

Q&A

ほとんどの液体は固体になると体積が小さくなるのに、水は大きくなるのはなぜですか？

固体を基準に考えると、なぜ水は融ける時に体積が縮むのか、と言いかえることができます。氷の結晶構造では、どの水分子にも4つの水分子がそばにあります。ある分子(原子)のすぐそばにある分子(原子)の数を配位数と呼びます。多くの物質は結晶化する時に、できるだけコンパクトな構造になろうとします。分子同士ができるだけ接触することで、相互作用エネルギーをそれだけかせげ、安定になれるからです。その結果、通常物質は、配位数が8の体心立方格子や、配位数が12の面心立方格子になります。水の場合は、分子と分子を結びつける力が、水素結合と呼ばれる、指向性の強い相互作用であるため、配位数が4よりも大きくなると逆に不安定になってしまいます。そのため、配位数4のWurtzite型(あるいはダイヤモンド型)になります。配位数が少ないということは、それだけ結晶にすきまがたくさんあるということです。氷が融解する時には、結晶構造が乱れ、すきまだった空間に水分子がはいってくるために、体積が縮みます。

なお、炭素やシリコン、ゲルマニウムなども、4配位を好み、ダイヤモンド型の結晶構造になります。そのため、水と同じように融解する時に体積が小さくなり、結晶が液体にうかびます。(おすすめの本はPhilip Ball, H₂O—水の伝記, ニュートンプレス)

生物は分子の集まりなのにどうして意思があるのですか？

難しい質問ですね。思いつく範囲で、2つの面から答えてみます。

1) まず、魚の群れや微生物の動きには、あたかも意思をもっているように見える瞬間があります。しかし、それらの動きの多くは、じつは(意思をもたない)コンピュータプログラムでうまく模倣すると、ごく短いプログラムで本物そっくりに再現することができます。人間の行動ですら、自分の意思に従って行動していると本人が信じていても、実は環境やなりゆきに支配されていることはよくあります。

2) どの生物も生きのびようとし、子孫を増やそうとします。この行動を、広い意味で、あらゆる生物が持つ「意思」と言うこともできるかと思えます。生物が進化をし続けてこられたのは、それぞれの生物が、生存競争を続けてきたからです。ところで、無秩序な素材から、秩序のある形を量産する、あるいは自分と同じ形のものを増やす、という点では、水が凍るプロセスもよく似ています。しかし、生物の自己複製には、無生物の結晶化にはない、「どんなに厳しい環境であっても、それに打ち勝って自らのコピーを増やそうとする意思」があるように見えます。なぜ、もともとは無生物だったものが、そのような能力を獲得して生物になったのかは謎です。ですので、質問の答えにはなっていないのですが、もし、人工的に作ったもの(現実の物質でも、プログラムでも)に、そのような能力を付与することができれば、それは自発的に生存競争をはじめ、進化しはじめて、人間はついに生物を創造したと言えるでしょう。(ただし、生物が子孫を増やそうとしているように見えるのも、1と同じく観察者の思いこみで、実は全く別の仕掛けがあるのかもしれない。)(おすすめの本は George Williams, 生物はなぜ進化するのか, 草思社)