

## イオン結合

### 先週の練習問題1について

電荷と電荷の間に働く力はクーロン力、相互作用エネルギー $E$ は距離 $r$ に反比例

$$E(r) \propto \frac{e_1 e_2}{r}$$

ただし、 $e_1$ と $e_2$ は電荷の大きさ。

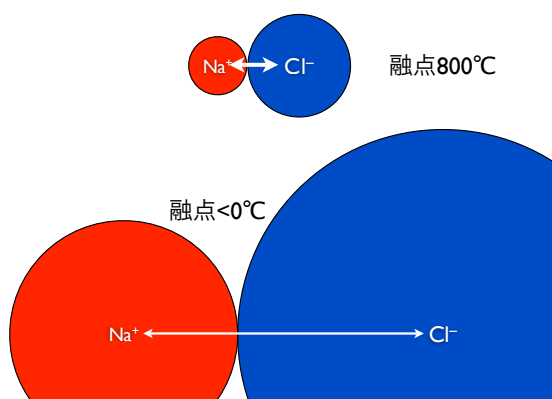
温度が高くなると、結晶を構成する分子ひとつひとつの運動が激しくなる。

運動エネルギーが、結合を切断すると、融解がはじまる。

結合が2倍強いと、それを切るための熱エネルギーも(絶対温度で)倍程度必要。

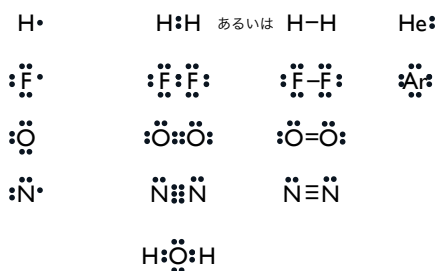
分子の間の距離を長くするか、電荷を小さくすれば、融点は下がる。

解答: NaClの融点は $800^\circ\text{C}=1073\text{K}$ (絶対温度)。これを $0^\circ\text{C}=273\text{K}$ に下げるには、イオンの間に働くクーロン力を $273/1073=1/4$ にすればいい。直径(イオン間距離)を4倍にする。

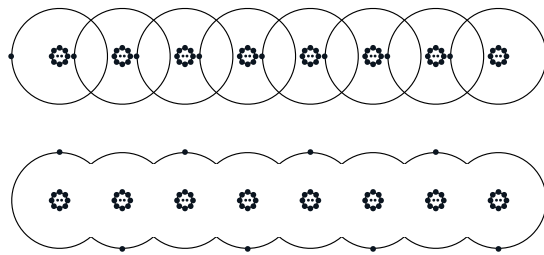


## 共有結合

### オクテット則



## 金属結合



### 先週のまとめの問題

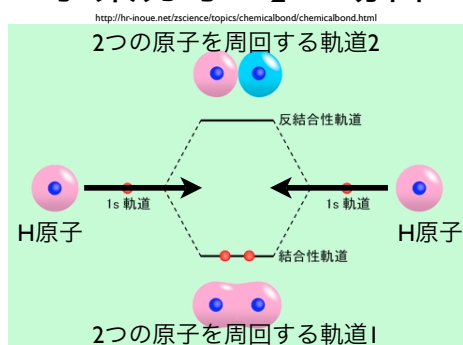
- $\text{CaF}_2$ : Caが金属、Fが非金属=イオン結合
- 水銀: 金属結合(液体金属)
- $\text{CCl}_4$ : CもClも非金属=共有結合
- $\text{SO}_2$ : SもOも非金属=共有結合
- $\text{MgO}$ : Mgが金属、Oが非金属=イオン結合
- $\text{CaCu}_5$ : CaもCuも金属=金属結合(合金)

### 今日の目標

- 共有結合について(補足)
- 分子の形
- 弱い結合  
(水素結合、ファンデルワールス力)

### 共有結合

#### 水素分子 $\text{H}_2$ の場合



## 分子の形

VSEPRモデル (Valence Shell Electron Pair Repulsive model 原子価殻電子対反発モデル)

