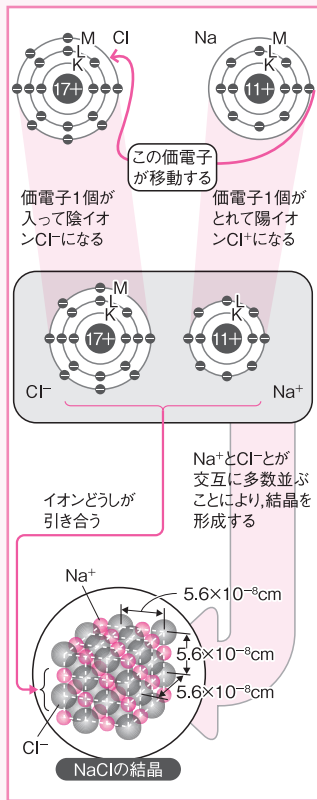


## 塩化ナトリウム NaCl の結晶の生成



## ▶ 4) 人工角膜, 人工網膜

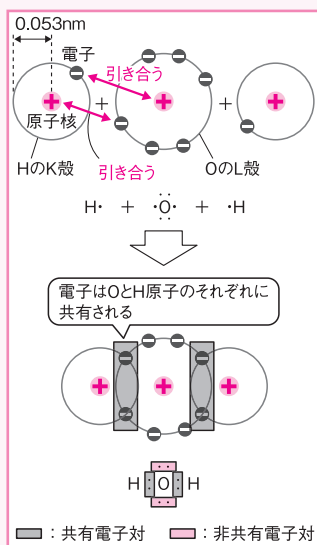
角膜を患う患者数は2~5万人/年といわれており、現在はドナーからの移植に頼っている。再生角膜は健康な角膜輪部を数mm程度採取し、温度応答性ポリマーであるポリ-N-イソプロピルアクリルアミド(PIPAAm)で処理した培養皿にて、 $32^\circ\text{C}$ 以上で培養増殖させ細胞シートを形成させる(細胞シート工学)。これを低温下に移し、角膜シートのみを無傷で取り出して移植に用いるものである。

# 6 材料化学

## ①—イオン結合

塩化ナトリウム( $\text{NaCl}$ )は、水溶液中でナトリウム原子が電子1個を放出してナトリウムイオン( $\text{Na}^+$ , 陽イオン)となり、その放出された電子を塩素原子が受け取って塩化物イオン( $\text{Cl}^-$ , 陰イオン)となる。このように、イオンに分かれる変化を電離といい、 $\text{NaCl}$ のように水に溶けると電離することができる物質を電解質という。またこの場合、 $\text{NaCl}$ 水溶液の溶質は固体 $\text{NaCl}$ 、溶媒は水である。固体 $\text{NaCl}$ のように、陽イオンと陰イオンとが静電気力によって引き合っできる結合をイオン結合といい、イオン結合でできた結晶をイオン結晶という。

## 水分子 $\text{H}_2\text{O}$ の生成メカニズム



## ②—共有結合<sup>14, 15)</sup>

水素原子Hが2個、酸素原子Oが1個結合して水分子 $\text{H}_2\text{O}$ ができる仕組みを考える。

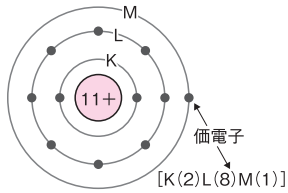
①水素原子と酸素原子が接近すると、水素原子の価電子(原子核のまわりにある電子のうち、最も外側の電子殻にはいつている電子、最外殻電子)と酸素原子の原子核が引き合い、水素原子の電子殻(K殻)と酸素原子の電子殻(L殻)が一部重なるようになる。

