

Q2-42
2

科學圖書大庫

通俗科學叢書

細胞

譯者 趙新生

徐氏基金會出版

我們的工作目標

文明的進步，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力，在整個社會長期發展上，乃人類對未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同把人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之成就，已超越既往之累積，昔之認為絕難若幻想者，今多已成爲事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人有無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，允爲社會、國家的基本任務。培養人才，起自中學階段，學生對普通科學，如物理、數學、生物、化學，漸作接觸，及至大專院校，便開始專科教育，均仰賴師資與圖書的啓發指導，不斷進行訓練。從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啓導後學。旨趣崇高，至足欽佩！

科學圖書是學人們研究、實驗、教學的精華，明確提供科學知識與技術經驗，本具互相啓發作用，富有國際合作性質，歷經長久的交互影響與演變，遂產生可喜的收穫。我國民中學一年級，便以英語作主科之一，然欲其直接閱讀外文圖書，而能深切瞭解，並非數年所可苛求者。因此，本部編譯出版科學圖書，引進世界科技新知，加速國家建設，實深具積極意義。

本基金會由徐銘信氏捐資創辦，旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利。民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，返國服務者十不得一。另贈國內大學儀器設備，輔助教學頗收成效；然審度衡量，仍嫌未能普及，乃再邀承國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。主任委員徐銘信氏爲監修人，編譯委員林碧鏗氏爲編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱。「科學圖書大庫」首期擬定二千冊，凡四億言，叢書百種，門分類別，細大不捐；分爲叢書，合則大庫。從事翻譯之學者五百位，於英、德、法、日文中精選最新基本或實

II

用科技名著，譯成中文，編譯校訂，不憚三復。嚴求深入淺出，務期文圖並茂，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，有教無類，效果宏大。賢明學人同鑑及此，毅然自公私兩忙中，撥冗贊助，譯校圖書，心誠言善，悉付履行，感人至深。其旅居國外者，亦有感於爲國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬菲薄，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，報國熱忱，思源固本，僑居特切，至足欽慰！

今科學圖書大庫已出版七百餘冊，都一億八千餘萬言；排印中者，二百餘冊，四千餘萬字。依循編譯、校訂、印刷、發行一貫作業方式進行。就全部複雜過程，精密分析，設計進階，各有工時標準。排版印製之衛星工廠十餘家，直接督導，逐月考評。以專業負責，切求進步。校對人員既重素質，審慎從事，復經譯者最後反覆精校，力求正確無訛。封面設計，納入規範，裝訂注意技術改善。藉技術與分工合作，建立高效率系統，縮短印製期限。節節緊扣，擴大譯校複核機會，不斷改進，日新又新。在翻譯中，亦三百餘冊，七千餘萬字。譯校方式分爲：(1)個別者：譯者具有豐富專門知識，外文能力強，國文造詣深厚，所譯圖書，以較具專門性而可從容出書者屬之。(2)集體分工者：再分爲譯、校二階次，或譯、編、校三階次，譯者各具該科豐富專門之知識，編者除有外文及專門知識外，尚需編輯學驗與我國文字高度修養，校訂者當爲該學門權威學者，因人、時、地諸因素而定。所譯圖書，較大部頭、叢書、或較有時間性者，人事譯務，適切配合，各得其宜。除重質量外，並爭取速度，凡美、德科學名著初版發行半年內，本會譯印之中文本，賡即出書，欲實現此目標，端賴譯校者之大力贊助也。

謹特掬誠呼籲：

自由中國大專院校教授，研究機構專家、學者，與從事科學建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究學人、留學生；

大專院校及研究機構退休教授、專家、學者。

主動地精選最新、最佳外文科學名著，或個別參與譯校，或聯袂而來譯校叢書，或就多年研究成果，撰著成書，公之於世。本基金會樂於運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。祈學人們，共襄盛舉是禱！

譯者序

本書譯自 1969 年 11 月出版的 THE CELL, LIFE SCIENCE LIBRARY, 是一本大眾科學讀物，並適合作為生物學的參考書。譯者在書中增譯了幾篇 1970 年以後的新發現，以補充說明原書中相關的題材。本書原插圖大都是彩色印成，為了降低成本，減輕讀者負擔，故以單色印製，以達到普及的目的。

