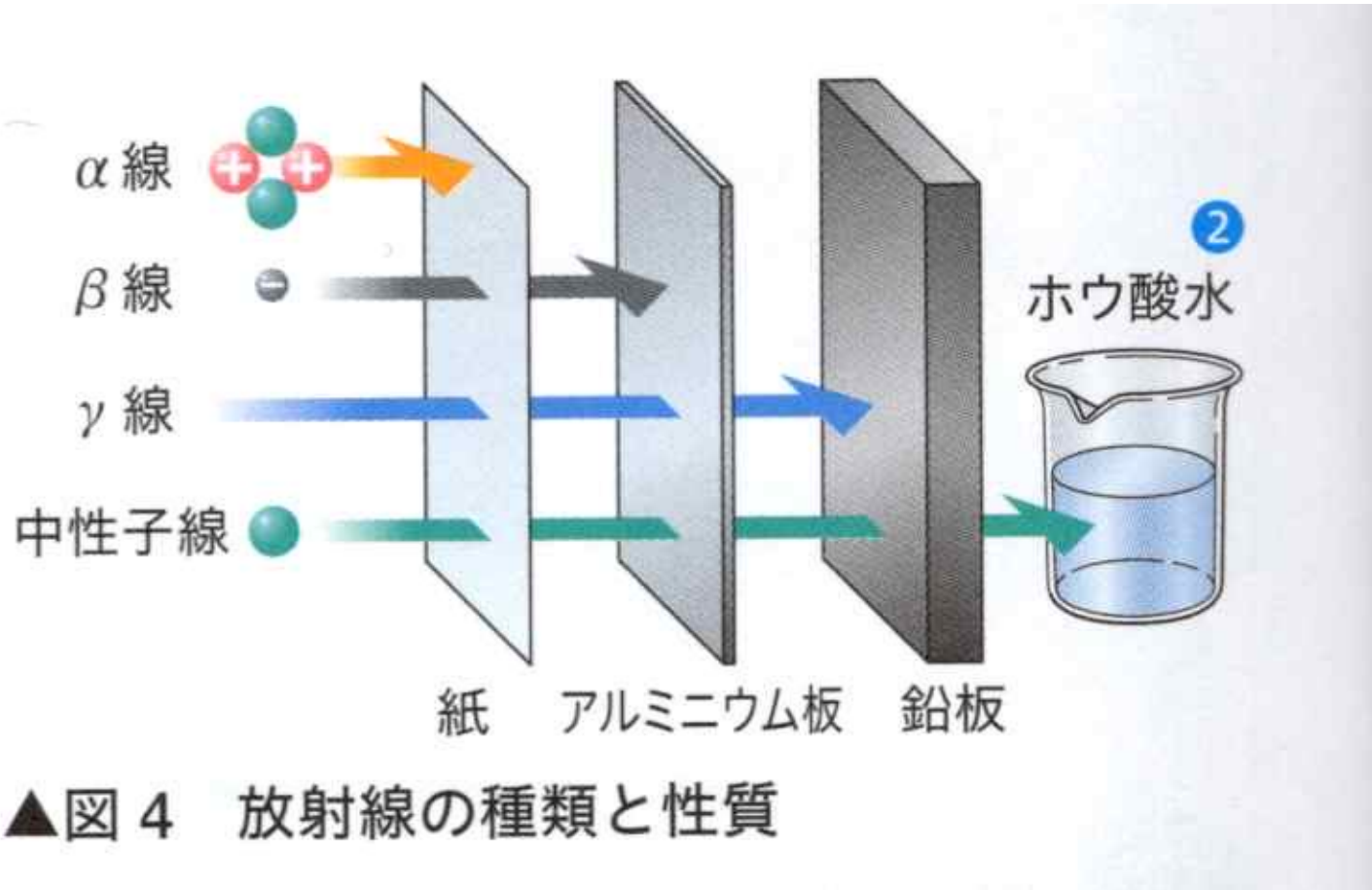
α崩壊する ^{210}Po （ポロニウム）が暗殺に用いられたこともある。

ウラン235の α 壊変



▲図5 α 壊変

放射線の種類と性質



放射線の種類と性質

放射線	実体	電荷	透過力	例
α 線	ヘリウムの原子核	+	小	紙で遮蔽
β 線	電子	-	中	アルミ板で遮蔽
γ 線	電磁波	なし	大	鉛板で遮蔽
中性子線	中性子	なし	大	鉛板を通過

中性子線は水やコンクリートなどの厚い壁に含まれる水素原子によって初めて減速され遮蔽される。

中性子線の発生と影響

- 太陽の核融合反応によって生み出される「太陽フレア」
- 宇宙線（陽子と中性子）が地球の大気に衝突
- 原子核の核分裂の際に発生

影響 非常に大きなエネルギーを持つため

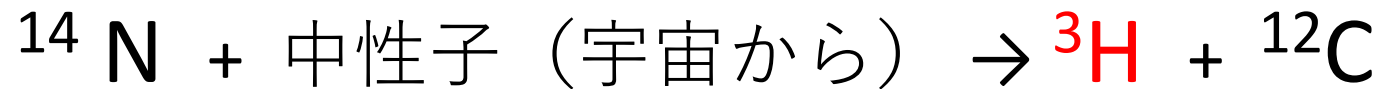
- 人体への影響・・・腫瘍の誘発、寿命の短縮
- 電子機器にソフトエラーを発生させる

利用

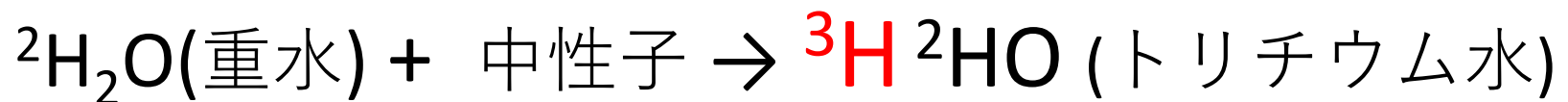
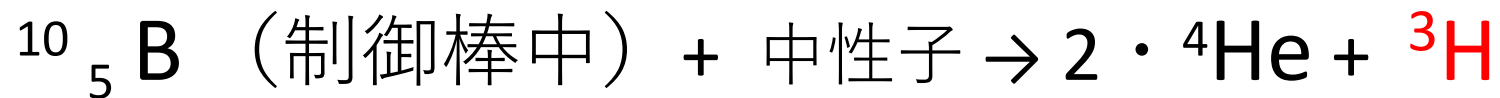
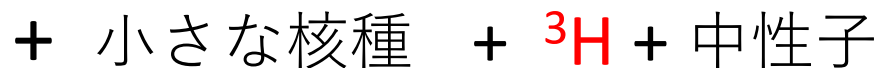
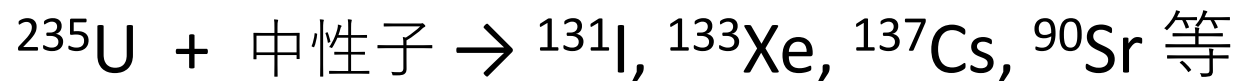
- 物質構造の解析・医療

^3H の生成 (追加説明)

^3H の生成 (自然界)



^3H の生成 (原発)

