

## え？ファンデルワールス力なんですか？

「それは、おそらくファンデルワールス力ではないでしょう。理由は第一に...。」先日、お電話でのある問い合わせにそう答えてしまいました。ファンデルワールスというのは、19世紀後半に活躍したオランダの科学者の名前で、彼は1910年にノーベル物理学賞を受賞しています（写真1）。

高校時代、 $PV=nRT$ という公式を覚えた記憶はありませんか？理想気体の状態方程式です。しかし、実際の気体はこの式から少しずれていて、 $P \rightarrow P+a/V^2$ 、 $V \rightarrow V-b$ と置き換え、原子・分子の種類に応じて適当に $a$ 、 $b$ を選ぶと実際によく合うことをファンデルワールスは発見します。

原子や分子は点ではなく大きさを持つため、自由に動きまわれる空間（体積）が減ります。 $b$ は分子の大きさそのものでした。では、 $a$ は何を意味するのでしょうか？ $a$ は分子同士が引き合うことを表していて、この力がまさにファンデルワールス力でした。

固体は、原子・分子が凝集してできています。それらの間に力が働かなければ、原子・分子はバラバラになってしまうでしょう。その糊の役目は電子が大きく寄与します。原子は、自分の電子と隣の電子を一部共有することでくっつくものもあれば、相手から電子を奪い、イオンとなって正負のクーロン力で引き合うものもあれば、お互いにいくつかの電子を出し合い、電子の海の中で安定するものもあります。それぞれ共有結合、イオン結合、金属結合と言われ、比較的強い結合です。

水分子 $H_2O$ は、原子が一直線上に並んでいないため電荷分布が偏り、いわゆる電気双極子になっています。このような分子を極性分子と呼びます。極性分子どうしは電氣的に引き合いますが、その力の大きさは、正負のイオン同士が引き合う力に比べれば小さなものになります。つまり、氷の結びつき方は塩より弱いということになります。双極子の間に働く力は弱いだけでなく、クーロン力が遠くまで及ぶのに対し、到達距離も短くなります。

分子間力は、他にも様々な機構で発生し、無極性分子であっても量子論的な効果で一時的に双極子ができ引き合うロンドン分散

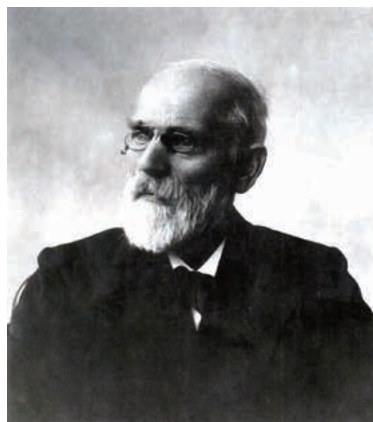


写真1. ファンデルワールス  
(出典: Wikipedia/Johannes  
Diderik van der Waals)

力（ロンドンも人の名前）などが知られていて、ファンデルワールス力はそのような弱い分子間の力だとされています。

### ヤモリの指

話を元に戻すと、質問は、「ヤモリが壁を這ったり、天井にくっついているのはファンデルワールス力ですか？」というものでした。電子がほんのわずかしが動かないファンデルワールス力は、弱い力です。それで冒頭のような答えとなった訳です。

さて、ヤモリは相手がツルツルでこぼこでも、濡れていようと乾いていようと汚れていようとお構いなしに壁や天井を移動できるのだそうです。ヤモリがどのようにしてくっついているかは、多くの学者の関心を集めてきました。しかし、レンズでヤモリの指先を眺めてもの鱗のような構造が見えるだけでよくわかりませんでした。そしてついに電子顕微鏡でヤモリの指先を調べる人まで現れました。

ヤモリの指先部分には、ヒトの毛髪より桁違いに細いたくさんの毛が密集していました。写真2の本によると片足で50万本もあるそうです。さらに枝毛のように1本の毛の先端が100本から1000本のさらに細い毛に分かれていて、その先端がスパチュラ構造と呼ばれるスプーン状になっていたのだそうです。

このスパチュラが相手側の面と接触することファンデルワールス力が働き、ヤモリはくっつくことができるのだそうです。ヤモリはこのような接触点を10億個も持っているが、

そのうちの4万個程度が接触していれば、体重を支えるのに十分なのだそうです。

何か吸盤のような機構でくっついているのでないかと想像したのですが、どうやらくっつく力はファンデルワールス力だったようです。さらにヤモリの研究からこのような機構でくっつく粘着テープも開発が進められているということを知りませんでした。けっこう有名な話だったようです。

この話をあるMLに出すと、それはファンデルワールス力でしょう。それ以外に何か考えられますか？と言われてしまいました（そう考えるのが常識らしい。トホホ）。また別のところで、昔、左甚五郎が2つの木にカンナをかけて押し付けたらくっついて離れなかったという噺があるが、あれもファンデルワールス力かなあ、など冗談半分で話された先生もいらっしゃいました。弱い力だと思っていた分子間力（ファンデルワールス力）って、すごいんですね。



写真2. ピーター・フォブス  
「ヤモリの指」(早川書房)