人類所賴以生存的地球，其最不尋常的一點就在於它有“生命”。“生命”博大精深，千變萬化，難以窺其全貌，本書想以最簡潔的筆觸，使讀者從生命的基本單位——細胞——這裡面窺探生命最基本、最重要的一斑。

一切生命現象——所包括學習、記憶等心理過程——都有它細胞層面的基礎。細胞的構造與功能具高度的精巧、準確、經濟和效率——這是長達數十億年之演化的結果。我們想想普通一個藥廠有多大，然而一個直徑約 0.001 公分的哺乳動物細胞却能製造一百萬種蛋白質。

如果把一隻老鼠的肝臟切除三分之二，則剩下的部分在頭四天裏以每天十億個細胞的速率生長。然後這速率逐漸慢下來。到第七天——那時肝臟差不多要恢復原來的大小了——而生長的速率也降到低於最大生長速率的百分之八。細胞群 (cell population) 竟知道在何時何地開始生長或停止生長。而我們目前尚未明瞭其中的道理。

如果我們試用人工來重複自然界一些看來毫不費力的事情，就會發覺造物者實在是偉大的高手。天然的受精不該算是件難事吧——今天人這麼多，然而劍橋大學 (Cambridge University) 做試管嬰兒的實驗時，花了九牛二虎之力，經過許多次的試誤，才達成體外受精；我們用一元新台幣就可以買一把菠菜——幾千萬個細胞的組合體；但是一個人造細胞的成功，以目前人類即將第五次登月成功的科學技術，可能還是十年後的事情(?)這並不表示人類尚未能達到如此的境界，而事實上是由於每個生命都是造物者的精心傑作，都有它被應用了幾億年或幾千萬年的道理支持著它的存在。每一個生命都不簡單，都是難能可貴的。一個正常的個體是無數個化學上的奇蹟之組合；

IV

這些奇蹟太多了，而且很少出毛病，以致我們幾乎沒把它們當作奇蹟。但是，一旦有一兩個奇蹟出毛病，就可能要使不幸者躺在病床上等待醫學的「奇蹟」。

我相信多認識生命、多欣賞生命能夠增加對生命的尊重與熱愛，我夢想本書除了為讀者增加一些生命科學的知識外，還能夠為讀者增加一分對生命的尊重與熱愛。

本書之成譯，得賴摯友齊的鼓勵與幫忙，尤其感謝她在百忙中抽暇幫我潤色全部譯稿。更特別感激徐氏基金會的協助出版，並對該會在引介世界科技新知、協助國家科學發展等方面的卓越貢獻，表示崇高的敬意。

趙 新 生 謹識於國立臺灣大學醫學院
民國六十一年三月二十九日

原 序

三百年前，倫敦的虎克羅伯（Robert Hooke）用他那簡單的顯微鏡觀察軟木塞的切片時，發現軟木是由蜂房狀的「小室」（Cell）所組成，他就把這些「小室」稱作 Cell，也就是我們今天所謂的細胞。

虎克羅伯發現細胞後的一百五十年內，科學家只把細胞當成一個包着生命物質的盒子。但是今天我們知道即使一個最簡單的細胞也是由許多細胞器官（Organelles）構成的一個非常複雜的單位，而這些細胞器官裏的任何一種對生命的維持都是不可或缺的。

然而，就某些方面而言，許多現代一般人，甚至有些科學家，仍然以一種比較初步的觀點來看細胞，他們對細胞精緻的結構大加讚賞，而忽略了究竟是甚麼使它成爲一個活生生的有機體（Organism）。事實上，生命是一連串的活動，沒有活動就沒有生命。我相信經過這本生活—時代科學叢書生動而清晰的闡述後，當有助於這種觀點的改正。