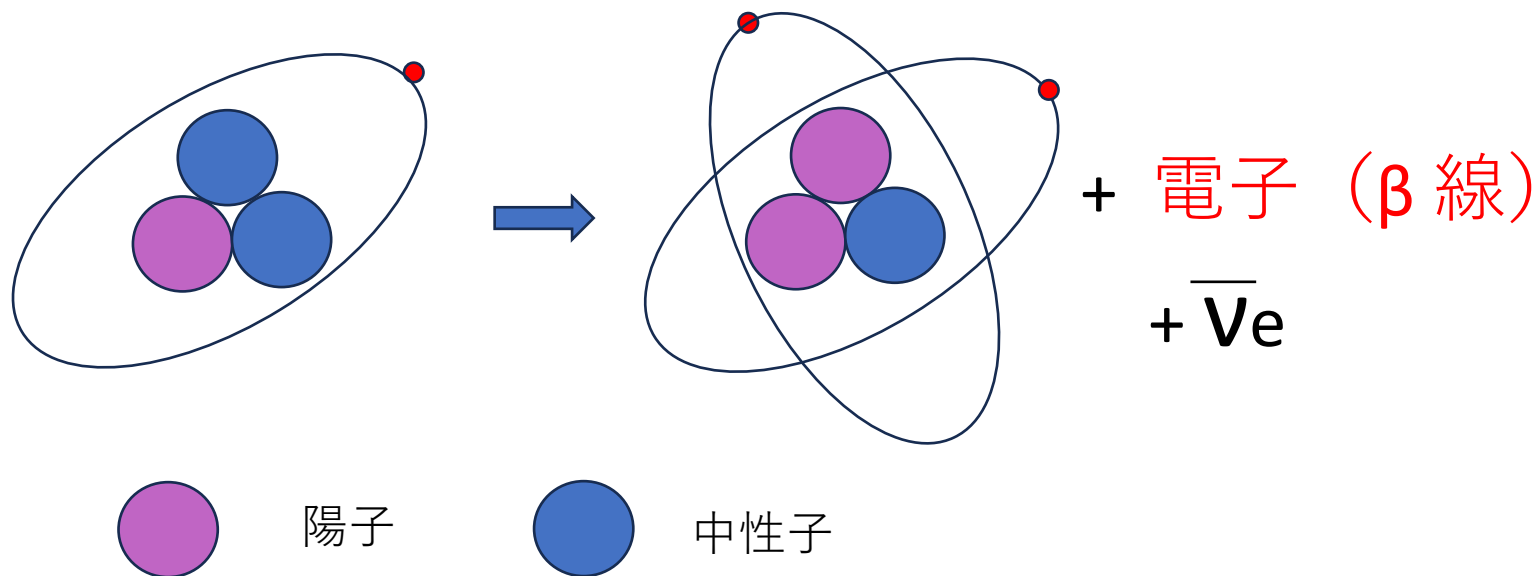


${}^3\text{H}$ の崩壊 (追加説明)

${}^3_1\text{H}$ (半減期 12.3年)

$\rightarrow {}^3_2\text{He} + \text{電子} (\beta \text{線})$

$+ \bar{\nu}_e$ (反電子ニュートリノ) + 18.6 keV



β線の強さ

β線のエネルギーは連続分布しており、その最大エネルギーは核種ごとに決まっています、壊変前後の原子核の質量の差と関係しています。

${}^3_1\text{H}$ (トリチウム) (半減期 12.3年) 18.6 keV

${}^{63}_{28}\text{Ni}$ (ニッケル) (半減期 100年) 66.9 keV

${}^{14}_6\text{C}$ (炭素) (半減期 5730年) 155 keV

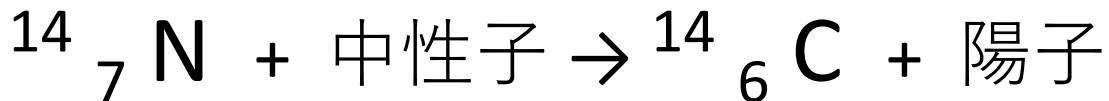
${}^{90}_{39}\text{Y}$ (イットリウム) (半減期 64時間)

2.28 MeV

「トリチウムから発生するβ線はエネルギーが小さいから安全」という宣伝が原発推進者によって行われている。

^{14}C の生成と崩壊 (追加説明)

^{14}C の生成

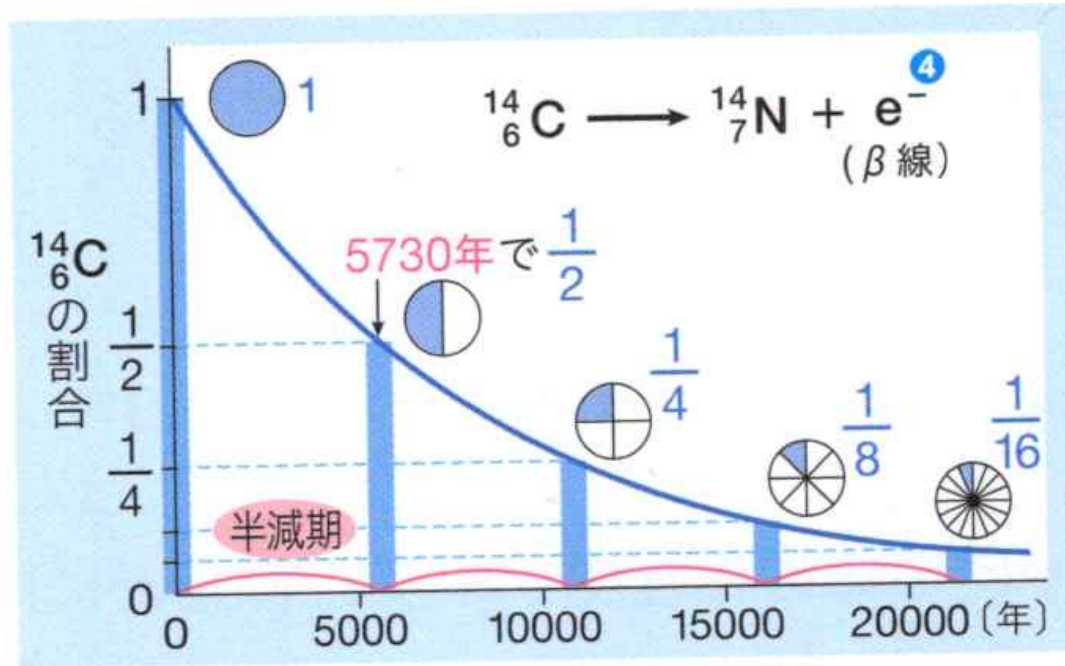


(大気中で宇宙線の衝突により起こる。中性子が窒素原子から陽荷電を奪っている。生成した ^{14}C は大気中の酸素と反応して $^{14}\text{CO}_2$ となる。)

^{14}C の崩壊



^{14}C の崩壊と各種放射性元素の半減期



^3_1H	12.33年	$^{137}_{55}\text{Cs}$	30.2年
$^{14}_6\text{C}$	5730年	$^{235}_{92}\text{U}$	7.04億年
$^{131}_{53}\text{I}$	8.04日	$^{239}_{94}\text{Pu}$	2.41万年

▲図 6 半減期 (表出典：理化学辞典 第5版)

^{14}C の化学における利用

- 有機化合物を ^{14}C で標識して、生物体内での代謝を調べる。ラベル実験
- 過去の時代の有機物中の ^{14}C 濃度を調べることにより、年代を測ることができる。
- ^{14}C 年代測定法 p. 19 図7
- 私もハンブルク大学での博士研究員時代に、土壌有機物の ^{14}C 年代測定や安定同位体 ^{13}C 濃度の研究をしていました。

ハンブルグ大学の実験室で 年代測定 ベンゼン合成の装置 (1987)



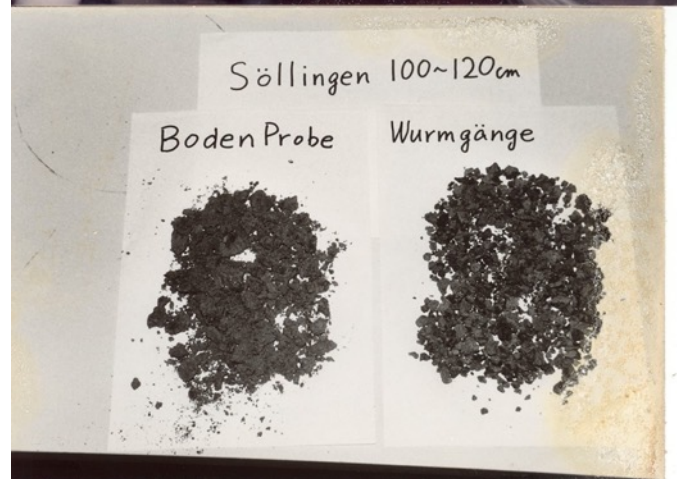
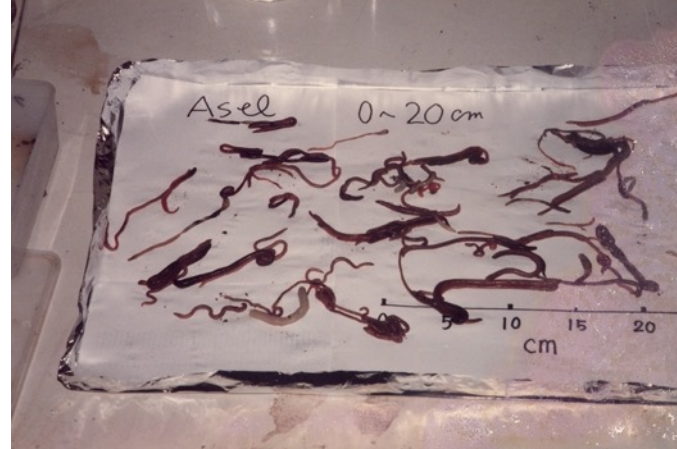
ハンブルグでの土壌調査と ミミズの¹⁴C年代決定



Dr. Hintze.

