

最終章 踊るアトム

ファインマン物理学 第1章より

・原子仮説

この世の終わりが来て、科学知識の中からたった一つの文章だけ、後世に残すことができるとしたら．．．

「すべてのものはアトム（原子） - 永久に動きまわっている小さな粒で、近い距離では互いに引き合うが、あまり近付くと互いに反発する - からできている」

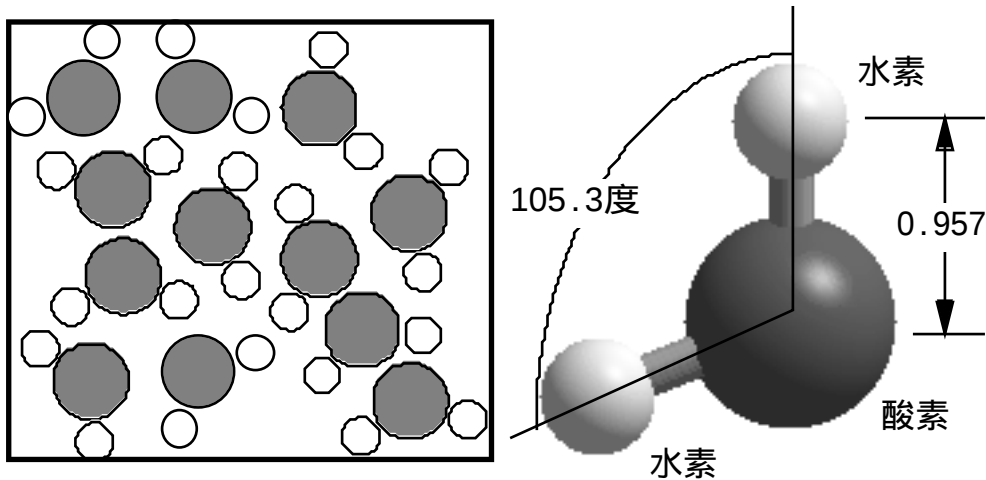
・物質の三態

a) 水滴を拡大する

2000倍に拡大 => 水は滑らか、ゾウリムシが見える

一億倍に拡大 => 粒がゴチャゴチャと動きまわる

粒 => 水の分子



水の分子 => ブルブル振るえている

*) 水分子（粒）同志は引き合って ” くっついている ”

=> 初詣にごったがえす人混み

水の流れる現象 => 人混みの流れ

b) 水滴を加熱・冷却する

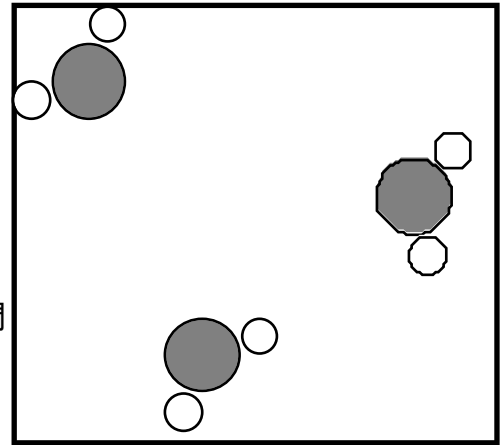
” 水滴を火であぶる ”

= > 水分子のゴチャゴチャ・ブルブル運動が激しくなる

ゴチャゴチャ・ブルブル運動 = ” 熱 ”

*) ” くっついていて ” 分子は互いに飛び散って空間を自由に飛び回る (水蒸気)

温度 (運動の激しさ) = > 圧力・体積



” 水滴を冷凍庫で冷やす ”

= > ゴチャゴチャ・ブルブル運動は弱まる

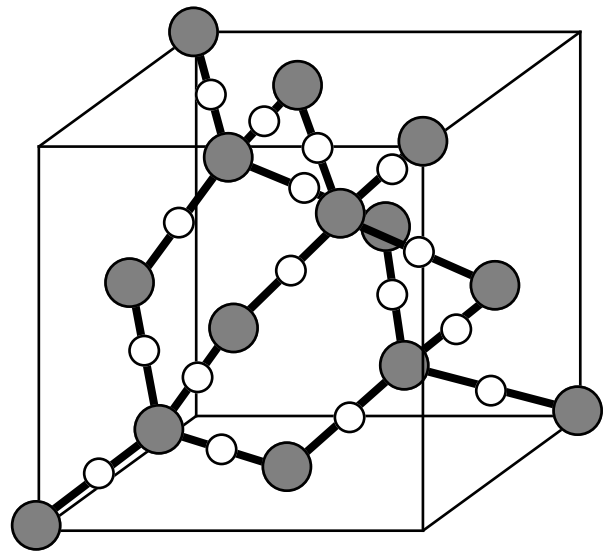
分子同志が堅く手をむすび、整列する

小さく振るえるだけになる

分子の並び = > 結晶

*) 氷の結晶模様には穴があいている

= > 水が凍ると体積が増える
(水に特異な性質)