各位讀者將會看到細胞是不停的工作的，它以一种驚人的精確和效率不斷的產生能量，不斷的合成新物質，而這種精確和效率是細胞以外的東西所從來不會有過的。本書第一章裏介紹了一個令人驚奇的現象，那就是單細胞的眼蟲在黑暗中表現得彷彿它知道甚麼時候日出、甚麼時候日落似的。不光是眼蟲有這性質，所有的細胞，無論多麼簡單，都能感受到宇宙力（Cosmic forces），並且以我們尚未明瞭的機構（Mechanism）對這些宇宙力起反應。最後一章裏提到細胞在各種刺激的影響之下可以產生不同的改變。這方面特別有趣的是免疫（Immunity）的過程。「兵來將擋，水來土屯」，我們的身體對不同的抗原（Antigens）可以產生各種特殊的抗體（Antibodies）去應付。雖然細胞每天都例行公事的製造抗體，可是到今天還沒有一個化學家能重複某種抗體的製造過程。幸好醫生們能利用細胞的「多才多藝」來預防和治療疾病。

最近三百年來顯微鏡學家（Microscopists）和分子生物學家（Molecular biologist）在對細胞組織構造的描述方面有長足的進步。但

VI

是生命是不能光憑構造方面的知識來瞭解的。生活就是某些功能的表現。這本書是以「明天的生物學」的語氣來寫的，而「明天的生物學」關涉到生命對其環境的反應——就是這反應使生命成為如此多采多姿而生動的過程。

雷恩迪布士於洛克斐勒大學

關於作者

約翰佛爾法 (John Pfeiffer)，一九一五年生於紐約市，耶魯大學研究。他的著作記錄了十年來生命科學 (Life science) 的進步。一九六〇年在自然歷史 (Natural History) 上發表的 DNA 一文，使他贏得了美國科學策進協會 (American association for advance of science) 的西屋獎 (Westinghouse Award)。除了本書以外他還著有從銀河到人 (From Galaxies to Man)，改變中的宇宙 (The Changing Universe)。他是前任新聞週刊 (News week) 科學編輯，歌倫比亞廣播公司 (Colombia Broadcasting Company) 科學顧問，還做過美國科學作家協會 (National Association of Science Writers) 主席。

關於幾位顧問編輯

雷恩迪布士 (Rene Dubos)，洛克斐勒大學教授，是個微生物學家、實驗病理學家和著名的抗體研究先趨。著有健康的奧妙 (Mirage of Health)、理性的夢 (The Dream of Reason)，和人的適應。 (Man Adapting) 另外還和人合著這部叢書裏的健康與疾病 (Health and Disease)。

亨利馬金努 (Henry Margenau) 是 Eugene Higgins 大學物理學教授，耶魯大學自然哲學教授，美國科學雜誌 (American Journal of Science) 編輯，著有 Open Vistas，物理事實的本質 (The Nature of Physical Reality)，另外還和人合著這部叢書裏的科學家 (The Scientist)。

斯諾 (C.P.Snow)，物理學家和作家。他的科學小說贏得世界性的讚賞，包括新人類 (The New Man)，探求 (The Search)，和 The Affair and Corridors of Power。這些本小說著重於闡明科學家和社會上其他人的關係。他於一九六四年被提名做 The British Ministry of Technology 的會員。

目 錄

譯者序

原 序

關於作者

關於幾位顧問編輯

第一章	細胞——一個繁忙的大都會	1
第二章	來自一束光線的生命力	23
	葉綠體和粒線體的基因活動	39
第三章	建築師和營造師	42
第四章	地球上第一個生命	63
第五章	特化的奇蹟	80
	簡介基因抑制者 (Genetic Repressor)	96
第六章	肌肉的力學	101
第七章	訊息的傳遞者	120
	視覺細胞	148
	記憶與蛋白質合成	161
	一九七一年諾貝爾生理與醫學獎	164
第八章	強韌的生命力	170
	簡介干預素	189
	細胞學上的重要名詞	195
	索引	200

第一章

細胞——一個繁忙的大都會

沒有細胞就沒有生命 (life)。而生命的本身就是多樣的，所以，構成生命的細胞也有各種不同的形態和功能。有的細胞單獨生活，成為可以自由行動的獨立個體。有的細胞附屬於一群疏鬆的細胞而團體行動，有的細胞固定在某個器官 (organ) 裏的某個組織 (tissue) 上。不論它是什麼形態，不論它是怎麼行爲的，細胞是所有生物 (living matter) 的基本單位。在細胞裏，大自然已經在這超微小的袋子裏裝好了在這變遷的世界裏維持生命所必需的所有各種構造 (Structure) 和所有各種過程 (Processes)。

