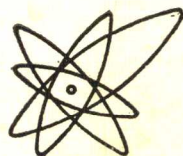


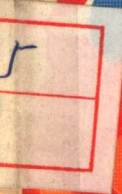
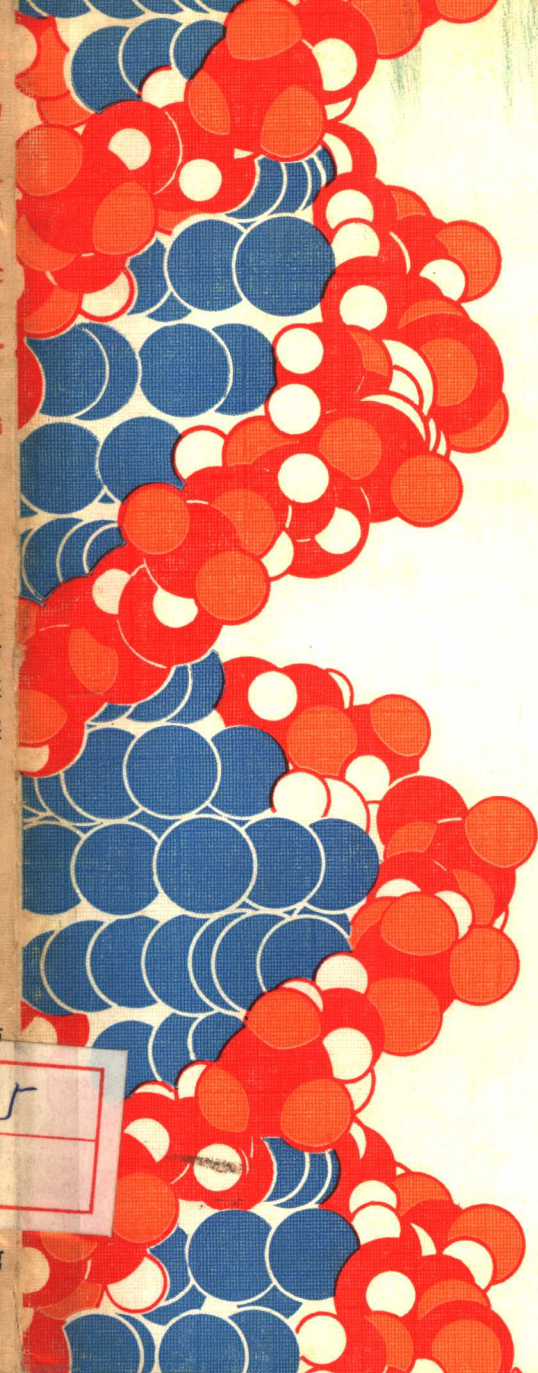
210

物質是什麼

(日) 水島三一郎著
王怡霖譯



科學知識叢書



科學知識叢書

物質是什麼

(日)水島三一郎著

王 怡 霖 譯

商務印書館

內 容 提 要

本書副題《由原子到微生物》，根據原子論，以物質構造為中心，通俗地解說了各種物理和化學的現象。從原子到生命；從理論到實踐；從古至今，通過與我們日常生活有密切關係的廣泛現象加以論述。另對生物學如何改變現在的物理學和化學的現代探索性尖端問題亦有所述及。此書為青年學生和一般科技工作者提供了一部很好的參考書。

物 質 是 什 麼

(日)水島三一郎著

王 怡 霖 譯

出版者 商務印書館香港分館

香港皇后大道中三十五號

印刷者 商務印書館香港印刷廠

香港九龍炮仗街七十五號

* 版權所有 *

1977年11月初版

譯 者 序

本書根據原子論，平易地解釋了各種物理和化學上的現象。並把它們和我們的日常生活密切地連系起來，使理論和實踐結合在一起，便於理解，也便於記憶，不枯燥，且有趣味。

以物質構造為中心，從原子到生命；從理論的研究到工業上的應用；從古至今，使讀者能有一個統一的認識，和了解近代科學發展的足跡。對青年學生和一般科技工作者來說，這是一部很好的參考書。

