

JH 第1章 典型元素の周期表と規則性

学習の流れ 18族元素の特異性 ⇒ 典型元素がもつ手の数の規則性と手を使った原子のモデル図 ⇒ 原子どうしの結合で形成される粒子の手を使ったモデル図

1. 元素の周期表 元素を性質ごとに並べて表にしたもの (元素* = 原子の種類)

族	1	2	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		Ge			Br	Kr
5	Rb	Sr		Sn			I	Xe
6		Ba		Pb				Rn

⇨ 1, 2 族, 12~18 族元素
= 典型元素
(typical element)
typical = 典型的な規則的な
{ 3~11 族を遷移元素
(transition element) という }

*日本初の新元素の発見??

森田浩介ら理化学研究所のチームは、亜鉛(Zn)とビスマス(Bi)を加速器で融合させて 113 番目の元素をつくることに成功し、ジャポニウム(Jp)の命名権を国際機関に申請中(2012年)。なお、天然に存在する元素は 92 番目のウラン(U)までで、それより重い元素は人工的につくられる。

2. 周期表の特徴

(1) 18 族元素

18 族：全ての元素の中で極めて特殊な性質をもつ ⇒ 貴ガス(希ガス, 不活性)元素

〈例〉 He, Ne...他のいずれの原子とも結びつかない原子
= 安定な原子(単独でも居心地がよい)

18 族以外：他の原子と結びつくことによって安定になろうとする傾向がある
= 不安定な原子(単独では存在できない)

(2) 元素の規則性 その①

族番号の 1 の位の数字 = 原子がもつ手の数

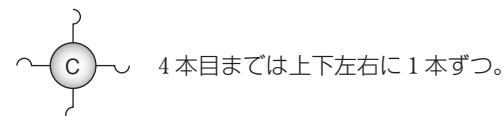
原子がもつ手の中で、他の原子と結びつきやすい手の数 = 原子の“原子価”

典型元素は第 1 周期の H と He を除いて、手の数が 1~8 の原子を各周期に配列してある。⇒ 元素の周期律(オクターブ説)

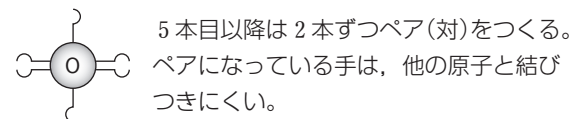
族番号	1	2	13	14	15	16	17	18
手の数	1	2	3	4	5	6	7	8 (Heのみ手の数は2)
原子価	1	2	3	4	3 (8-5)	2 (8-6)	1 (8-7)	0 (8-8)

原子のモデル図

〈例〉 炭素 C の場合



酸素 O の場合



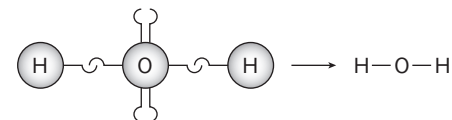
50 分

族番号	1	2	13	14	15	16	17	18
モデル図								
手の数	1	2	3	4	5	6	7	8
原子価	1	2	3	4	3	2	1	0

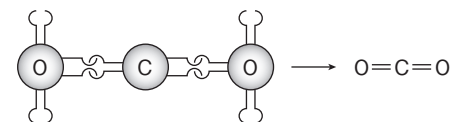
物質の構成粒子の例

構造式：結んだ手を 1 本の線で示す。ただし、結んだ手以外は書かない。

① 水
H₂O

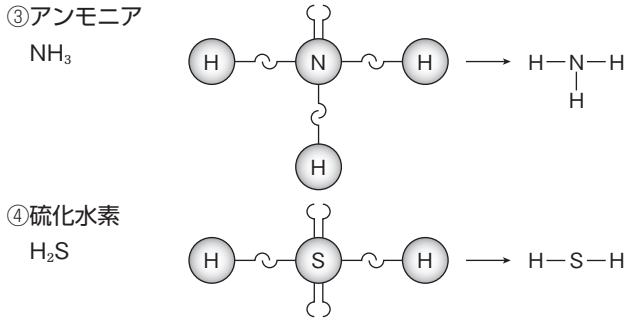


② 二酸化炭素
CO₂



第2章 原子の構造と電子配置

学習の流れ 原子の構造と表記法 ⇒ 原子の電子式と原子価・価電子の理解 ⇒ 原子の電子配置と周期表



貴ガス以外の元素は、全て貴ガスと同じ手の数をとりたいがる。
 〈例〉 2つのHはHeと同じ2本の手をもつ
 OはNeと同じ8本の手をもつ

(3)元素の規則性 その②

原子の質量の小さいものから大きいものの順にほぼ並んでいる。
 同族の元素：下に行くほど質量が大きい
 同周期の元素：右に行くほど質量が大きい

補足

- ・周期表の元素の順番
 メンデレーエフは原子の質量(原子量)順に並べ、現在の周期表のもととなるものをつくった(ロシア, 1869年)。
 現在の周期表では、原子番号(=陽子の数)の順に並んでいる。
- ・原子の質量と原子番号が逆転しているもの
 同位体の天然存在率によって異なる
 〈例〉 ¹⁸Ar (40.0) と ¹⁹K (39.1)
²⁷Co (58.9) と ²⁸Ni (58.7)
⁵²Te (127.6) と ⁵³I (126.9)

50分

第1章のキーワード：元素の周期表, 周期, 族, 典型元素・遷移元素, 周期律, 貴ガス(希ガス, 不活性)元素, 原子価, 価標, 構造式

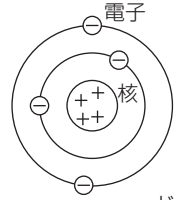
JH 1. 原子の構造

原子どうしを結びつけている手とはいったい何なのか?
 そもそも原子とは何なのか?
 原子の構造

		(相対的)電荷	(相対的)質量
原子	原子核	陽子	+1 / 1
		中性子	0 / 1
	電子	-1	1 / 1840

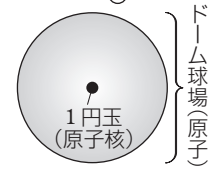
(1)土星型原子モデル(長岡半太郎 1903年)