雖然遠在一六六三年英國科學家虎克羅伯發現了細胞同時予以命名，但是現代細胞學說的骨幹——所有的動物和植物都由細胞組成——是到十九世紀的早期才建立的。德國植物學家史萊登 (Matthias Schleiden) 在一八三八年宣稱細胞是所有植物構造上的基本單位。一年後，他的一個同胞，施璜 (Theodor Schwann)，指出「細胞是有機體而所有的動植物都是由細胞依一定的方式組成的。」後來所有對細胞的角色之研究都以史萊登和施璜以實驗建立的基礎做出發點。

現代的顯微鏡顯示出細胞在形態上和功能上都有很大的差異。細胞有桿狀、螺旋狀、長方形、球形、雪片形和扁豆形等，有的細胞沒有固定的形狀。有時候，細胞的形狀決定於其周圍的環境，植物的莖 (Stalk of a plant) 上整齊排列的長方形細胞和有些海產動物球形的卵是兩個明顯的例子。細胞的形態也常和其功能有關；人類碟狀的紅血球細胞利於氧氣和二氧化碳的運輸，而神經細胞細長的突起 (extensions) 則利於訊息 (messages) 的傳遞。

有的細胞是「通才」，它們可以單獨生存，阿米巴 (amoeba) 和草履蟲 (Paramecium) 就是這種單細胞生物的例子，有的細胞是「專家」，它們專門從事某些特殊的工作，而其本身的生存卻要依靠其四周的細胞，這許多分工合作的細胞集成附在石頭上的海綿、螳螂、孔雀、老虎和人——圍繞在我們四周的整個生命世界。

2 細胞



圖 1-1 生物學上，細胞是構成組織與器官的基本單位——包括那些不含細胞的部分，如頭髮和血漿



圖 1-2 研究細胞的科學家對染色體特別感興趣。染色體的主要成分是蛋白質與核酸，其中的核酸控制遺傳和生長。用強力的電場可以驅散染色體（上圖所示），因而阻止細胞分裂。這種技術將來可能會用在控制癌症方面。



肝 細 胞

圖 1-3 上圖是來自老鼠肝臟的一個典型的細胞之剖視。細胞雖然有各種形狀，但是它們幾乎都有三個基本構造：圖中的圓球是細胞核，繞在圓球周圍，含有許多細胞器官的，是細胞質。包在最外面的是細胞膜。

一個細胞可能是小到直徑為二十五萬分之一英寸的胸膜肺炎菌 (Pleur-pneumonia microbe)，或者可能是一個橘子般大小的駝鳥蛋 (Ostrich-egg) 的卵黃。多細胞的組合可能成為一株金蘭花、一個蜉蝣、一隻一百一十噸重的藍鯨或者是一株一千年的紅檜。

生命的各種形式之間雖然有很大的差異，但是構成各種生命的細胞卻有維持生命所必需的若干共同點。每個細胞都由一層膜包圍成一個空間，在這空間裏充滿著半流動性的細胞質，大部分的生命活動都在細胞質裏進行。細胞的中央有個細胞核 (nucleus)，細胞核裏有遺傳物質，這是細胞一切活動的控制中心，同時也為其物種的延續提供保證。

介於動植物二者之間的細胞

為了要瞭解單獨生活的細胞、或存在於更大的有機體內之細胞的生活過程，我們應該從各種層面來研究；我們可以把它當作一個完整的有機體，可以把它當做許多部分構造的組合，最後，從組成各種部分構造的分子做分子層面的探討。

眼蟲 (Euglena gracilis) 是我們用來當作完整的有機體研究的最佳對象。眼蟲是單細胞生物，經常在池塘的表面聚集成一層浮渣。除了一些獨一無二的特點外，眼蟲在許多方面和其他單細胞生物，高等多細胞生物，包括人，有共同點。眼蟲最不尋常的一點就是它能隨環境的改變由植物變成動物然後再變回植物。這種微小的半動物半植物生物同時表現出動物界和植物界的特性。