王怡霖於香港

目 錄

譯者序.....	1
物質是什麼——從原子到微生物.....	1
序 言.....	1
第一章 極微世界的招待	4
一、序 言.....	4
二、形成物質的東西.....	5
三、追求分子的運動.....	8
四、數一數分子的數目.....	11
五、原子的足音可以聽到.....	15
六、油的薄膜與金箔的厚度.....	17
七、百多種原子可造萬物.....	18
第二章 原 子	20
八、新煉金術——原子也被破壞了.....	20
九、形成原子的東西.....	24
一〇、電的單位——電子.....	25
一一、原子核——十萬噸的砂粒.....	27
一二、同位體、原子並非獨生子.....	28
一三、重新考慮過的原子量.....	30
一四、決定原子的順序	
——原子自持的秩序：週期律	32
第三章 由原子到分子	38

一五、結合成原子的力量	38
一六、作用在分子間的力量	
——方德瓦爾斯力與氫鍵結合	41
一七、分子構造的研究是怎樣開始的	43
第四章 爲了要發現看不到的東西	49
一八、原子的排列方法——X線	49
一九、X線(X光)衍射的原理	
——自由分子的X線衍射	53
二〇、電子的兩面——電子線衍射	56
二一、電子顯微鏡的功績	59
二二、電場中分子的行動——誘電率	62
二三、強電質的秘密	66
二四、電波的分散——誘電加熱	68
二五、分子的旋轉	70
二六、分子與結晶的振動和紅外線的利用	71
二七、喇曼散亂與中子散亂	74
第五章 分子與結晶肖像的描繪	78
二八、原子的手臂有多長	78
二九、分子的幾何學——旋轉異性	80
三〇、蒸氣、水和冰	
——狀態的變化(氣體、液體、固體)	84
三一、金屬何以稱之爲金屬	88
三二、電怎樣傳導	90
三三、高分子的內部迴轉	92
第六章 生活周圍的物理化學	
——以高分子物質爲中心	95
三四、橡膠爲什麼能伸縮——高彈性的理論	95

三五、纖維和澱粉的科學·····	98
三六、電木 (Bakelite) —— 高分子的祖先 ·····	101
三七、合成高分子和金屬·····	102
三八、石棉和雲母——無機物的高分子·····	105
三九、水晶與玻璃·····	107
四〇、玻璃和金屬的強度·····	109
第七章 生物與非生物的境界 ·····	111
四一、蛋白質是什麼·····	111
四二、絲和羊毛的本質·····	113
四三、免疫的機密·····	118
四四、生物與非生物的境界——濾過性病毒菌·····	120
四五、自然界中原子的循環·····	123
第八章 物質與能 ·····	127
四六、原子能的利用·····	127
四七、人工放射能和宇宙線·····	131
四八、太陽能的真像·····	134
四九、宇宙年齡的推測·····	137
五〇、質量和能·····	139
第九章 牛頓的蘋果仍然在降落着 ·····	143
五一、移植到日本去的牛頓蘋果·····	143
五二、“空間”不是“空虛”·····	146
五三、另一種化學理論·····	148
五四、“自然是飛躍的”——量子論的誕生·····	151
五五、過渡期的原子論·····	154
五六、量子力學的成立·····	157
五七、甲烷騷動始末記·····	161
五八、研究之道·····	166

物質是什麼——從原子到微生物

序 言

現在我們回想起差不多一百年前，對於提高社會的物質生活最有貢獻的，與其說是自然科學家，不如說是發明家。他們對於科學的理論體系，不一定有系統的理解，只憑其片斷的知識，用直覺連系起來，如此發明了一些優秀的技術。在現代，也有這一類的人，他們有着極其充分的存在意義。但是，單憑這些便以為可以解決問題的時代，已將被拋棄。就是說，今後為了技術革新，自然科學家和發明家，應該是理論與實踐相結合的新時代的新人。

這是從物質生活方面來看。但由更本質的方面而論，由於各人的世界觀的不同而產生所有各方面的活動，自然科學的因素從來沒有像現代如此之多。自然科學的方法論，已不僅僅適用於科學家，而且已自然的使用於人們的一般社會工作，和日常生活之中，問題只是有沒有正確的理解，和善於使用與否的差別。

反過來說，自然科學也不能夠孤立發展的。如果沒有社會上所有的人們，通過多種形式的積極關心，其真正的發展也是不可思議的。社會對於自然科學的反應，正是促進科學

發展的原動力中的一部分，而且起着相當重要的作用。

無論從上述哪一方面來看，綜合地解說自然科學的思考方法，都是很重要的。目前，抽象地解說自然科學的書籍很多，這些如果不具有某種程度的哲學知識，是相當難於理解的。此外，只是對於科學的一個斷面，作簡易解說的書也很多。但範圍廣的、有系統的、而且是用大眾的語言來平易解說的書却很少。

