

4.3 水溶液中での化合物の性質

多くの反応は固体と気体、あるいは二つの気体の間で起こります。しかし、体内の反応は大部分水に溶けた物質の間で、すなわち水溶液中で起こります。実験室で見る反応、周りの自然の中で起こる反応の多くは**水溶液(aqueous solution)**中です。従って、水溶液中での反応の理解には、まず水溶液中で化合物がどう振る舞うかを理解することが重要です。ここでは、水溶液中でイオンになる化合物に焦点を当てます。

マグネシウムのリボンを化合物 HCl の水溶液に入れると、混合物は激しく泡立ち、次の反応式に従って水素ガスが発生します(Fig. 4.5)。



Fig. 4.5 マグネシウムリボンは HCl 水溶液と反応して H₂ と MgCl₂ 水溶液になります。

この均衡の取れた式で、HCl と MgCl₂ には(aq)が付いています、それらが水に溶け、水溶液として存在することを示しています。これらの物質は水溶液中でイオンとして存在します：MgCl₂ は Mg²⁺(aq)と Cl⁻(aq)、HCl は H⁺(aq)と Cl⁻(aq)として存在します。しかしどのようにしてイオンが水溶液中に存在していることが分かるのでしょうか？

水溶液のイオン

その水溶液が電気を通す物質を、**電解質(electrolyte)**と呼びます(3.4 章)。NaCl や Ca(OH)₂ などのイオン性化合物は色々な割合で水に溶け、イオンの水溶液になります。イオン性化合物はその溶液が電気を通すので、一般的に電解質です。

電解質は強弱に分類されます。塩化ナトリウムや多くの他のイオン性化合物は水に溶解し、そのイオンは離れるか、完全に解離します。溶解している NaCl は、全て溶液では Na⁺と Cl⁻イオンになります。イオンが溶液に高濃度あるので、溶液は電気の良い電導体です。水に完全に解離して、溶液が良く電導させる物質は**強電解質(strong electrolyte)**です。

溶けて低濃度のイオンを与える物質で、電気の電導性の低いものは**弱電解質(weak electrolyte)**です(Fig. 4.6)。例えば、酢酸—果実酢の重要な成分—が溶けると、数%の分子がイオン化してカチオンとアニオンを生成します。

Fig. 4.6 電解質をビーカーの水に溶解し、自由に動き回れるイオンにすると、電気回路が出来上がり、回路の電灯が輝きます(Fig. 3.14 と 3.15 参照)。(a) 純水は非電解質で、電灯はつきません。(b) 酢酸のような弱電解質では、溶解した分子の僅かがイオン化します。電灯は弱い光を放ち、弱い電流しか流れないことを示します。(c) 薄い K₂CrO₄ クロム酸カリウムは強電解質です。電灯は明るく輝き、全ての K₂CrO₄ がそのイオン K⁺と CrO₄²⁻に解離していることを示します。

水に溶けますがイオン化しない物質もあります。これらを**非電解質(nonelectrolyte)**と呼び、その溶液は電気を通しません(Fig. 4.6)。非電解質は一般に分子性化合物です；例には砂糖(C₁₂H₂₂O₁₁)、デンプン、エタノール(CH₃CH₂OH)、凍結防止剤(エチレングリコール、HOC₂H₄OH)があります。

練習問題 4.3 電解質

イオン性化合物の水への溶解度

食塩は容易に水に溶けます。このことから、全てのイオン性化合物が、この程度水に溶けるとは言えません。ほんの少ししか溶けないものも多いし、本質的に溶けないものもあります。幸いにも、どんな形のイオン性化合物が水溶性か、一般的に言えます。

Fig. 4.7 には、ある特定のイオン性化合物の、水への溶解性を予測する助けとなる、一組の幅広い指針が示されています。例えば、硝酸ナトリウム NaNO₃ はアルカリ金属カチオン Na⁺と硝酸アニオン NO₃⁻を含みます。Fig. 4.7 によれば、イオンのどれかが、その化合物の水への溶解性を保証します。更に、水に溶けるイオン性化合物は電解質なので、水溶液中での NaNO₃ は実際、分離したイオン Na⁺(aq)と NO₃⁻(aq)から出来ています。

Fig. 4.7 イオン性化合物の溶解性を予測する指針。化合物が上のチャートの左欄のイオンの一つを含んでいると、その化合物は少なくともある程度水に溶けると予想できます。いくつかの例外があり、それらは右の

欄に示してあります。余り溶けないイオン性化合物は下のチャートに挙げたアニオンを含みます。アルカリ金属と NH_4^+ を含むものは例外です。

他方、水酸化カルシウムはあまり水に溶けません。例えば、匙一杯の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を 100mL の水に入れると、 0°C で 0.185 g 又は 0.00250 モルしか溶けません。

固体の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を水に入れると、殆ど全てが固体のまま残っています。結末は不均一な混合物です(Fig. 4.8)。アルカリ金属カチオン以外ものを含む水酸化物ではこれが一般的です。

一般的なイオン性化合物の他の例は Fig. 4.8 に示されています。指針と Fig. 4.8 の例によって、イオン性化合物は Fig. 4.7 の上部に掲げられたイオンを少なくとも一種含むと、ある程度溶けると予想できます。

Fig. 4.8 Fig. 4.7 の溶解度指針のイラスト。ある種の例を除いて、 Cl^- と NO_3^- を含む化合物は水溶性です。僅かの水酸化物は水溶性ですが、多くは不溶です。終わりに、金属硫化物は殆ど常に不溶です、例えば $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ や Na_2S を除いて。

例題 4.2 溶解度指針

練習問題 4.4 イオン性化合物の溶解性