光學顯微鏡 (Light microscope) 下，可以看到整隻眼蟲的視域是以微米 (micron) 計的，一微米等於兩萬五千分之一英寸。在這層面下，眼



圖 1:—4a 眼蟲是既像動物又像植物的單細胞生物。它們像植物的一點在於有葉綠素，可以從光線獲得能量，所以，要是把它們擺在半黑照裏，它們就向有光的地方聚集。要是沒有光線，它們就像動物一樣的攝食。

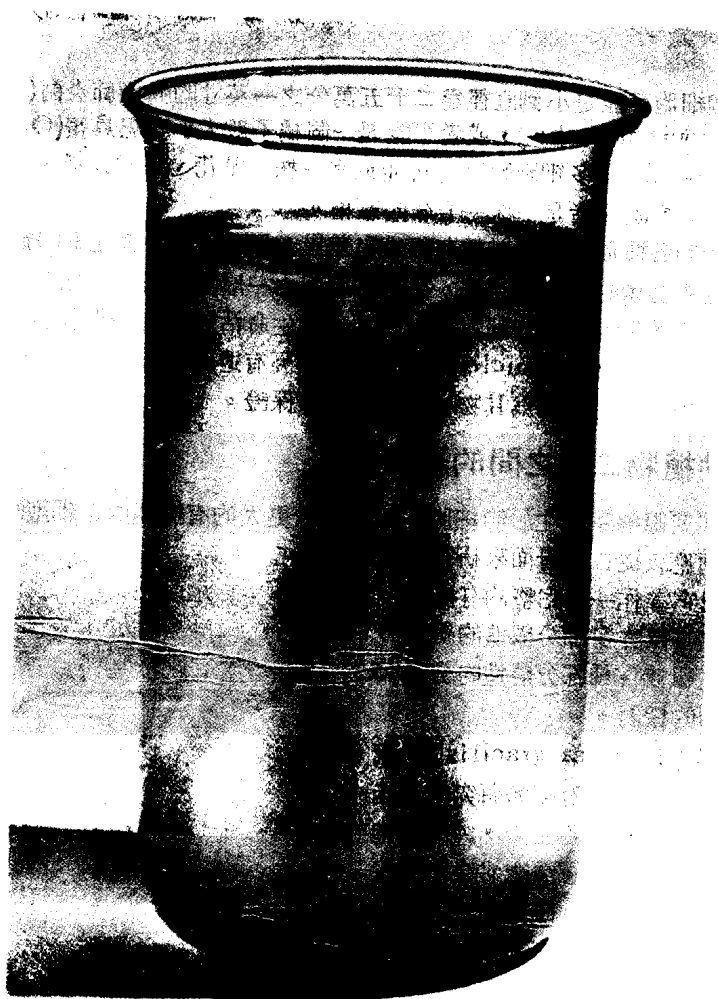


圖 1 - 4b.

蟲經放大一百倍後看起來有一個圖釘那麼大，呈淡綠色半透明的小艇狀，其一端比較尖，另一端比較鈍，尖的那端有一根鞭毛（flagellum）。眼蟲的運動有點像蝌蚪，擺來擺去的，碰到別隻眼蟲後就轉向繼續前進。

當放大到一百至一千倍時，眼蟲看起來像一個非常活潑的螺絲釘，它的確在水裏邊走邊旋轉的「鑽出」它的路線。有時候眼蟲不用上述方法運動，



而將它的後端靠向前端，彎成一個球形，然後伸張前端，然後再把後端靠向前端，這樣繼續下去。眼蟲的這種運動方式使我們想起一個被綁在麻袋裏的人在地上向前爬的樣子。

眼蟲最外面透明的細胞膜 (Cell membrane) 是半滲透性的，可以容許一些食物分子的進入。它也有一個開口和一個簡單的管道可以消化食物顆粒。細胞膜裏面包着細胞質，是一種膠狀物，裏面含有許多物質，大部分的生命過程都在這裏面進行。細胞質裏漂浮着許多綠色的顆粒，它們是葉綠體

圖 1-5 細胞不僅吃和反應，它們也運動。活在複雜的團體裏的細胞被成千其附近的細胞擠得不能動。大部分植物細胞都不需要運動，因為它所需要的陽光、水、和礦物質都會自動送上門來。單細胞動物和高等動物一樣的可以運動。這四張顯微照片顯示眼蟲的運動，眼蟲是用鞭毛運動的。