Asel の森林土壌

西ドイツと東ドイツの国境付近で土壌
調査をしました。



億年単位の年代を測るには？



半減期45億年



半減期 7億年



半減期 12.8億年

^{13}C の化学における利用 1

植物の種類によって、**光合成の際の ^{12}C と ^{13}C の取り込み速度**が違う。

- **C_4 植物**（より効率よく光合成をする植物）は、 **C_3 植物**（光合成の効率が C_4 植物よりも低い）よりも、 ^{13}C の取り込みが速い。
- 未知の植物遺体や土壌中に埋没した植物遺体の $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比を調べれば、どちらのタイプの植物かわかる。また骨の $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比を調べれば、どちらの植物を多く食べていたかがわかる。

C₄植物とC₃植物

C₄植物の例

ヒユ科： ハゲイトウ類 アマランサスなど

イネ科： トウモロコシ、サトウキビ、アワ、
キビ、ヒエ、モロコシなど

C₃植物の例

イネ、コムギ、ダイズ、ナタネ、ホウレンソウ
など

C₄ 植物と大気中の CO₂ 濃度の減少

6 - 8百万年前頃には、世界各地の乾燥地域の草原では、高いCO₂濃度を好むC₃植物から、低いCO₂濃度により適応したC₄植物への変化が起こっており、この時期に風化・侵食による大気中のCO₂濃度減少が全球レベルで生じていたと推定されている。

ヒマラヤ・チベット山塊が隆起することにより、風化過程を通してCO₂レベルが減少し、気候が寒冷化してきたことと対応している。

700万年ほど前（補足）

- ヒトはチンパンジーから分かれた。
- アフリカの大地溝帯の山脈が隆起した。
- 寒冷化と乾燥化に伴い大地溝帯の東側に草原地帯（ステップ）が形成された。
- 類人猿の一部は森から抜け出し、草原での生活に適応し、2足歩行と手の使用を始めた。
- 250万年前 オーストラロピテクス
- 30万年前 ホモサピエンス

^{13}C の化学における利用 2

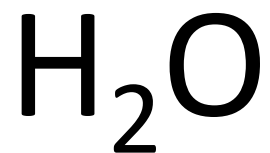
- ^{13}C による標識化合物を生物（植物）に吸収させて、その後の代謝を調べる。
- ^{13}C -NMR による分析

標識していない炭素化合物の分析も可能。
固体状態での測定も可能。

分子 (追加説明)

- いくつかの原子が結びついた粒子を分子という。
- 分子も物質を構成する基本粒子の一つである。
- 分子は物質の性質を決定する最小単位である。
- 分子を構成する原子がバラバラになったり、原子の並び方が変わると、元の性質は失われる。

分子式



- 元素記号と原子数を用いて分子を表す式を分子式という。

- 単原子分子 He
- 二原子分子 H₂
- 多原子分子 H₂O

電子配置 p.20

原子には原子番号と同じ数の電子があり、これらは普通内側のK殻から順に収容される。

例えば原子番号11のナトリウム原子は11個の電子を持ち、これらの電子は、

K殻に2個

L殻に8個

M殻に1個 収容されている。

このような電子殻への電子の配列の仕方を電子配列という。

電子配置 p.20

電子殻（でんしかく）

原子中の電子は電子殻と呼ばれるいくつかの層にわかれて原子核の周りに存在している。

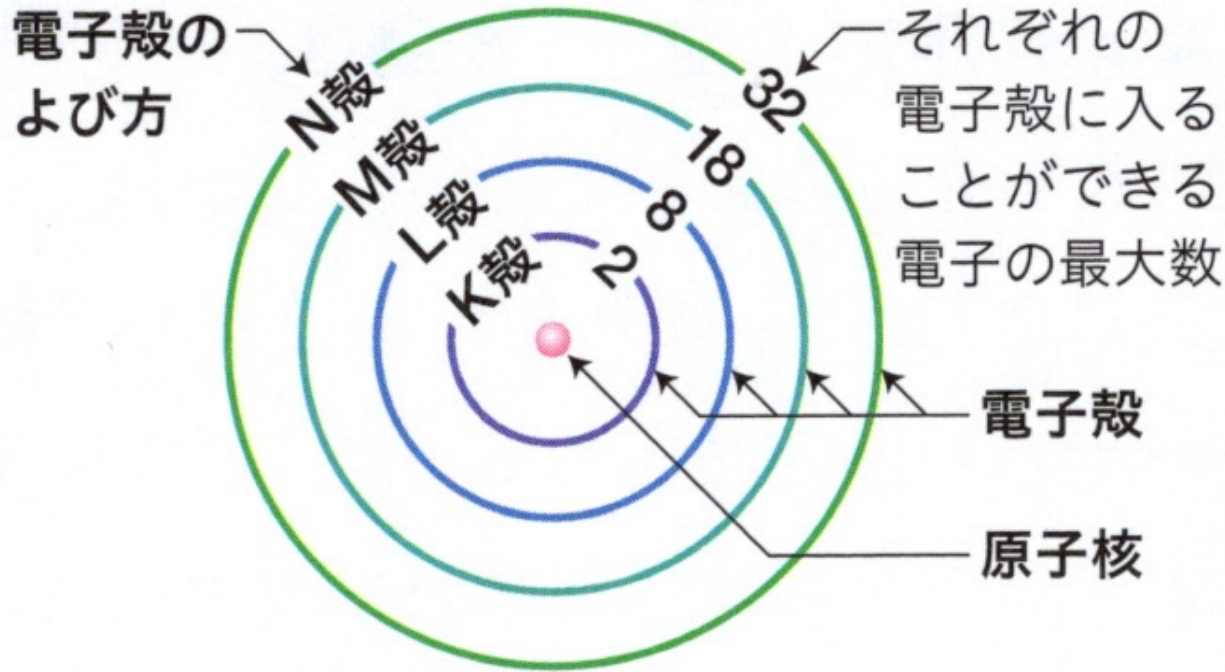
原子核に近い内側から順に

K, L, M, N, O殻と名付けられている。

これらの殻に入ることのできる電子の数は、順に **2, 8, 18, 32, 50** 個である。

すなわち n 番目の殻に入ることのできる電子の数は、 **$2 \times n^2$** 個である。

原子の電子殻



▲図 8 電子殻

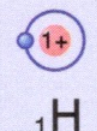
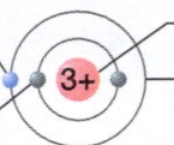
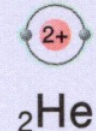

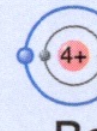
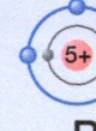
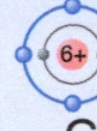
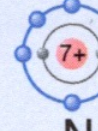
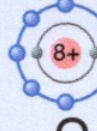
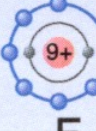





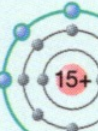




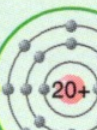


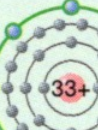



原子の構造と電子配置についてのたとえ

- 原子の構造は宇宙に浮かんだ球状のホテル。
- 部屋数は1階(K殻)に1室、2階(L殻)に4室、3階(M殻)に9室で、階数 n に応じて n^2 室。
- 部屋のタイプ（軌道）は、 s, p, d, f などがある。
- 1室の定員は2名（電子2個）。先客がいても部屋がいっぱいになるまで詰め込まれる。
- ホテルの総定員は原子核の陽子数と等しい。
- 一番上（外側）の部屋の客（電子）は他の原子に引っ張り出されたり、無理矢理定員外の客（電子）と同室にされたりする。