本書正如副題“由原子到微生物”那樣，用廣泛的現象，通過物質觀這一系統來解說，使讀者對自然科學有親身的感受。因此表現上力求平易，但對於現代尖端的問題也有所述及，很少部分的寫法是概略了一些。這是要預先交代一下的。還有，在我長期的研究生活中，由於某種個人的關係，常有很多以研究者的側面出現，這也是為了使讀者對於科學有親近感，多少描寫了一些人與人之間的關係，且怎樣反映到他的研究上。在本文中有稱博士、稱君、稱先生，稱呼不同也是由於表達這種感情而來的。（譯者注：在日本，學者之間對外國的學者或自己所尊敬的人多以其學銜稱呼；對平輩或弟子、親近者，以君稱呼；對長輩或自己的老師以先生稱呼。）

上面我所說的那些，為了使讀者有更深刻地理解，我再以另一種說法，簡單地重復一下：我的意圖不是想把自然科學的成果，一個個地羅列出來。譬如講建築，不是說這裏建築了怎樣雄偉的大樓，怎樣豪華的住宅。當然為了說得更具體，結論是要提到的，但重要的是，談談自然科學是具有怎樣的思考方法的學問，這種思考方法起了哪些變化，想由其發展過程的內側，將它們描寫出來。

最後應該感謝市島勳博士，他不但給予本書許多適切的助言，且曾頗費校正之勞；同時，本書出版之際，田代榮之輔代多方協助，並致謝忱。

第一章 極微世界的招待

一、序言

這本書如有高中或大學預科畢業的學力，便應該可以看得懂。但它又不是教科書，因為它對這個程度的教科書上，尚未進行解說的較高程度的問題也有所提及，而且不是像教科書那樣寫的方方正正的。

因此，這本書是想使有化學理論知識之外的人，也能讀得津津有味。其實我所期望的不只是津津有味，而是希望用各人不同的專業分野的知識，與本書所提出的某種問題結合起來，產生新的東西。因為，科學理論的改革，技術的革新，很多往往都是產生於毫不相干的兩種事物的結合。譬如量子學的發生，可以說是由於所謂一向被認為是全不相干的兩件事，“波”和“粒子”相結合而產生的。

剛才使用了“化學理論”這句術語，似乎不太恰當，應該說成物理學及化學的理論可能更好一些。在這兩個分野之間，分明地劃了一條界限，這已是三十年以前的事了，在今日這兩個分野已渾然成為一體。這本書的主題“原子”這個術語，是物理學者、化學者，自古便使用着的。但是，在三、四十年之前，這兩個分野裏，所使用的這個術語的內容，却

完全不同。物理學者主要是依據適合說明光學實驗結果的原子模型而考慮的，而化學者則是依據適合於說明化合力（原子價）的模型而考慮的。由當時的理論來考慮，這兩個模型好像全無關係。但自一九二〇年量子力學誕生的結果，對認為全無關係似的這兩個想法，融合出新的言語。於是物理學和化學，不再是兩個分野了，而是如前所述，似乎變成渾然一體的精密的自然科學。從這個角度平易地來說明我們日常生活的經驗，或技術上的基本問題，是本書的目的。

如能允許我多說一點更貪心不足的話，那末，本書還有一個目的。看看現在已經成為一體的物理學、化學與生物學的關係，好像三、四十年前物理學與化學的關係一樣。在其間劃着一條清楚的境界線，待此線崩潰的時候，正如上面所說物理學和化學的融合一樣，可以期待到另一次自然科學的革新。因此，物理學家、化學家研究生物學的時候，引起了一部分人的誤解，以為是想用現在的物理學和化學來說明生物學，但事實上不是這樣，而是為了說明生物學要怎樣改變現在的物理學和化學，探索着解決這一問題的線索。（譯者注：人的認識總是由片面而進展到全面、由局部而發展到整體的。）因此這也特別多少觸及了一些與生物學的境界領域有關的問題。副題為“從原子到微生物”也正是這個緣故。這好像說過火了一些，但這點小小的意圖，若能成為美夢正多的青年們的任何契機，則是望外之喜了。