・ 原子的現象

a) 水の蒸発

” コップの水を放置する ”

水分子の動き

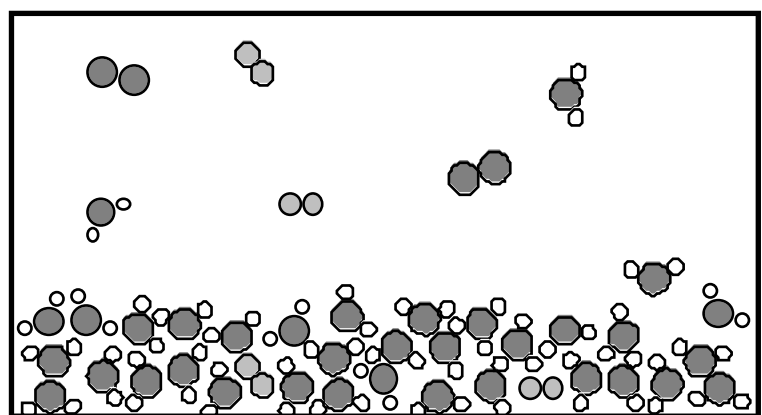
水面 ? 空気

空気 ? 水面

*) 全体として

” 水面 ? 空気 ”

= > ” 水は蒸発 ”



 酸素分子  窒素分子  水分子

考察) 効率よく蒸発させるにはどうすればよいか?

b) 食塩を水に溶かす

水分子の水素側

= > 塩素イオンにつく

水分子の酸素側

= > ナトリウムイオンにつく

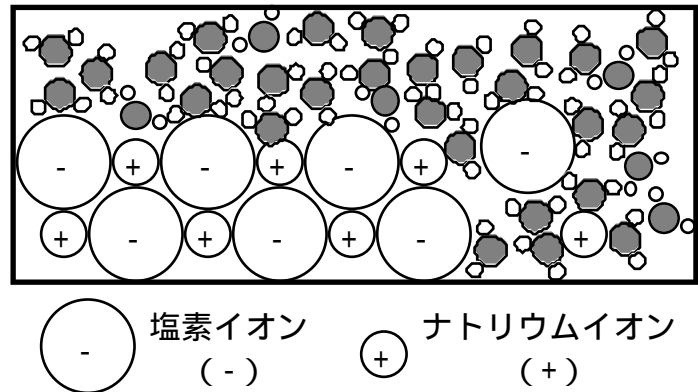
イオンの動き

結晶面 ? 水

水 ? 結晶面

全体として

” 結晶面 ? 水 ” = > ” 食塩は溶ける ”



・ 化学反応

” 炭素を燃やす ”

原子同志の結びつき

酸素-酸素

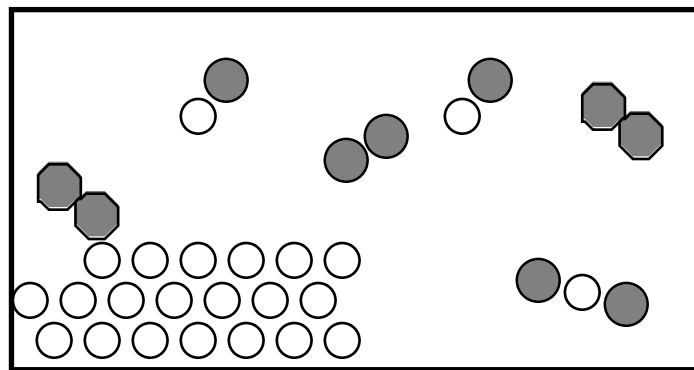
炭素-炭素

酸素-炭素

” 酸素-炭素 ” が最も強い

ペアの乗り換え

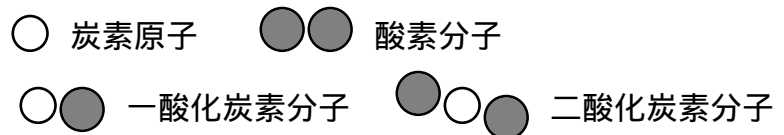
= > ” 化学反応 ”



