

## Q&A

### ニュートリノが光よりも速いことはありえるのか？

2011年9月23日に、CERNでの実験でそのような結果が得られたというニュースがありましたね。最近の実験(K2K実験)では、ニュートリノは質量を持つらしいと言われています。一方、質量を持つ物体は光速度には到達できないはずなのに、超新星爆発の観測(小柴先生の業績)で、光とニュートリノがほぼ同時に到着しました。これらは、ニュートリノに、未知の性質が隠れていてもおかしくないと思わせる観測結果です。専門家の意見を待ちましょう。(つい最近、GPSの時刻の誤差ではないかという論文が投稿されました <http://arxiv.org/abs/1110.2685>)

### 無極性溶媒に無極性物質が溶けるのはなぜ？

極性がある、ということは、分子の中に電荷の偏りがあって、やや正の電気をおびている部分と、やや負の電気をおびている部分があるということです。無極性とは、そのような電荷の偏りがほとんどないということです。クーロン相互作用は非常に強いので、電荷があれば、強い力で分子同士がひきあいます。(水素結合はその一例)一方、無極性な分子の間には、ファンデルワールス力という弱い引力だけが働きます。ファンデルワールス力は弱いのですが、水素結合などと違い、どんな方向で分子が近付いても原理的に反発力にはならないので、分子の表面積に比例して強くなると考えられます。そんなわけで、弱いファンデルワールスでしか相互作用しない炭化水素類も、十分鎖が長く表面積が大きくなれば、大きな引力が生じて、常温でも液体になり、他の無極性物質を溶かすことができます。

### 分子はどうやってできるのですか？

原子同士をつなぐ力を「結合」と呼びますが、共有結合と呼ばれる結合でつながれた原子の集まりを分子と呼ぶのが一般的なようです。共有結合については、講義でも説明しますが、例え話として、水素分子 $H_2$ を考えます。原子核2つの周りを電子が周回する状態(つまり2つの原子核が1つの電子を「共有」する状態)が、共有結合です。核一つの周囲を周回するよりも、核2つのほうが、電子がとじこめられる空間が大きくなりますよね。太鼓にたとえば、それは鼓面が大きくなることに対応します。膜が大きいほど、基底状態の振動数は少なくなり、より低いエネルギー状態になることができます。つまり、電子にとって、結合状態のほうが安定なので、水素原子は自発的に結合を作り、水素分子になります。(ただし、電子の総数も倍増するので、単純にエネルギーが低くなるばかりではありません。例えば、水素原子3つを束ねた $H_3$ 分子は不安定です。)

### 4次元って何？

例えば、地形を地図に書く時には、2次元の紙に描かざるをえないので、高さの情報は等高線で表現しますよね？これは3次元のもの(地形)を、2次元で表現する例です。鉄板の一端をバーナーであたためた時の、鉄板上の温度分布も同じように2次元の等高線で表せます

が、もとの情報は2次元の空間座標+温度1次元で3次元情報です。では、もう一つ上の次元の例として、岩の一箇所をバーナーで加熱した時の、岩の中の温度分布を考えてみます。バーナーであぶられている場所は最も温度が高く、遠くなるにしたがって温度が下がるので、もし同じ温度の面(等温面)を岩のなかに描くことができたなら、それはタマネギのような姿になるでしょう。この面は、空間の3次元+温度1次元の、4次元の情報を、3次元空間で表現する例といえます。4次元といっても、オカルトのような話ではなく、3次元空間に、もう一つ属性(温度、高度、密度など)が追加されたと考えればよいのです。

### 動物はなぜある程度以上高い音が聴こえないのですか？

音源から空気をつたってきた音を集音装置(みみたぶ～鼓膜～耳小骨)が内耳の蝸牛(かたつむりみたいな形をしているのでそう呼ぶ)に伝え、蝸牛内のセンサーが振動を感知して神経に伝え、脳がそれを音と認識すると、音が聴こえます。聴こえないのは、この伝達経路のどこかで信号が届かなくなるか、脳がその音を認識できないかです。まず、音の場合も、振動数が高いほどエネルギーが高くなります。楽器などで音を出す時にも、高音ほどエネルギーが必要になるので、そもそも高音の大きな音が発振されることが少ないこと、また空気中を伝搬する時にも高い音ほど減衰が速く、障害物で妨害されやすいので、耳にとどく前に小さな音になって聞きとりにくいということがあります。それとは別に、ある周波数以上の音は、どんなに音量を大きくしても聞きとることができません。これは、おそらく蝸牛のしくみにあるのではないかと想像します。蝸牛がらせん形になっているのは、空間の広さを奥にいくほど狭くすることによって、異なる振動数の音を、異なる場所で共鳴させるためではないかと思えます。音の分光器(プリズム)みたいなものです。そして、振動センサーをらせんにそって並べれば、どんな振動数の音が来たのかを聞きわけることができるわけです。しかし、狭い空間といっても限りがありますから、蝸牛最深部の定常波の振動数よりも高い音は、聞きとれないのではないのでしょうか。とここまで想像で書いてから、Wikipediaを見たら、違いました。蝸牛が分光器と考えたのは正しかったのですが、蝸牛の中の液体による音の減衰を使って、音を分けているようで、高音ほど入口に近いところで感知されるがすぐに減衰して蝸牛の奥までは届かない一方、低音は蝸牛の奥まで届くようです。いずれにせよ、センサーの範囲は有限なので、その範囲を越えた振動は聴こえない、ということになります。