価電子 p.20 下

- 原子のもっとも外側の電子殻にある電子は、**最外殻電子**と呼ばれる。
- 最外殻電子は他の原子と結合する時などに重要な役割をするので、**価電子**と呼ばれる。

原子の電子配置

族	1	2	13	14	15	16	17	18		
周期 1 最外殻 K殻	 1H	 価電子 電子						原子核(数字は陽子数) 電子殻	18族(貴ガス)は 価電子数が0	 2He
2 最外殻 L殻	 3Li	 4Be	 5B	 6C	 7N	 8O	 9F	 10Ne		
3 最外殻 M殻	 11Na	 12Mg	 13Al	 14Si	 15P	 16S	 17Cl	 18Ar		
4 最外殻 N殻	 19K	 20Ca	 31Ga	 32Ge	 33As	 34Se	 35Br	 36Kr		
価電子数	1	2	3	4	5	6	7	0		

▲図10 原子の電子配置

貴ガス原子の電子配置

- P. 21, 表2と表3 参照
- 貴ガス原子の電子配置を見ると、**He** は最外殻電子が**2**個、**Ne, Ar, Kr, Xe** は**8**個になっている。
- このような電子配置は**安定**である。
- 従って貴ガス原子は他の原子と反応しにくい。
- **価電子の数は0**とみなす。
- 貴ガスは単原子分子である。

貴ガス原子の電子配置

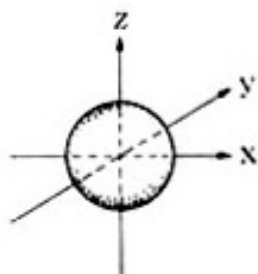
▼表 3 貴ガス原子の電子配置

原子	K	L	M	N	O	P	価電子数
${}^2\text{He}$	2						0
${}^{10}\text{Ne}$	2	8					0
${}^{18}\text{Ar}$	2	8	8				0
${}^{36}\text{Kr}$	2	8	18	8			0
${}^{54}\text{Xe}$	2	8	18	18	8		0
${}^{86}\text{Rn}$	2	8	18	32	18	8	0

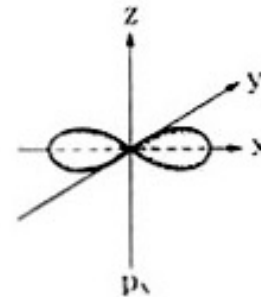
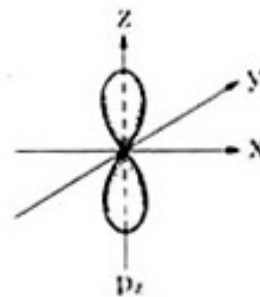
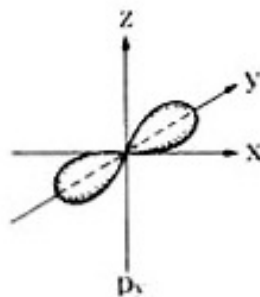
電子殻と軌道

電子殻	K 殻		L 殻		M 殻			N 殻			
主量子数 (n)	1		2		3			4			
軌道の名称	1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f	
軌道の数	1	1	3	1	3	5	1	3	5	7	
最大電子数	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	
合計 ($2n^2$)	2		8		18			32			

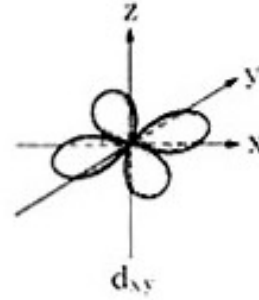
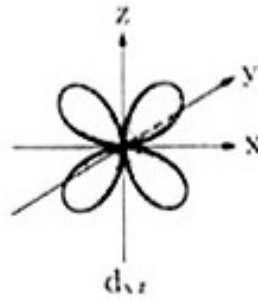
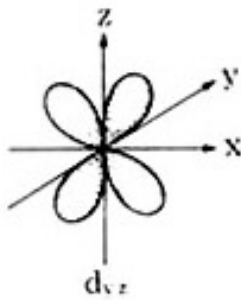
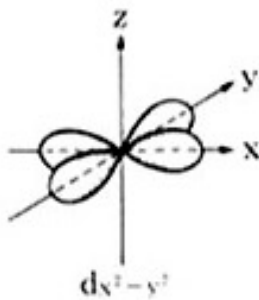
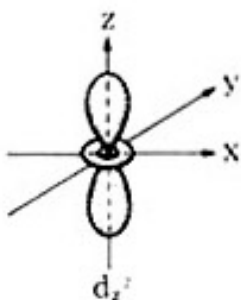
電子軌道の形 (参考p.24)



(a) s 軌道



(b) p 軌道

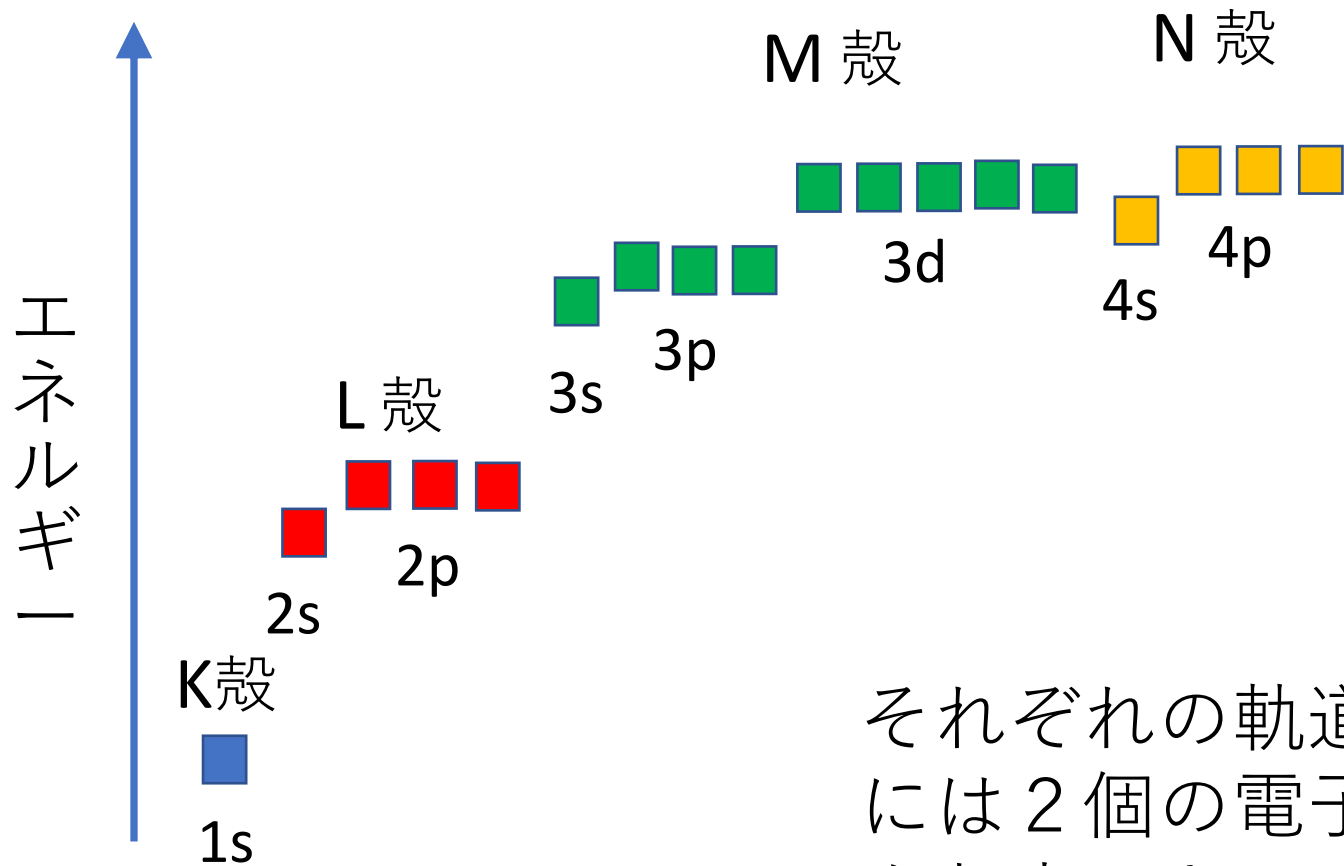


(c) d 軌道

図1-1 色々の方位量子数をもつ電子軌道の概形

方位量子数が同じなら、主量子数が異なっても大体の形は変化しない。p、dの各軌道は異なる磁気量子数で表現できる。

軌道への電子の詰めかた p.25



それぞれの軌道には2個の電子を収容できる。

原子の電子配置 (NaからCaまで)

