

生 命 的 科 學

林 義 裕

當一個人生病時，他多少總想了解致病的原因，這大概是生物學的起源。大部份物理系的同學將來都不會專門去研究生物學，對他們我願意藉這篇文章提供他們一些這種非常切身的知識。對另一小部份準備唸生物物理的同學，我希望這篇文章能給他們一些用處。

一、中間的學問

歷來哲學家總喜歡把宇宙的本體分作精神的和物質的。在精神的領域中有文學、音樂、繪畫、宗教和哲學等文化；在物質的領域則有各種物理科學。前者由生命物本身自己建構而成；後者的法則則非生命物所能左右，反而支配生命物本身的物理。因此，生物學是一種中間的學問。生物學中最有力的假設即是凡是生物所能作到的都可以以原子的相互作用來解釋。如何以各種物理科學來解釋生理現象，如思想的過程，感覺的過程，新陳代謝的過程，遺傳等是近代生物學家最大的野心。

三、x-ray diffraction和分子生物學

要解釋各種生理現象當然必須先曉得運作分子的確實結構。分子結構一般可由化學方法來決定。然而由於生物細胞中各種分子都是大分子，而且分子的三度空間結構往往對生理現象有重大的意義，因此我們不得不發明一種直接「看」分子的方法，此即x-ray diffraction。x-ray diffraction可以容易地決定如NaCl晶體的構造是每人都知道的。問題是如血紅素(hemoglobin)由約10,000個原子構成的分子，如何經由平面的diffraction pattern決定這一萬個原子的種類和位置。巨大的結構！布拉格(Bragg)在十九世紀末已發展出x-ray diffraction的技術，然而直到1954年由約800個原子構成的胰島素(insulin)的構造才被決定。其實，電腦(Electronic computer)在如此巨大數量的分析中貢獻良多。一旦各種分子的結構被知道了，我們就有了這些分子如何在細胞中運作的線索了。

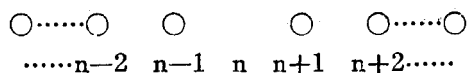
四、Enzyme, —DNA 和 RNA

生物本身隨時在進行各種化學作用，用以維持生命。其作用過程即生物化學所研究的對象。要發生生化反應除了原料外，必須有用來作催化的酶(Enzyme)。生化學家發現每一新陳代謝的 cycle 總以一定的Enzymes作催化劑。(附帶說起：一些維他命即為Enzymes)。

構成生物的細胞總會老去，因此新細胞必須生成。而生物本身也會老去，因此生物有生殖的能力。這即是複造過程。從「死的」造成「活生生」的正是生命的最大奧妙之一。一個人辦一件事總必須有資料來指示行動。一個合子所以會分裂成人，而不變成狗，也必須有資料來對分裂過程加以引導。染色體中的分子DNA即為資料的供給者，分子RNA即為資料的傳遞者。資料如何形成，如何指示即所謂基因模型。

五、光和生命

沒有光就沒有生命，因為經由光合作用一切生物得到其能量的來源。下面是如何以 Quantum mechanics解釋一種生物學上的過程的例子。在光合作用或視覺中，光先提昇某些原子的能階，然後再由這些原子傳至另一些原子。如何傳呢？設有一系列原子如圖作直線排列，其中第n個在 excited state，其他的均為 ground state。稱此能量的傳遞



過程的 probability 為 iA/h ，則原子被 excited 的 Amplitude, $\cdots C_{n-1}, C_n, C_{n+1}, C_{n+2}$ 可以由下列的 Shroedinger eq. 得到：

$$\begin{aligned} i \frac{h}{2\pi} \frac{dC_{n-1}}{dt} &= E_0 C_{n-1} - A C_{n-2} - A C_n \\ i \frac{h}{2\pi} \frac{dC_n}{dt} &= E_0 C_n - A C_{n-1} - A C_{n+1} \end{aligned}$$

$$i \frac{h}{2\pi} \frac{dC_{n+1}}{dt} = E_0 C_{n+1} - AC_n - AC_{n+2}$$

(見 Feynman's Lecture Vol III. Chap. 13)