二、形成物質的東西

遍觀自然界的現象，所有的東西都在隨着時間而變化，這

是“萬物流轉”的一種思考方法。但物質的變化是表面的，其背後尚有不變的本質，這種想法在古希臘時代已經存在了。自然科學的原子論，便是這種想法的產物。

英語也好，德語也好，都稱原子為 Atom，這是來源於希臘語。“A”是否定的意思，“Tom”是分開的意思，Atom 就是不可分開的意思，就是表達把物質分開時，分到不能再分的極限的語辭。

譬如，現在拿一合（一八〇立方厘米）的水把它分為二半，水還是水；再將其一半二等分，即分為最初的四分之一，看看還是一樣。但這個操作不能無限地繼續下去，大約這個折半操作繼續八十回以後，便會達到所謂水這一物質的性質，不能再分的界限（如圖 1）。

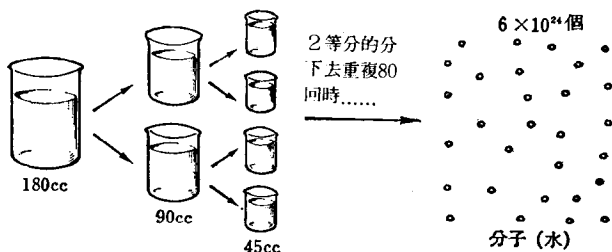


圖 1 一杯水分下去

那末，這就是原子嗎？不，還沒有到達原子的界限，這只是達到了分子的階段。是的，也有這樣一個時代，一時把它當作原子。如果是這樣，原子的種類應該有物質的種類那麼多了，但是，後面會講到，我們知道的原子種類也不過百餘種。

分子如果不惜改變物質的性質的話，是仍可以分開的。譬如一粒水的分子，又可以分成與水性質完全不同的三個粒子。這就是原子。顯然，物質種類增加了，分子的種類當然隨之增加，即由其再分而成的原子種類，想想好像應該更多一些。但事實却相反，由不同的分子分出來的原子，有很多是相同的，到現在我們所發現的原子的種類，如前所述不過一百多種。例如造成水分子的三個原子之中，有兩個是相同的氫原子，一個是氧原子，這些原子，在我們日常接觸的物質中，分佈很廣。如果在這兩個原子之中，再加上一個造成碳的碳原子，便會形成其種類數不清的有機化合物。在這裏提及了氫原子、氧原子這些名詞，那末吹氫氣球用的氫氣，是由氫的分子還是氫的原子形成的呢？

答案應該是氫的分子才對。因為把氫氣分為兩份，將其一半再分兩份，一直分下去，最終階段還是分子。換句話說，我們所知道的氫氣的性質，正是分子集合體的性質。如前所述，如果可以犧牲這個性質，分子尚可以分成為更小單位的原子。這時候可以分成兩個等大的粒，這便是氫的原子。原子集合體氫的性質，與普通的氫氣的性質完全不同。作出純粹氫原子的狀態是很困難的，它要在與普通的氫氣混合存在的狀態下，經過高溫處理，在實驗室中收集。實際上嚴格地說，在常溫下的氫氣中，也會含有少量這種原子狀態的氫。

這樣，在物質之中，存在着由同原子造成的東西，也有由異原子形成的東西，這兩類物質，現在我們知道了，前者叫做單體，後者叫做化合物。因為原子的種類只有一百多

種，所以單體的種類也有限，而化合物的種類則無數了。這兒有趣的是，由於地球上的溫度、壓力的關係，碳素化合物的種類形成得很多。我們將此大部分統稱為有機物質，其他叫做無機物質。

水是與我們的日常生活關係很密切的物質之一，以此為例，說明原子與分子，像鐵這種金屬說來就更簡單了。取半公斤的鐵塊，如前所述折半而分，大約繼續分至八十回，其最終階段便直接為鐵原子，沒有像水和冰那樣的分子。如果勉強說的話，那末鐵的完全的單結晶便是鐵的分子了。