主量子数	原子番号	元素記号	K 殻			L 殻			M 殻			N 殻		
			軌道	1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f	
3	11	Na	2	2	6	1								
	12	Mg	2	2	6	2								
	13	Al	2	2	6	2	1							
	14	Si	2	2	6	2	2							
	15	P	2	2	6	2	3							
	16	S	2	2	6	2	4							
	17	Cl	2	2	6	2	5							
	18	Ar	2	2	6	2	6							
4	19	K	2	2	6	2	6		1					
	20	Ca	2	2	6	2	6		2					

原子の電子配置 (遷移元素)

主量子数	原子番号	元素記号	K 殻		L 殻		M 殻			N 殻			
			軌道	1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f
4	21	Sc		2	2	6	2	6	1	2			
	22	Ti		2	2	6	2	6	2	2			
	23	V		2	2	6	2	6	3	2			
	24	Cr		2	2	6	2	6	5	1			
	25	Mn		2	2	6	2	6	5	2			
	26	Fe		2	2	6	2	6	6	2			
	27	Co		2	2	6	2	6	7	2			
	28	Ni		2	2	6	2	6	8	2			
	29	Cu		2	2	6	2	6	10	1			
	30	Zn		2	2	6	2	6	10	2			

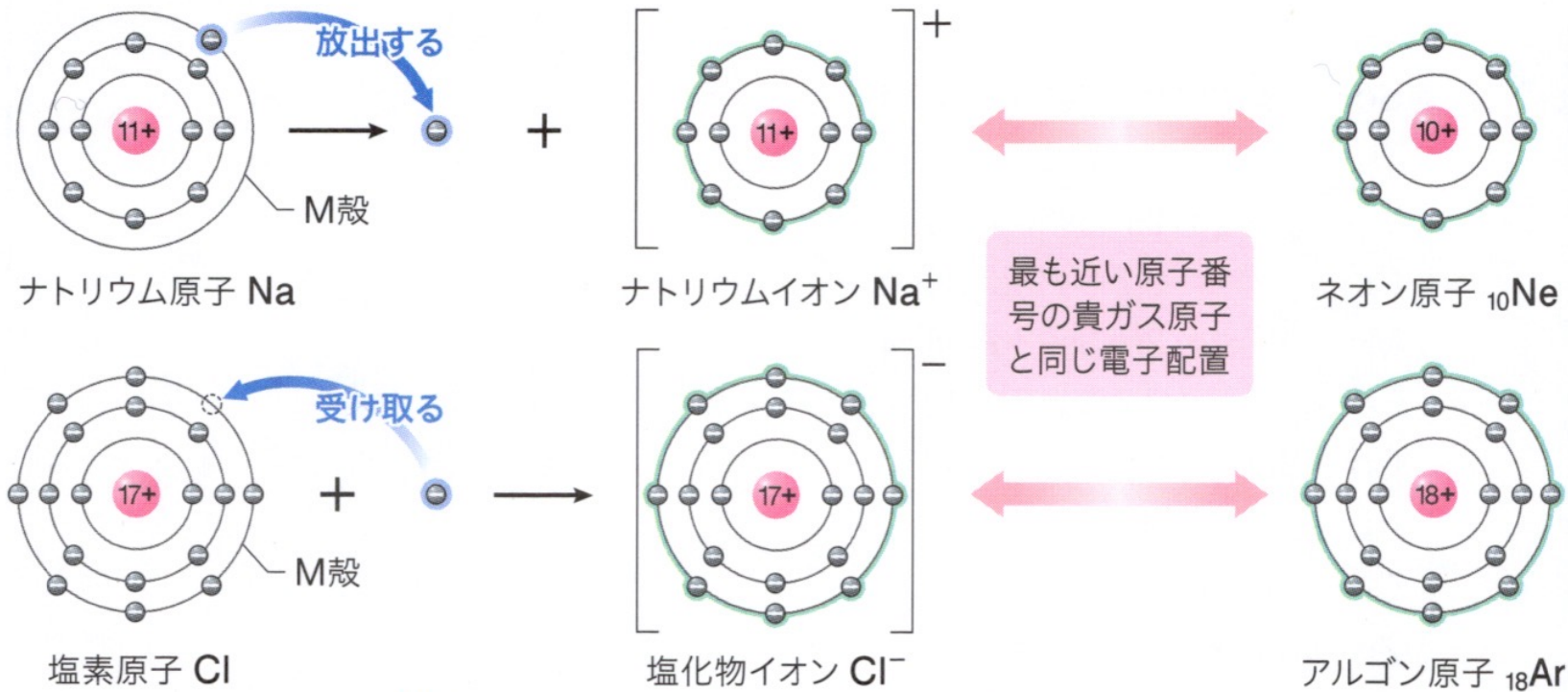
イオン p.28


- 原子や原子の集まりが電荷をもつとき、これをイオンという。
- 電子の放出によってできる正の荷電を持つ粒子を陽イオンという。
- 電子を受け取ってできる負の荷電を持つ粒子を陰イオンという。

電子の授受によるイオンの生成 p.28 図11

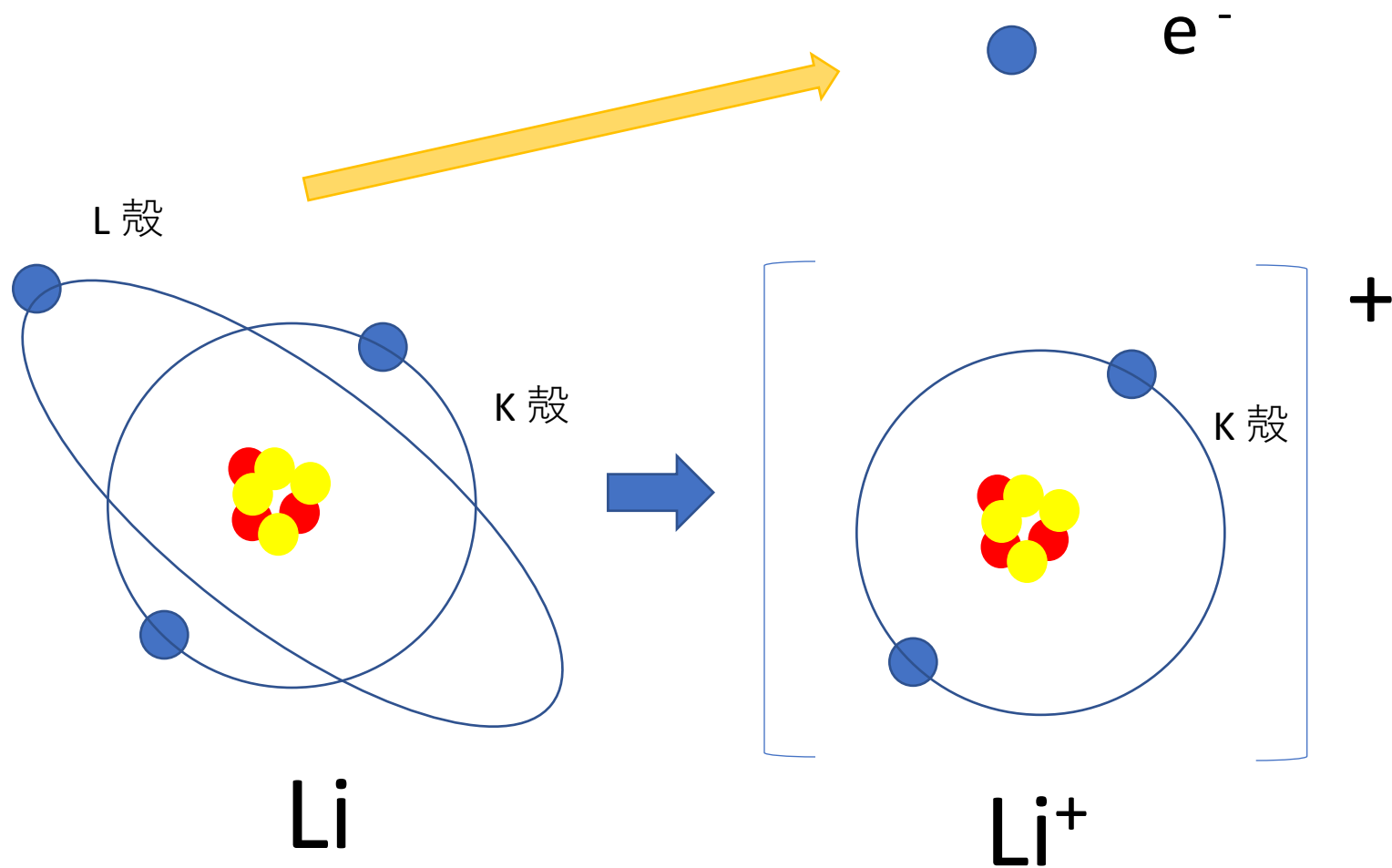
- 価電子の数が1または2の原子は、電子を失って希ガスと同じ電子配置の陽イオンになりやすい。
- 価電子の数が6または7の原子は、電子を受け取って希ガスと同じ電子配置の陰イオンになりやすい。