*) 酸素分子と炭素

= > 一酸化炭素

一酸化炭素と酸素分子 = > 二酸化炭素 (これらの反応で熱や光が発生)



*) 化学反応 = > 様々な分子

分子構造 (原子の種類や全体の形) = > 様々な機能

・ 原子 (分子) の実在

ブラウン運動 (1827年 ブラウン)

水に浮かせた花粉の粒子 = > 断続的に運動

*) 花粉が水分子の体当たりを受けて運動すると解釈できる

・生物現象と原子仮説

ここ数十年間で出てきた最も重要な考え方

” 生物がするあらゆることは原子が行っている ”

= > 物理法則に従って行動している

考察) 物理法則をすべて知れば、
生物現象は全て理解できるか？

物理法則の組み合わせ方

力学方程式が厳密に解けない

(一つ、二つ、いっぱい)

= > カオス

(法則の中に予測不可能性を内包
している)

不確定性原理 (1927年 ハイゼンベルク) の存在

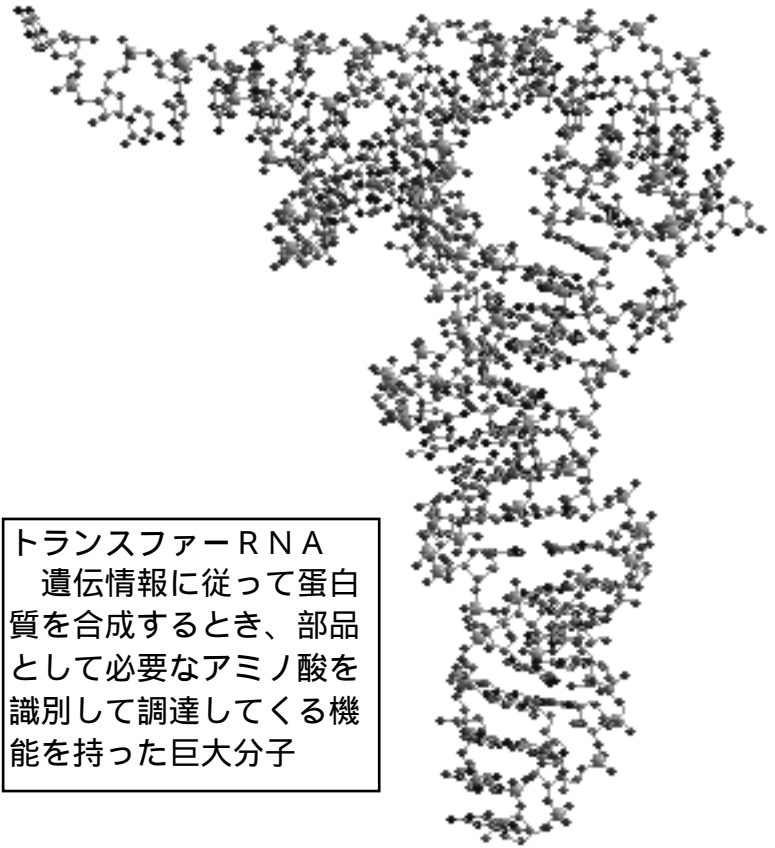
*) 不確定性原理

究極的には、全ての物理量を厳密
に決めることはできない

= > ” 究極的には不可知 ”

” それでも原子は踊っている ! ”

トランスファーRNA
遺伝情報に従って蛋白質を合成するとき、部品として必要なアミノ酸を識別して調達してくる機能を持った巨大分子



学年末問題

ある古生代の午後、雷雨があつて、雨滴が1粒、平らな泥層に落ちてそこに痕を残した。それが化石となったものを、地質の学生が後になって掘り出した。暑くて喉の渇いていたその学生は水筒の水をグイと飲んだ後、ふと、この大昔の雨粒の水の分子をいまいくつ飲んだことになるだろうかと考えた。諸君が知っていることだけを使って、この分子の数を求め給え。(必要なことで諸君の知らないものについては適当に仮定し給え。)

提出期限 . . . なし

参考文献

ファインマン物理学 (力学)、ファインマン、レイトン、サンズ、
坪井忠治訳、岩波書店