

大きな数／小さな数（2）

檜野台 本間

先月につづいて、科学に出てくる大きな数と小さな数について考える。

高校で化学を勉強すると、アボガドロ数という数を教わる。私たちの周りにある物質は人体も含めて、分子からできている。この分子やそれを構成している原子はとても小さくて、いっぱい集まらなくてはそれとして感知できない。例えばコップ一杯の水、180ccで180gになるが、10モルという量になる。1モルの分子や原子の数を、アボガドロ数と呼んで、 6×10^{23} なので、コップ一杯の水は大体 6×10^{24} 個の水分子からできている。

ところで、私たちの周りで起こる現象は、良く知っているように進む方向が決まっているものが多い。例えば、20℃の水と80℃のお湯を等量混ぜると大体50℃くらいのお湯になるが、50℃のお湯を用意していくら待っていても、その一部が20℃、他の一部が80℃になるということは起こらない。このような過程を、不可逆過程といって、そこらじゅうで見られる。ある現象を録画して、逆戻しをした動画を見たときに、「それは起こりえないでしょう」と思える過程である。

水もお湯も同じ水分子からできている。20℃の水では、水分子の動きは少し穏やかで、80℃では水分子は少し激しい動きをしている。これを混ぜたときには、その分子の間にエネルギーのやり取りがおこって、ちょうど中くらいの動きの分子の集まりに変化している。それが50℃くらいということだ。一つ一つの水分子の間でエネルギーがやり取りされる過程は、それを動画にとって逆回しをしたときに見られる過程と、普通に再生したときの過程が区別できないことがわかっている。つまり、可逆的なのだ。では、なぜ20℃と80℃が混ざった時に50℃になって、50℃のお湯から20℃と80℃の水とお湯ができないのかというと、水がとても多数の分子からできているためだと考えられる。

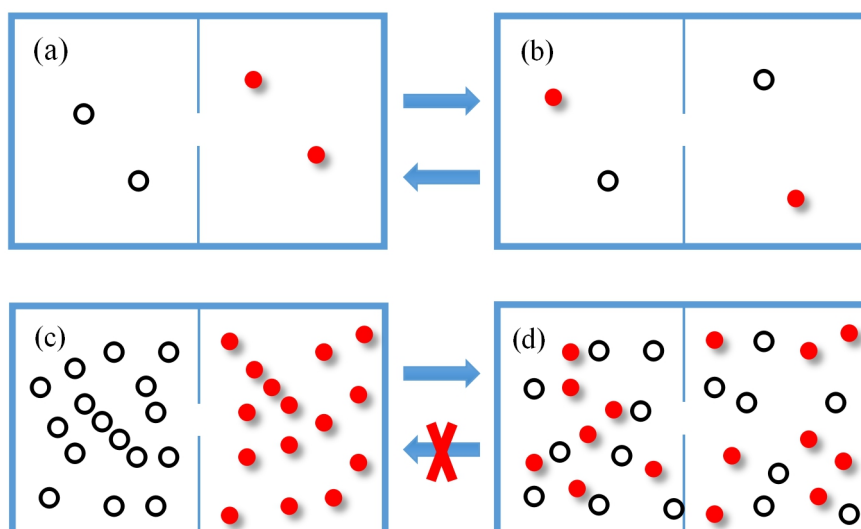
下の図は、同じような不可逆過程である、二つの気体が混ざる様子をモデル化したものである。窒素と酸素のような気体でも、水とアルコールのような液体でも、二つの気体・液体は混ざってしまっ、勝手に元の二つに分かれることはない。

いま、穴でつながっている二つの部屋に、白と赤の球（分子）が入っている（a）。分子は自由に動き回ることができるので、やがて（b）に示すように、白と赤の球は混ざりあう。白と赤はそれぞれ2個ずつしかないので、しばらく待っているとはじめのように、左に白、

右に赤になることも起こりうることは想像できるだろう。つまり、元に戻ることができる。これが、（c）

（d）のように、15個ずつだったらどうだろう。はじめ、左は全部白、右は全部赤にそろえてある。時間がたつと混ざり合ってきて、

（d）のようになるだろう。しかし、今度は、時間がたっても（c）のようにはなかなかならないことは想像で



きるだろう。つまり、確率としてはありうるが、その確率は低い。15 個くらいでは確率は 0 ではないので、(d)→(c)はいつか起こるかもしれないが、球（分子）の数が 100 個だったらどうだろう。ちょっと計算してみると、確率的にとっても起こらないことが結論できる。私たちの目にしている水などは、アボガドロ数個位の水分子からできているので、混ざる方向は起こるけれども、混ざっていたものが元のように分離することは「絶対に」起こらないといえる。

物質を分子から考えると、不可逆過程もそれほど難しくなく理解できると思う。しかし、不可逆過程はまだ分子の概念が確立するかなり前、19 世紀の初めには確立された。その考え方によって蒸気機関などの発達に利用されてきたということは、むしろ驚くべきことかもしれない。