イオンの生成



▲図11 イオンの生成 

リチウム原子のイオン化



イオンのできかた。

- 最外殻の軌道に電子が1個ないし2個だけ入っているとき、これらの電子は他の原子に放出されて、1価ないし2価の陽イオンになる。
- 最外殻の軌道が電子で満たされておらず、1個ないし2個だけ不足している場合は、他の原子から電子を受け取って、1価ないし2価の陰イオンになる。
- イオンの電子配置は、直近の希ガスの電子配置と等しい。希ガスの電子配置は安定なため。

1価の陽イオン 2価の陽イオン
になりやすい。 になりやすい。

1価の陰イオン
になりやすい。

族	1	2	13	14	15	16	17	18
1 最外殻 K殻	1H 							2He
2 最外殻 L殻	3Li 	4Be 	5B 	6C 	7N 	8O 	9F 	10Ne
3 最外殻 M殻	11Na 	12Mg 	13Al 	14Si 	15P 	16S 	17Cl 	18Ar
4 最外殻 N殻	19K 	20Ca 					35Br 	36Kr
価電子	1	2	3	4	5	6	7	0

原子模型の中心は原子核、円は電子殻、最外殻の青い点は価電子を表している。

図 10 原子とその価電子の数

▲ 金属元素 ▲ 非金属元素

33

原子とその価電子の数

希ガス原子
安定な電子配置

イオンの分類 p.28下

- イオンには単原子イオンと多原子イオンがある。
- 単原子イオン Na^+ , Cl^-
- 多原子イオン NH_4^+ , OH^-
- イオンが生成するときに放出される電子の数、あるいは受け取る電子の数をイオンの価数という。
- Na^+ , NH_4^+ , Cl^- 1 価
- Fe^{3+} , Al^{3+} , PO_4^{3-} 3 価

イオンの大きさ（参考）

- 電子配置が等しいイオンでも、原子番号が大きくなるとイオンのサイズが小さくなる。
- 原子核の正電荷が増加すると、電子がそれにつれてより強く原子核に引かれるため。

	O^{2-}	F^{-}	Na^{+}	Mg^{2+}	Al^{3+}
原子番号	8	9	11	12	13
イオン半径 (nm)	0.126	0.119	0.116	0.086	0.068

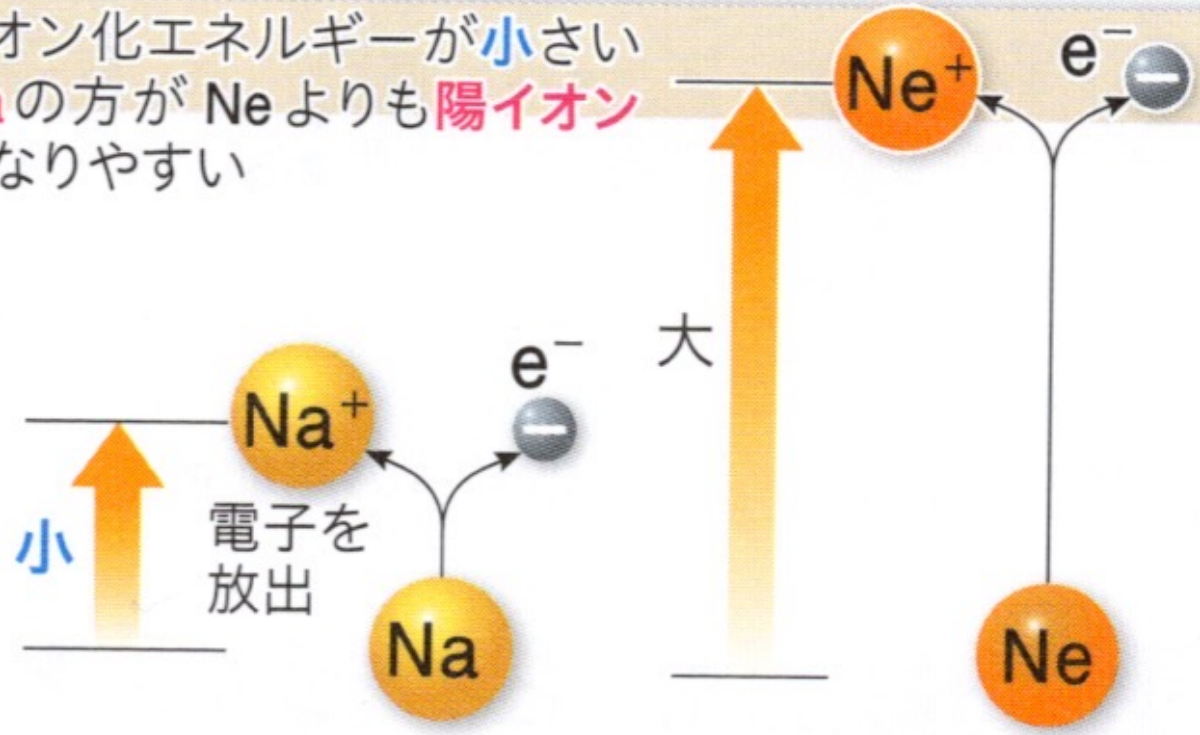
イオン化エネルギー p.29

- 原子から電子 1 個を取り去って、1 価の陽イオンにするために必要なエネルギー。
- Li, Na, K などのアルカリ金属の原子はとくにイオン化エネルギーが小さいため、陽イオンになりやすい。
- 原子核から遠い軌道にある電子ほどイオン化エネルギーが小さい。
- $H > Li > Na > K > Rb > Cs$
- 同じ軌道にある電子は、原子核の陽子数が多いほどイオン化エネルギーが大きい。ただし例外あり。