1つの原子の周囲に存在する共有電子対や孤立電子対など、電子が集中した高電子密度領域は、互いの反発を避けるため、互いに遠くなるように配置する。

### 例: 水 $\text{H}_2\text{O}$

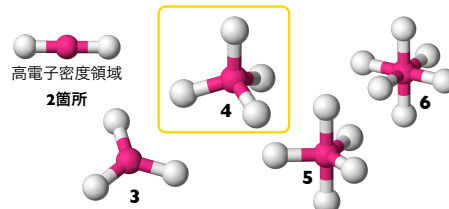
1. まず、電子式を書く。



2つの共有電子対+  
2つの孤立電子対  
=4つの高電子密度領域

### 例: 水 $\text{H}_2\text{O}$

2. 立体構造が決まる



### 例: 水 $\text{H}_2\text{O}$

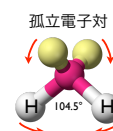
3. 孤立電子対の方向を選ぶ



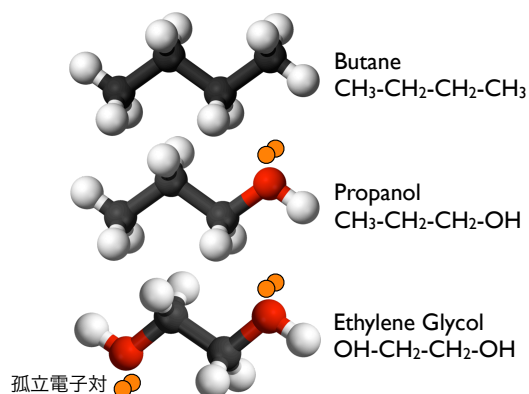
孤立電子対のほうが、互いの反発が大きいのので、  
孤立電子対同士が遠くなるように方向を選ぶ。

### 例: 水 $\text{H}_2\text{O}$

4. 角度を微調整する

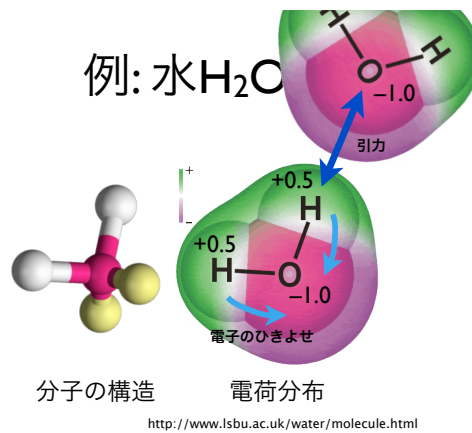


孤立電子対のほうが、互いの反発が大きいのので、  
角度が広くなり、結合の間が狭くなる。



## 弱い結合1: 水素結合

- Hが、OやSやNやハロゲン(Cl, Br, I)と共有結合すると、電子をはぎとられる=分極
- 正に帯電した水素と、近くにある別の分子の孤立電子対の間にクーロン力が働く。

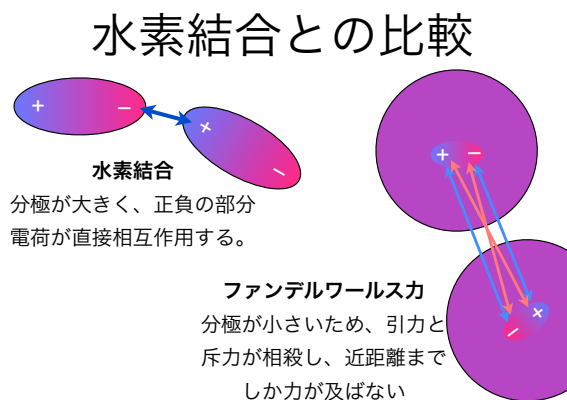


## 水素結合の特徴

- 大きなエネルギーを加えなくても、結合を切れる = 生体分子の機能を司る結合
- 水と結合を作る = 水素結合性の分子は水に溶ける。

## 弱い結合2: ファンデルワールス力

- 水素結合よりさらに弱い分子間力
- 双極子の間に働く力 (双極子: 一つの物体に正負の電荷が離れて存在する状態)
- どんな分子の間にも働く



### どんな分子でもファンデルワールス引力は働く



希ガス分子のように、球対称で電荷の偏りのない分子でも、瞬間的に電子分布が偏ることで、分極が生じて、引力が働く。  
(ロンドン分散力)