眼睛為最高貴的器官，有「靈魂之窗」的名字。經由眼睛我們可以知道物體的位置，大小、顏色。在此，我們只討論顏色的感覺 (color vision)。每一可見的單一光的頻率決定其被看見的顏色，同時不同的單一光也可以合成同某單一光一樣的顏色。其實任何可見的顏色均可以由三主色合成。三種顏色只要 independent 就可以當作主色，一般以紅，綠和藍為三主色。毫無疑問的這三主色可以 span a vector space. Schrödinger。即據此發展出一套奇妙的理論。(見 Feynman's Lectures Vol I. Chapters 35 & 36)，最有趣的是眼睛如何計算顏色呢？它怎麼知道頻率 $f = 4 \times 10^{14}$ Hz 的光為紅顏色，紅光加綠光成黃光呢？眼睛計算光顏色的能力和腦的思想能力很相似的。解剖學已經證明視網膜 (retina) 即是腦之一部：在胚胎發展過程中，一小塊的腦生出來後，即從之生長長的纖維連着眼睛。視網膜以如同腦的組織方式來組織。

六、思 想

這裏我們說到腦子如何工作的問題了。這真是大問題！何謂記憶呢？當我記得「半是兒戲，半是心存上帝」這一句話之後，和這之前，我的腦袋的構造有何不同呢？如果是增加了某些東西，那麼到底是什麼東西？我如何推理呢？人腦和電腦之間到底是多相同或多不相同呢？這些均構成了巨大的難題。

七、題 外 話

把生物看作一大堆原子的集合體，一定被大部分人視作一種毫無人性的假設。他們會說：「如此一來人的價值將依據什麼而存在？生命的尊嚴將由何而生？」然而，我請問他們：為何一大堆原子的集合的生命體就不能如充滿靈魂的生命體有價值？為何真實的原子不能比想像的靈魂高貴？石頭是由原子構成，生物體也是由原子構成，為何他們之間就不能有差別？因為月球探險已經成功，而從此對皎潔的月光再也不欣賞的人，真是毫無道理。

橢圓座標及其應用

邱 雅 惠

要『簡潔地』形容一種物理現象，就必須正確地使用座標系統，往往在某種情形使用某一座標系比較方便，但換了另一情形，使用此座標就不方便了。同學們大多熟悉直角座標，圓球座標，圓柱座標及它們適用的範圍。在比較稀少的情況下，我們就不得不使用橢圓座標 (Ellipsoidal coordinates)

大家都知道 $x^2/a^2 + y^2/b^2 + \frac{z^2}{c^2} = 1$ ($a > b > c$) 為一以 a, b, c 為半主軸之橢圓面。而後可以取下列三式：

$$① x^2/a^2 + l + y^2/b^2 + l + z^2/c^2 + l = 1 \quad l > -c^2$$

$$② x^2/a^2 + m + y^2/b^2 + m + z^2/c^2 + m = 1 \quad -c^2 > m > -b^2$$

$$③ x^2/a^2 + n + y^2/b^2 + n + z^2/c^2 + n = 1 \quad -c^2 > n > -a^2$$

①代表一族橢圓面，②代表一族一葉雙曲面 (hyperbolic of one sheet) ③代表一族二葉雙曲面 (hyperbolic of two sheet)。

這些面都是共焦點的。譬如在 xy 平面上 ($z=0$)

$$① \rightarrow x^2/a^2 + l + y^2/b^2 + l = 1$$

$$② \rightarrow x^2/a^2 + m + y^2/b^2 + m = 1$$

$$③ \rightarrow x^2/a^2 + n - y^2/(b^2 + n) = 1 \quad \therefore c^2 = a^2 - b^2 = (a^2 + m) - (b^2 + m) = (a^2 + n) + [-(n + b^2)]$$

對於每一種曲面，空間上任一點僅有一曲面通過，所以對於每一組 (x, y, z) 必有一組 (l, m, n) 與三對應。這組 (l, m, n) 就稱為橢圓座標。

$$\text{由 } ①②③ \quad x = \pm \left[\frac{(l+a^2)(lm+a^2(n+a^2))}{(b^2-a^2)(c^2-a^2)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{--- ④}$$

$$y = \pm \left[\frac{(l+b^2)(m+b^2(n+b^2))}{(c^2-b^2)(a^2-b^2)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{--- ⑤}$$

$$z = \pm \left[\frac{(l+c^2)(m+c^2(n+c^2))}{(a^2-c^2)(b^2-c^2)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{--- ⑥}$$

$$\text{我們定義 } h_i = \left| \frac{\partial r}{\partial u_i} \right| = \left| \frac{\partial (xi+yj+zk)}{\partial u_i} \right|$$

$$u_i = l, m, n$$