イオン化エネルギー

イオン化エネルギーが小さい
Naの方がNeよりも**陽イオン**
になりやすい

イオン化エネルギー

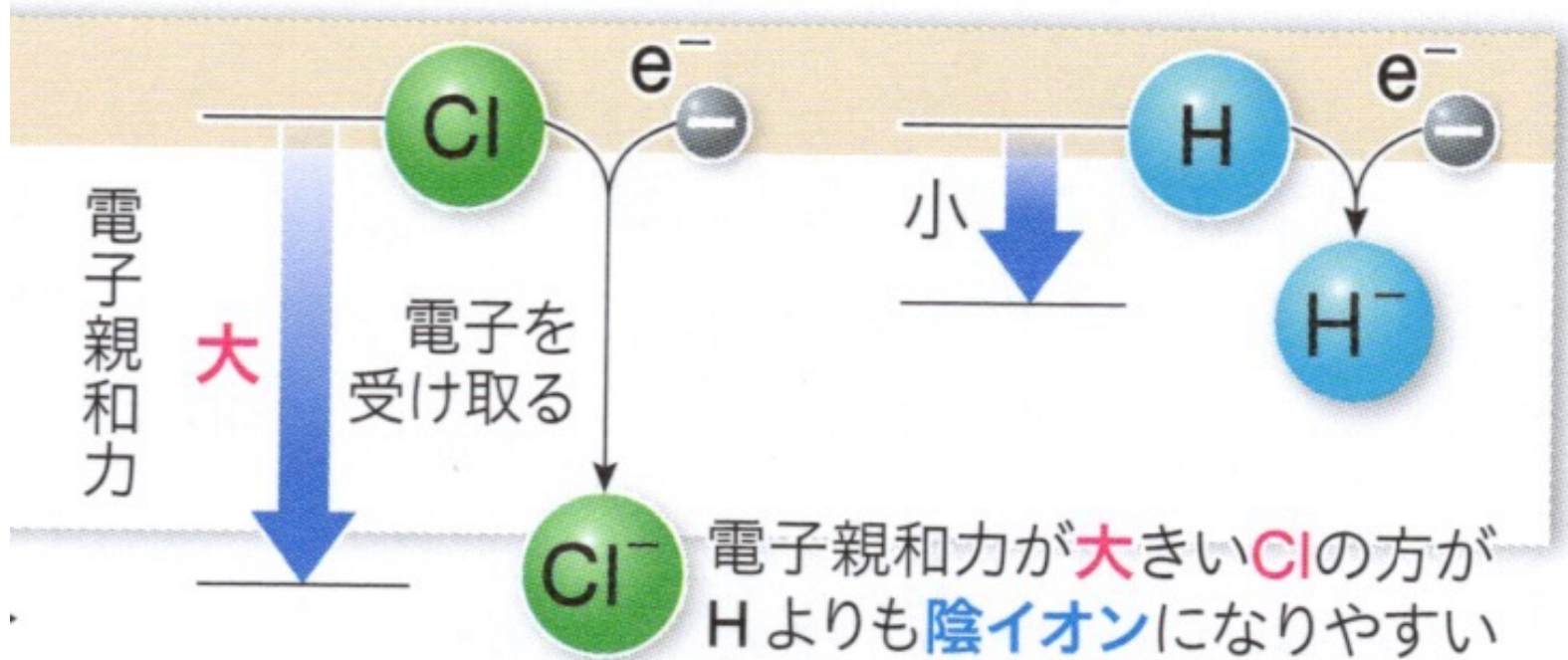


▲図13 イオン化エネルギー

電子親和力 p.29

- 原子が電子 1 個を受け取って、1 価の陰イオンになるときに放出するエネルギー。
- 1 価の陰イオンから電子を取り去るのに要するエネルギーに等しい。
- 電子親和力が大きいほど陰イオンになりやすい。
- **F, Cl, Br** などのハロゲン原子は、電子親和力が大きいいため、1 価の陰イオンになりやすい。

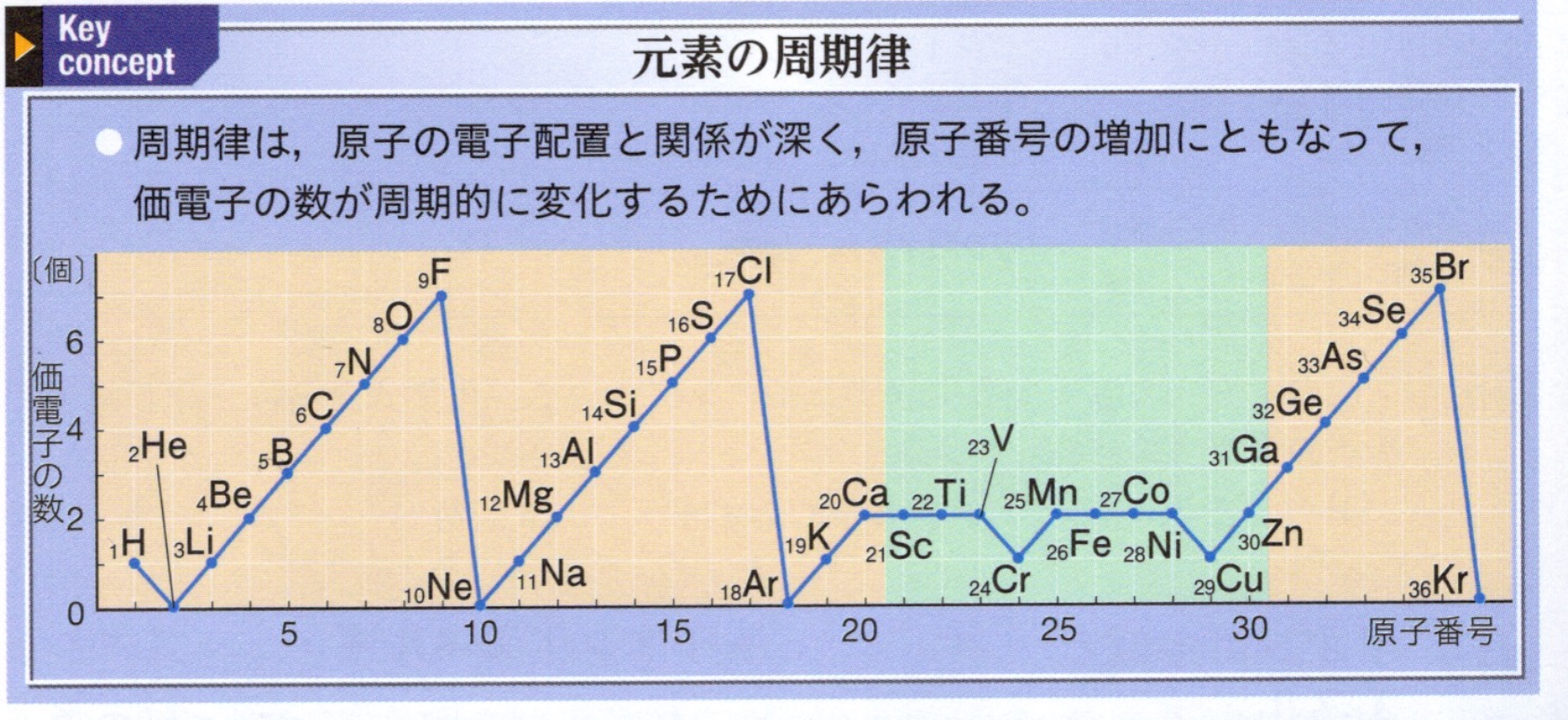
電子親和力



元素の周期律 p.30～p.31

- 元素を原子番号の順に並べると、性質のよく似た元素が周期的に現れる。
- 元素の性質のこのような周期性を、元素の周期律という。

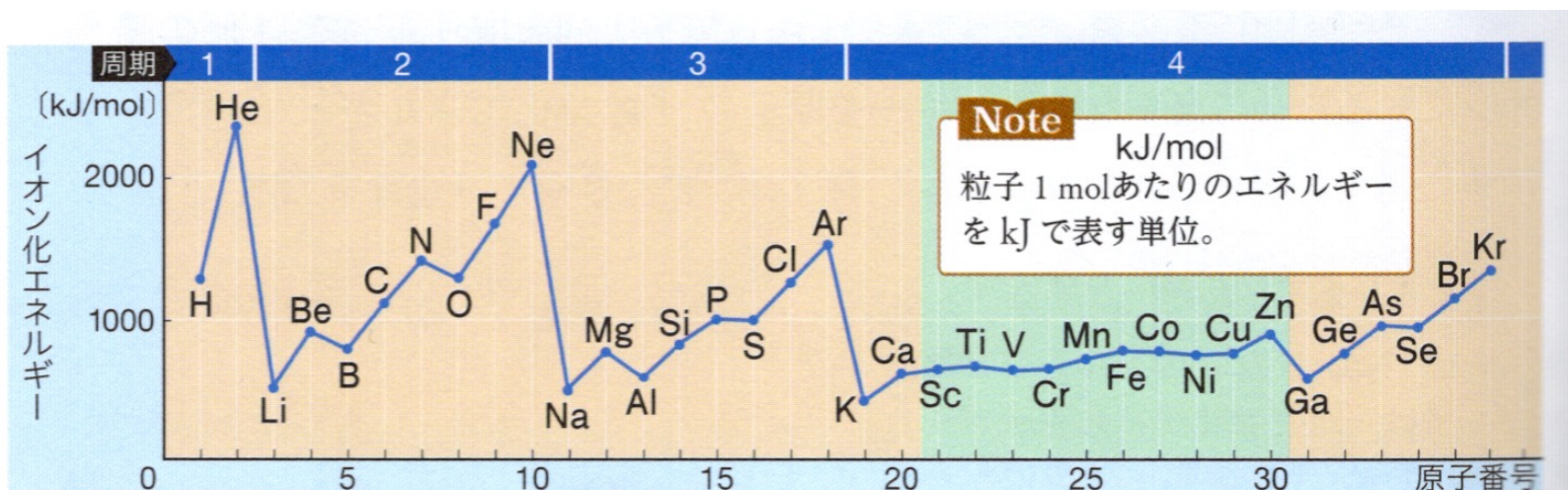
元素の周期律



各周期の中で貴ガスの価電子の数はすべてゼロである。

元素の性質と周期律 p.31

- 原子番号とイオン化エネルギーの関係



▲図15 イオン化エネルギーの周期的変化

各周期の中で貴ガスのイオン化エネルギーが最も高い。

最外殻電子とイオン化エネルギー p.30下 (参考)