②重なりあった電子殻の中では、それぞれの原子の価電子が対になる(電子対)。

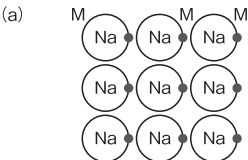
③対になった2個の電子は、水素原子と酸素原子両方の原子核に共有される。

このように、2個の原子間でそれぞれの原子の価電子を共有してできる結

## 金属結合モデル (Na の場合)

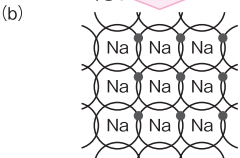


Na原子の原子配置



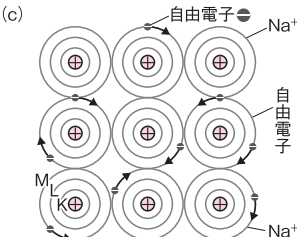
[Na原子が近づく]

価電子は、重なり合ったM殻を自由に動かすことができる

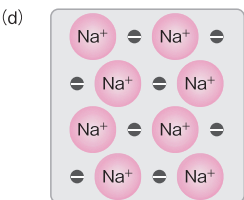


[M殻が重なり合う]

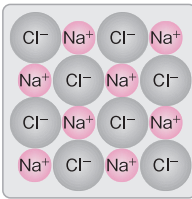
金属結合の生成



単体のNaの中のとNa<sup>+</sup>と自由電子のモデル



金属結合のモデル



イオンの結合モデル

合を共有結合という。共有されている電子対を共有電子対、共有されていない電子対を非共有電子対という。共有結合には、単結合の他に二重結合、三重結合がある (表9-2)。

## 3—金属結合<sup>14,15)</sup>

単体のナトリウムや銅などの金属は、多数の金属元素の原子が結合してできたものである。

①ナトリウム (Na) の場合、Na 原子が互いに接近すると、最外電子殻 (M 殻) の一部が重なり合い、各原子の M 殻にある価電子 (1 個) はこの重なり合った電子殻を自由に使って動くことができるようになる (自由電子)。

②この自由電子が金属中を動き回ることによって、Na 原子同士を結び付ける。

③金属中の自由電子は均一に分布していて、すべての金属原子によって共有されているとみなせる。自由電子がすべての原子で共有されてできる結合を金属結合という。

④金属は、光をよく反射してきらきらと輝く (金属光沢)、電気と熱をよく伝える (電気と熱の良導体)、可塑性をもち展性・延性に優れる、という3つの特徴を持つが、すべて自由電子の存在による。

## 4—その他の結合<sup>14~16)</sup>

### ▶ 1) 分子間力

例えば、空気を圧縮しながら冷却していくと液体空気となり、二酸化炭素を冷却していくと固体 (ドライアイス) となる。これらの現象から、分子同士は互いに引き合っていることが分かるが、このような分子同士が引き合う力を分子間力という。分子間力には、分子同士が引き合うファンデルワールス力の他、水素結合による引力、極性による静電引力などがある。

#### (1) ファンデルワールス力

分子同士を引き付ける基本的な力であり、すべての分子間に働いている。分子量が大きいほど分子間力は大きく、分子間距離が離れると急激に弱くなる。氷、水のように、固体や液体中では、分子間力のために分子はほとんど動かないか流動する程度であり、気体中では分子はほぼ自由に飛び回ることができる。

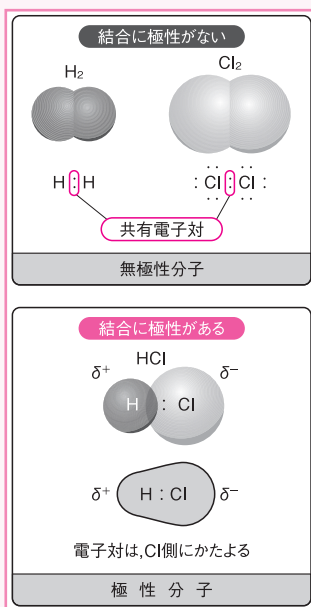
#### (2) 極性による静電引力

2 原子間の共有結合において、同じ原子の場合には電気陰性度に差がないため共有電子対の偏りを生じることはないが、異なる原子の場合には共有電

**ファンデルワールス力**：オランダの物理学者 van der Waals (1837~1923) によって物質の状態を説明するために提唱され、これに基づいて実在気体に適用できる気体の状態方程式（ファンデルワールスの状態方程式）が作られた。