原子核(土星)のまわりを電子(土星の環)がまわっている。



(2)原子と原子核の大きさの関係*……ラザフォードによって証明された(イギリス, 1911年)

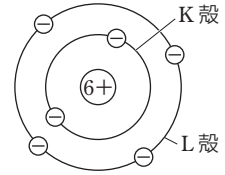
原子は隙間だらけの粒子 ⇔ 原子核の直径 10⁻¹⁵~10⁻¹⁴ m
 原子の大部分の質量は 原子の直径 10⁻¹¹~10⁻¹⁰ m
 原子核に集中



*陽子と中性子を小さな原子核に集合させている核力とは?
 陽子と中性子はいずれも2種類の素粒子(クォーク)からなり、互いのクォークを高速交換することによって相互に変換し合っている。この変換によって、陽子と中性子は強く結びついている。
 「宇宙は何でできているのか」村山斉, 幻冬舎新書 187(2010年)

(3)ボーアの原子モデル(オランダ, 1913年)

電子のもつエネルギーはある条件を満たすとびとびの値しかもたない。
 ⇒電子殻(K, L, M殻…)の存在

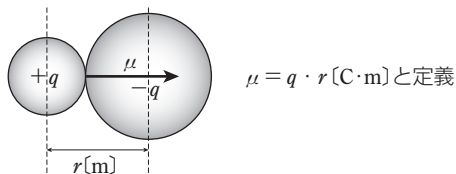


2. 原子どうしを結びつける手

原子どうしを結びつける手=電子
 原子において 陽子の数=電子の数
 (自然界では電気的に中性の状態が安定)

1. 分子極性の定量的評価

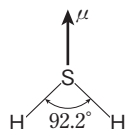
・双極子モーメント(μ)の定義



・双極子モーメント(μ)の実測

H_2S の実測値

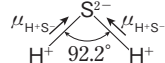
$$\mu = 3.7 \times 10^{-30} [\text{C}\cdot\text{m}]$$



一方、 H_2S が完全なイオン性物質であると仮定すると、双極子モーメント(μ')は、

$$\mu' = \mu_{\text{H}^+\text{S}^-} \times \cos \frac{92.2}{2} \times 2 = 2.9 \times 10^{-29} [\text{C}\cdot\text{m}]$$

μ' : 100%イオン性物質であると仮定したときの双極子モーメント



よって、 H_2S のイオン性の評価(%)

$$\frac{\mu (\text{実測値})}{\mu' (\text{計算値})} \times 100 = 12.7\%$$

したがって、 H_2S の共有結合性は 87.3%

すなわち、 H_2S の結合のほとんどが共有結合

同様にして H_2O のイオン性を評価(%)すると、

$$\frac{\mu}{\mu'} \times 100 = 35.3\%$$

よって、 H_2O の分子極性は、 H_2S の分子極性の約 2.8 倍である

2. ポーリングの電気陰性度

2原子の結合 A-B において、原子 A の電気陰性度を α_A 、原子 B の電気陰性度を α_B とすると、 $\alpha_A - \alpha_B$ は A-B 結合のイオン性を表している。ポーリングは、 $\alpha_A - \alpha_B$ の大きい 2 原子間の結合エネルギー E_{A-B} は、A と B の結合によって極性が増す分大きくなることに着目し、次の経験式に基づいて様々な原子の電気陰性度の値を決めた。

$$E_{A-B} = \sqrt{E_{A-A} \times E_{B-B}} + k(\alpha_A - \alpha_B)^2$$

ただし、 E_{A-A} : A-A の結合エネルギー

E_{B-B} : B-B の結合エネルギー

k : 比例定数

$\alpha_A - \alpha_B = 0$ (単体 H_2 , Cl_2 , N_2 など), または $\alpha_A - \alpha_B \approx 0$ では、

$$E_{A-B} \approx \sqrt{E_{A-A} \times E_{B-B}}$$

であることが経験的に知られている。

3. マリケンの電気陰性度

マリケンの式(1934年)

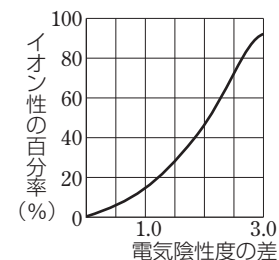
$$E_N \propto \frac{I_p + E_A}{2}$$

I_p : 第一イオン化エネルギー

E_A : 電子親和力

4. 共有結合性とイオン結合性

共有結合の分極の程度を、結合のイオン性という。分子 A-B における A, B の 2 原子間の電気陰性度の差 (ΔE_N) と A-B 結合のイオン性の百分率は、右図のような関係にある。電気陰性度 (E_N) の考え方で結合の極性を统一的に解釈すると、共有結合とイオン結合には本質的な差はなく、連続的に変わっていく。



E_N の差の大小によって、完全な共有結合 (H_2) からイオン結合に近いもの (HF) まで存在。また、通常完全なイオン結合に分類されるものでも、いくらかは共有結合性があることになる。

	Li	H	Cl	Br	I	F
E_N	1.0	2.1	3.0	2.8	2.5	4.0

	H-H	H-I	H-Br	H-Cl	H-F	Li-F
ΔE_N	0	0.4	0.7	0.9	1.9	3.0
共有結合性(%)	100	95	88	83	53	10
イオン結合性(%)	0	5	12	17	47	90