

化学結合 07 分子間力, 水素結合, 化学結合と結晶のまとめ

前回まで原子どうしの化学結合であるイオン結合, 共有結合 (配位結合を含む) および金属結合を学習してきました。いずれも価電子がその結合に深く関わっていましたネ。そしてそれらの結合によって生じるイオン結晶, 分子, 共有結合の結晶, 金属結晶の性質にもふれました。

今回は分子どうしの化学結合について学習します。

以前, チラッとふれましたように, 分子間の結合には**分子間力**と**水素結合**があります。どちらもその結合力は, 分子間の引力によるもので価電子が直接かかわるものではありません。では, もう少し詳しく学習してみましょう。

A. 分子間力 (ファンデルワールス力)

分子間力 : 主に分子間にはたらく非常に弱い静電気力で結びつく**化学結合**

分子量が大きい (サイズが大きい) 分子ほど強い分子間力をおよぼす。

分子どうしが分子間力 (ファンデルワールス力) で結びつき, 規則正しく配列した固体を**分子結晶**といいます。

分子結晶の例には, ドライアイス CO_2 , ヨウ素 I_2 , ナフタレン C_{10}H_8 などがあります。

補足 : **分子量が大きい (サイズが大きい) 分子ほど強い分子間力をおよぼす理由**

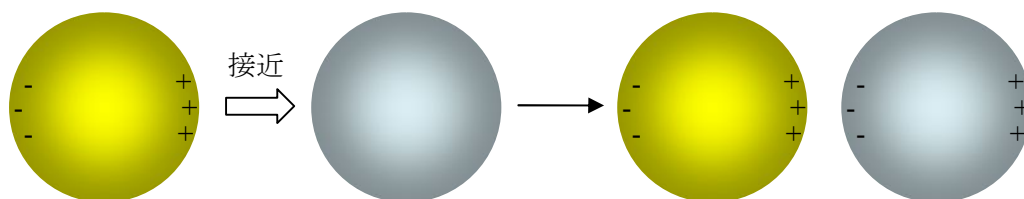
分子間力 (ファンデルワールス力) の原因となる効果には, 配向効果, 誘起効果, 分散効果の3つがあります。

配向効果

極性分子間では, 相互の位置の取り方で, 静電気的な引力が働いたり反発力が働いたりしますが, 平均すると引力の方が強いことがわかっています。これを配向効果といいます。

誘起効果

極性分子が他の分子に近づくと, その分子の分極が誘起され, 極性分子との間に静電気的な引力が生じます。たとえば, 極性分子の正電荷部分が他の分子に近づくと, その分子の近づかれた側の表面の電荷が負になり, 分子間に静電気的な引力がはたらきます。これを誘起効果といいます。



分散効果

無極性分子は電子が一様に分布し、
平均をとると電荷の片寄り（極性）がありません。
しかし、電子は原子核のまわりを常に猛スピードで乱雑に運動していて、
無極性分子と云えども瞬間的な電荷の片寄り（瞬間的分極）は常に生じています。
無極性分子どうしが接近しているとき、
一方の分子の接近する側の表面が瞬間的に+++になると、
それに面するもう一方の分子表面が瞬間的に---になり、
瞬間的な静電的引力がはたらきます。
この静電的引力に基づく分子間力を「分散力」といいます。
ファンデルワールス力の原因となるこれら3つの効果のうちで、
分散効果が最も大きい影響力をもっています。
したがって、
分散効果が大きい分子ほど分子間力（ファンデルワールス力）が大きいといえます。
分散効果が大きいためには、
分子表面の電子の数が多くかつそれらの電子が自由に動けることが必要です。
そのためには、電子が受ける原子核からの引力が小さいほどよいこととなります。
分子が大きいほど分子表面の電子は原子核から離れていますから、
それだけ分子表面の電子が自由に動けます。
また、大きい分子ほどその表面の電子の数も多いです。
分子の形はどうかといいますと、
分子の表面積が大きいほど分子どうしの接触面積も大きくなります。
よって、
分子量が大きく、その構造が平面型または直鎖型の分子間の分子間力は大きい。
ということになります。

B. 分子結晶の性質

分子結晶といえば、ドライアイス CO_2 をイメージしましょう。

- ・結晶はやわらかい。
- ・融点・沸点は低い。
- ・結晶は電気を通さない（不導体）。
- ・昇華（固体が直接気体になる、または逆の現象）しやすい結晶が多い。