到現在所說的只是我們所研究的結果。如果就此為止則毫無意義。站在科學研究的立場來說，目的不是要暗記結論，重要的是要探討怎樣得出了這個結論。現在讓我們開始探索。

三、追求分子的運動

水，在高溫時成了蒸氣，低溫時變成了冰，水和冰的重量之差很小，而當水變成了水蒸氣時，其重量則非常之輕。由此考慮可知，到了水蒸氣的時候，分子與分子的間隔相當寬廣。同時水和冰雖加壓力也不易縮小，而水蒸氣則很容易收縮。這也就是水蒸氣的分子之間距離很大的證據。

水和冰所以不易壓縮，正是因為分子與分子的間隙很小，幾乎是緊擠在一起的緣故，如果知道分子的數目，可由水的體積求得一個分子的大小。前面說過一合的水，折半分開繼續操作八十回，則可到達分子的大小。也就是說，可以想像一八〇立方厘米的體積，分到那麼小的時候，便是分子的大小了。

這個計算可以馬上做出，其結果便是，水分子的直徑約爲一厘米的一億分之二或三。水變成水蒸氣時，體積要增至千倍，分子與分子間的距離，將爲其大小的十倍，分子便可以自由運動。但雖說自由，分子也不過是在自己大小的十倍空間範圍之內運動，分子稍爲一動便與其他的分子相衝突。細心觀察分子的運動情形，是呈短小曲折前進的（圖2）。但是如果把壓力降低使蒸氣膨脹，則分子間的距離逐漸擴大，運動的直線部分增長。如果壓力更小，便可以得到能够充分測量分子運動速度的直線飛騰距離。

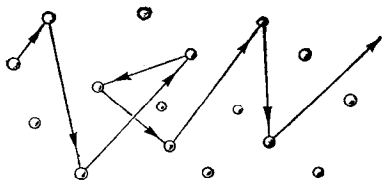


圖2 氣體分子的衝突模型

在這種狀態下，我們來測量一下分子速度。水分子在常溫下每秒速度約爲六〇〇米，氫分子則持有每秒一八〇〇米的速度。超特快車（日本高速電車）的秒速是六〇米，噴射機的秒速是二〇〇米，音波的秒速是三四〇米，與這些相比，水在常溫的速度已相當可觀了。因此氣體放入容器之中，分子便以此速度衝擊容器周壁，這便是氣體的壓力。

在特殊的溫泉地帶或進行化學實驗時，我們常常會嗅到一種叫做硫化氫的臭氣，這個分子每秒能飛四〇〇米。因此，如果這個分子可以一直前進的話，那末，一秒鐘後在四〇〇米外就可以嗅到這個臭味，但實際並非這個原因，而是因爲如圖2那樣，分子互相衝撞而改變了進路的緣故。

現在我們再考慮二個衝撞率。分子越大衝撞的機會當然

也就越多，我們可以比較簡單地由計算而求得分子的大小與其衝撞率的關係，即這個衝撞率與硫化氫分子向一個方向飛進的速度。換句話說，站在某離開的地點，開始嗅到臭味時的時間有一定關係，因此測定這個時間便可以決定分子的大小。

測定的結果，知道硫化氫的分子的直徑約為一億分之三毫米。即使不像硫化氫那樣有特殊臭味的，也已想法測出某一物質分子向一個方向飛躍的速度。譬如水的分子的直徑大約是一億分之二毫米，用這個方法求得的水分子的大小，比以前所說的用連續折半分開的方法求得的分子的大小應該更具有正確的意義，但實際上由這兩個方法所求得值，並沒有什麼差別，這正是說明了，在液體、固體的狀態下，分子幾乎是緊擠在一起的想法，是很正確的。

但“分子幾乎是緊擠在一起”這句話，似乎又表達得不大適當。因為在這些分子之間，好像平均多少有一些空隙。如後所述，這些空隙對物質的性質有很重大的影響。在這中間，我們舉一個比較容易懂的例子來說明。譬如結晶，我們都以為它的原子排列得很整齊，實際上其原子排列之間都是有空隙的。液體本質上也是一樣。以前認為液體像壓縮了的氣體

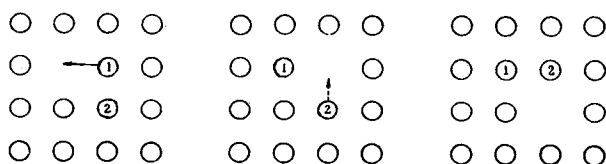


圖 3 利用孔隙的原子移動，由於 1、2 原子的移動，而發生的孔隙位置的移動。