**$\delta$  (デルタ)**：通常の単位電荷より小さい値での電荷の偏り（差分、「いくらか」）を表す。

### 極性分子と無極性分子



子対の偏りを生じ、電荷に偏りを生じる。このような特性を極性といい、極性のある分子を極性分子という。極性には、原子の電荷の偏りと分子の形も影響する。そして極性分子の場合には、一方の分子の正電荷 ( $\delta^+$ ) と他方の分子の負電荷 ( $\delta^-$ ) が引き合う静電的な引力が働く。

### (3)水素結合<sup>16)</sup>

水分子 H<sub>2</sub>O では、O の電気陰性度 (3.5) が大きく、H の電気陰性度 (2.1) との差が大きいこともあり、極性の大きな分子となっている。そして、H<sub>2</sub>O 分子の H $\delta^+$  原子は、隣の H<sub>2</sub>O 分子の O $\delta^-$  原子と静電気力により強く引き合っている。このように分子の中の正電荷を帯びた H 原子が、他の分子の負電荷を帯びた原子と静電気力によって引き合っできる結合を水素結合という。液体の水の中には水素結合によって互いに結合した水分子の集団がある。温度が低くなると水分子の熱運動が小さくなってこの集団は大きくなり、0℃付近ではほとんどの水分子が水素結合で結合するようになる。さらに、0℃以下では水分子は自由に動けなくなり結晶となる。したがって、氷の中の水分子は、水素結合によって規則正しく配列して結晶格子を作っている。

### 参考文献

- 1) 日本化学会編：化学便覧基礎編 改訂5版. 丸善, 2004.
- 2) 高分子学会編：高分子科学の基礎 第2版. 東京化学同人, 1994.
- 3) 筏 義人：基礎生体工学講座 生体材料学. 産業図書, 1994.
- 4) 堀内 孝, 村林 俊：臨床工学シリーズ12 医用材料工学. コロナ社, 2006.
- 5) 中林宣男, 石原一彦, 岩崎泰彦：ME 教科書シリーズ E-1 バイオマテリアル. コロナ社, 2004.
- 6) 古蘭 勉, 岡田正弘：臨床工学ライブラリーシリーズ5 新版ヴィジュアルでわかるバイオマテリアル. 秀潤社, 2011.
- 7) 研究開発本部 第2研究開発部門：2006年メディカルマテリアル市場の現状と将来展望. 富士キメラ総研, 2006.
- 8) 厚生労働省医薬局：ポリ塩化ビニル製医療用具の使用について（医薬品・医療用具等安全性情報182号）. 平成14年10月31日.
- 9) 岩田博夫：生体組織工学. 産業図書, 1995.
- 10) 田端泰彦：再生医療のためのバイオマテリアル, 再生医療の基礎シリーズ5—生医学と工学の接点—, コロナ社, 2006.
- 11) 筏 義人：環境ホルモン きちんと理解したい人のために. 講談社, 1998.
- 12) 中西準子, 吉田喜久雄, 内藤 航：フタル酸エステル —DEHP—. 丸善, 2005.
- 13) 仲野 徹編：再生医療の基礎シリーズ3 —生医学と工学の接点—, 再生医療のための分子生物学. コロナ社, 2006.
- 14) 野村祐次郎, 辰巳 敬, 本間善夫：新課程 チャート式シリーズ 新化学I. 数研出版, 2004.
- 15) 野村祐次郎, 辰巳 敬, 本間善夫：新課程 チャート式シリーズ 新化学II. 数研出版, 2004.
- 16) 嶋津秀昭, 馬淵清志：臨床工学講座 医用機械工学. 137~161, 医歯薬出版, 2011.