ドライアイスは CO_2 分子が規則正しく配列した結晶です。

その結晶格子は面心立方格子の配列をとっています。

CO_2 分子どうしは弱い分子間力で結合しているので、

容易にその結合を切って単独の CO_2 （気体）になってしまいます。

これが昇華の大きな理由と考えられますネ。他の分子結晶についても同様です。

ナフタレンは衣服の防虫剤として使用されていますネ。

ナフタレンは昇華性物質ですから、液体を経ずに気体になり、防虫効果を発揮します。

液体を経て気体になるような衣服の防虫剤はありでしょうか？

なけなしの金をはたいて買った高い服が・・・。

C. 水素結合

以前に極性分子の学習をしましたネ。分子内で電荷の片寄りがあるってやつです。

水素結合は極性分子にはたらく、次のような化学結合です。

水素結合

電気陰性度の大きいフッ素 F、酸素 O、窒素 N などの水素化合物

たとえば HF 、 H_2O 、 NH_3 などの分子間にはたらく弱い静電気力による化学結合。

では、フッ化水素 HF 分子を例に説明します。

F は電気陰性度が最大の元素です。

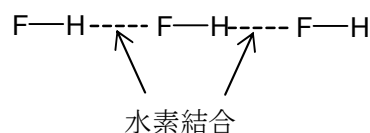
よって分子内では F 側が負、H 側が正の電荷を帯びた極性を示します。

そうすると、一方の FH 分子の F の非共有電子対ともう一方の FH 分子の H が静電的に引き合うこととなります。これが水素結合です。

水素結合は分子間力より（約 10 倍ほど）強い結合です。

HF 分子間には水素結合のほかに通常のもので分子間力もはたらいています。

ですから分子間力しかはたらかない無極性分子よりも強い結びつきをしています。



HF, H₂O, NH₃ など水素結合をもつ分子

分子間にはたらく力は分子間力と水素結合を合わせた力である。

よって、融点・沸点が無極性分子より高い。

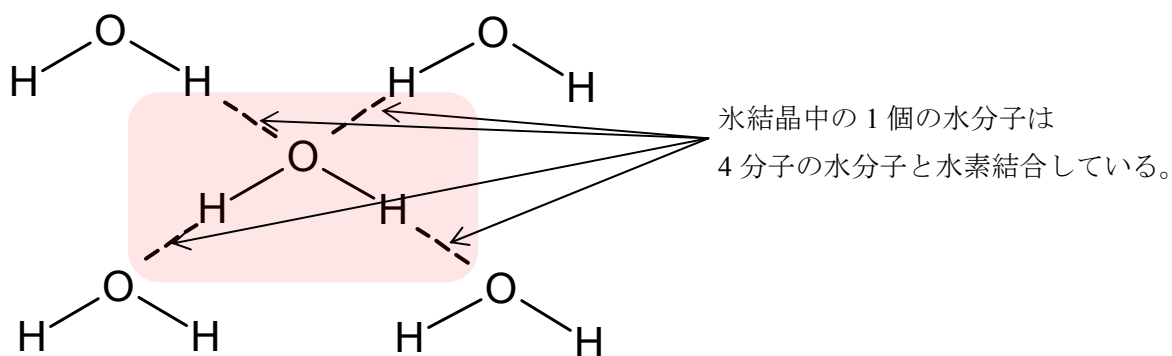
CH₄, CO₂ など無極性分子

分子間にはたらく力は分子間力のみである。

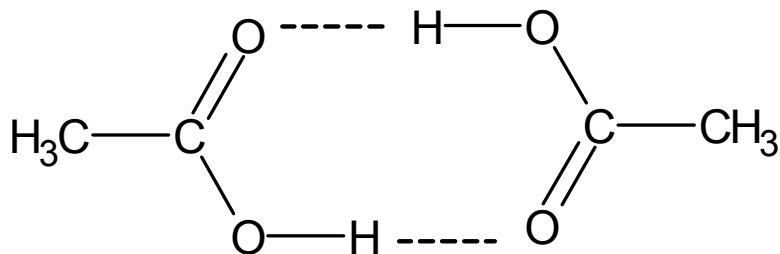
よって、融点・沸点が水素結合をもつ分子より低い。

氷と酢酸の水素結合

氷



酢酸 (2次試験の水素結合を描かせる問題では頻出です)



D. 化学結合の強さと結晶の性質

これまで学習してきた化学結合の強さのランキングおよび結晶の性質をまとめておきます。

化学結合の強さ

共有結合 > イオン結合 > 金属結合 > 水素結合 > 分子間力

硬い ←————— 【結晶の硬さ】 —————→ やわらかい
 高い ←————— 【融点・沸点】 —————→ 低い

結晶の種類	イオン結晶	共有結合の結晶	金属結晶	分子結晶
構成粒子	金属イオン 非金属イオン	非金属原子	金属イオン 電子	分子
化学結合	イオン結合	共有結合	金属結合	分子間力, 水素結合
結晶の硬さ	硬いがもろい	非常に硬い	いろいろ	やわらかい
融点・沸点	一般に高い	非常に高い	いろいろ	低い
通電性	結晶は通さないが, 液体や水溶液は通す。	通さない。 黒鉛は通す。	よく通す。	通さない。
その他の性質	/		金属光沢 展性・延性	昇華性物質がある。
主な結晶	NaCl, CaO	C, SiO ₂ , Si, SiC	Na, Fe, Cu など	CO ₂ , I ₂ , C ₁₀ H ₈
主な化学式	組成式	組成式	組成式	分子式

ことわり

本編はメルマガ高校化学の部屋 <http://www.geocities.co.jp/HeartLand-Poplar/8632/>

バックナンバー中の記載「このメルマガは、転載・複製自由です。」に甘え、
 内容を保ったまま、整理・加筆し、転載したものです。

大学理系入試問題・受験問題集を解いてみた <http://www.toitemita.sakura.ne.jp/>