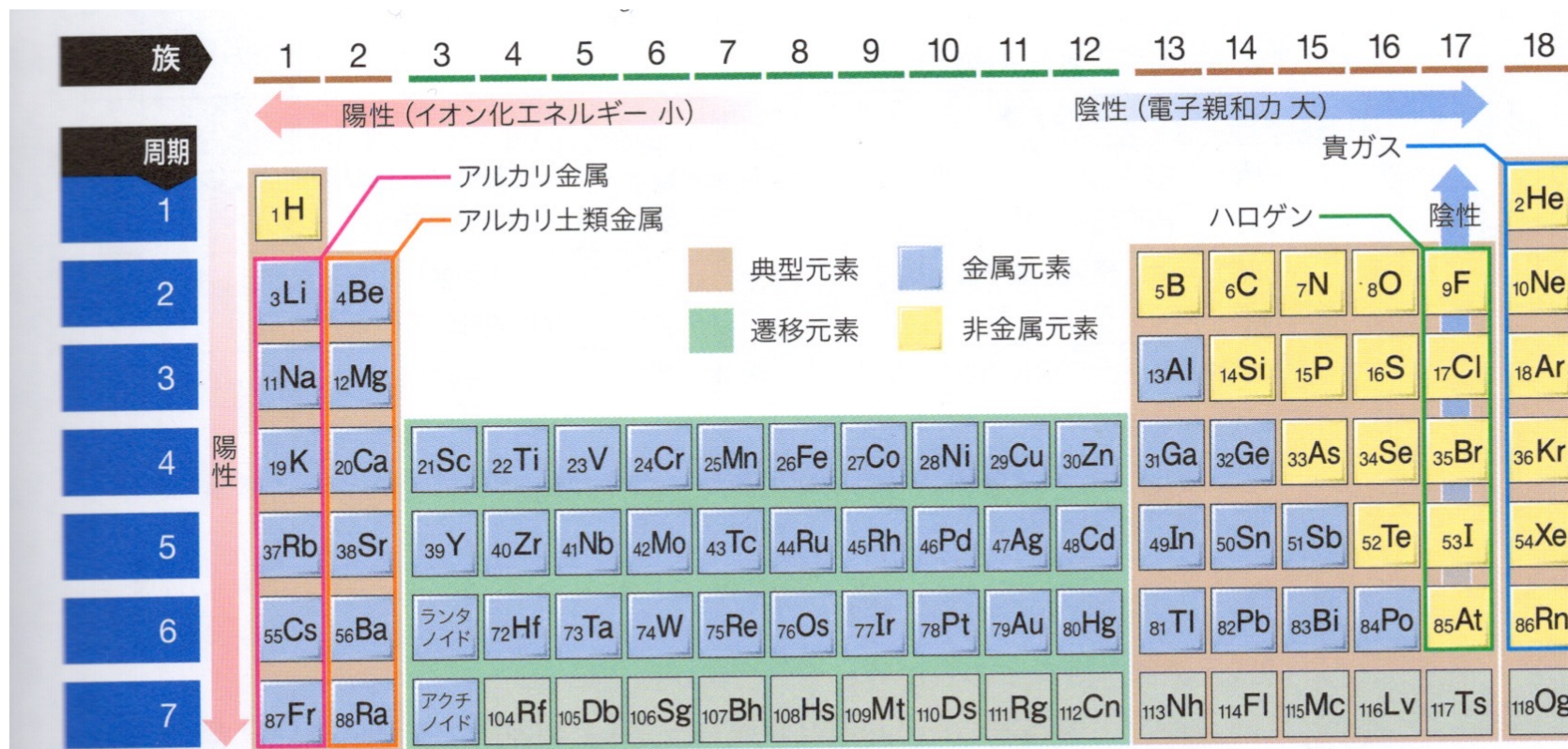
- P.30 下の説明と図を参照。
- 最外殻における電子と原子核の距離
- 同じ電子殻に電子が入るかぎり、原子核と最外殻電子の距離は大幅に変わらない。そのため、同じ周期では、イオン化エネルギーは原子番号（陽子の数）とともに増加する傾向を示す。
- 周期ごとに、より外側の電子殻に電子が入るので、電子と原子核との間の引力が急に弱くなる。

元素の周期表

p.31 および前表紙見返し

- 元素を原子番号の順に並べ、性質の似た元素が同じ縦の列に並ぶように配列した表。
- **周期**：周期表の横の行を周期といい、上から順に第1、第2、第3・・・第7周期という。
- **族**：周期表の縦の列を族といい、左端から順に1族、2族、3族・・・18族という。

周期表



▲図16 周期表 金属元素と非金属元素の境界にある元素は、両方の性質をあわせもっている。

典型元素と遷移元素 p.32

p.31および前表紙見返しの表

典型元素

- 周期表の1族、2族および12族から18族まで。
- 原子番号の増加に伴って価電子の数が周期的に変化する。(図15)

遷移元素

- 周期表の3族から11族までの元素
- 内側の軌道に電子が入るので、価電子の数は周期的に変化せず1または2であるものが多い。

主な同族元素の名称 p.31中

- H を除く 1 族： **アルカリ金属**
Li, Na, K, Rb, Cs (セシウム) , Fr (フランシウム)
- Be, Mg を除く 2 族： **アルカリ土類金属**
Ca, Sr, Ba, Ra (ラジウム)
- 17族： **ハロゲン**
F, Cl, Br (臭素) , I (ヨウ素) など
- 18族： **貴ガス (希ガス)**
He, Ne, Ar, Kr (クリプトン) , Xe (キセノン) , Rn (ラドン)

金属元素と非金属元素 p.33上

- **金属元素**は周期表の左下から中央にかけて位置する。
- 金属元素の原子は価電子の数が少なく、陽イオンになりやすい。
- **非金属元素**は主に周期表の右上に位置する。
- 非金属元素の原子は水素や希ガス原子を除くと、価電子の数が多く、陰イオンになりやすいものが多い。
- **図 1 7 参照**

周期律と周期表を発見した人

p.34

ドミトリ・メンデレーエフ (1869)

ロシアの化学者 (1834 – 1907)

周期表の空欄部位から、原子量 72 の未知の元素、ゲルマニウムの存在とその性質を予言。

メンデレーエフはエカケイ素 (Es) と呼んでいた。

出席確認メールのお願い

出席確認のため、**授業終了後、当日中に**筒木宛にメールを送ってください。送り先は；

kiyoshi@tsutsuki.net

メールのタイトルは、「**入門化学出席確認、学籍番号、氏名**」としてください。

メールの本文には、簡単で良いので**授業の感想**などを書いてください。

今日（5月7日）の課題

課題：

- ①原子が陽イオン、陰イオンになる仕組みを、それぞれ言葉で説明しなさい。
- ②アルゴンと同じ電子配置を持つ陽イオンを挙げなさい。

メール宛先：kiyoshi@tsutsuki.net

メールのタイトルは、

「入門化学5/7課題、学籍番号、氏名」としてくだ
さい。

期限： 5月11日（月）

帯広の春の草花



ヒメイチゲ
2025.4.25



エゾアオイスミレ
2023.4.28

いずれも農業高校の森にて