

The World of Science Encyclopedia

牛頓

現代科技大百科

生命科學(II)——生命的奧秘



Newton

牛頓現代科技大百科 10

生命科學(II)——生命的奧秘

出版者 / 牛頓出版股份有限公司

負責人：高源清

原著作名稱 / The Mechanics of Life

原出版社 / Equinox (Oxford) Ltd.

譯者 / 呂靜儀

發行所 / 牛頓出版股份有限公司

地址 / 臺北市和平東路二段107巷25-1號一樓

電話：7061976 • 7061977 • 7059942 • 7062470

郵撥 / 1179402-3 牛頓出版股份有限公司

製版 / 詮盛印刷股份有限公司

印刷 / 仲一彩色印刷股份有限公司

單冊定價 / 新臺幣 750元

初版 / 1989年6月15日

出版登記證 / 局版臺業字第3139號

法律顧問 / 林樹旺律師

● 版權所有 • 翻印必究 ●

本書如有缺頁、破損、裝訂錯誤，請寄回本社更換。

Printed in Taiwan, R.O.C. 1989

總編輯 / 劉君祖

科學主編 / 陳育仁

科學編輯 / 高孟忱 • 劉曼君 • 賴彩瑾 • 曾月卿

李傳楷

美術主編 / 洪家輝

美術編輯 / 陳素芬 • 傅華麗

封面企劃 / 陳融賢

The World of Science Encyclopedia

The Mechanics of Life

Editors

Linda Gamlin

Dr Gail Vines

Senior Editor

Lawrence Clarke

Art Editor

John Ridgeway

Designers

Ayala Kingsley

Niki Overy

Picture Editor

Alison Renney

Advisors

Dr John Barrett

Department of Genetics,

University of Cambridge

Professor Noel Carr,

Department of Biological Sciences,

University of Warwick

Dr Bernard Dixon,

Former Editor of New Scientist

Professor Sir Hans Kornberg FRS,

Professor of Biochemistry,

University of Cambridge

Contributors

Dr Jonathan Adams

David Burnie

Linda Gamlin

Jerry Lockett

Dr Andrew Scott

Dr Gail Vines

Dr Stephen Young

Specialist Advisers

Jane Burton

Robert Burton

Dr Terry Catchpool

Sarah Fox

Dr Ian Jackson

Dr Christine Janis

Priscilla Sharland

Kim Taylor

Dr Alwyne Wheeler

Dr Peter Williamson

Artists

Trevor Boyer

Robert and Rhoda Burns

Kai Choi

Nicholas Hall

Alan Hollingbery

Richard Lewington

Vanessa Luff

Kevin Maddison

Tony Maynard

Coral Mula

Colin Salmon

Mick Saunders

Milne & Stebbing Illustration

Indexer

Linda Gamlin

Media conversion and typesetting

Peter MacDonald

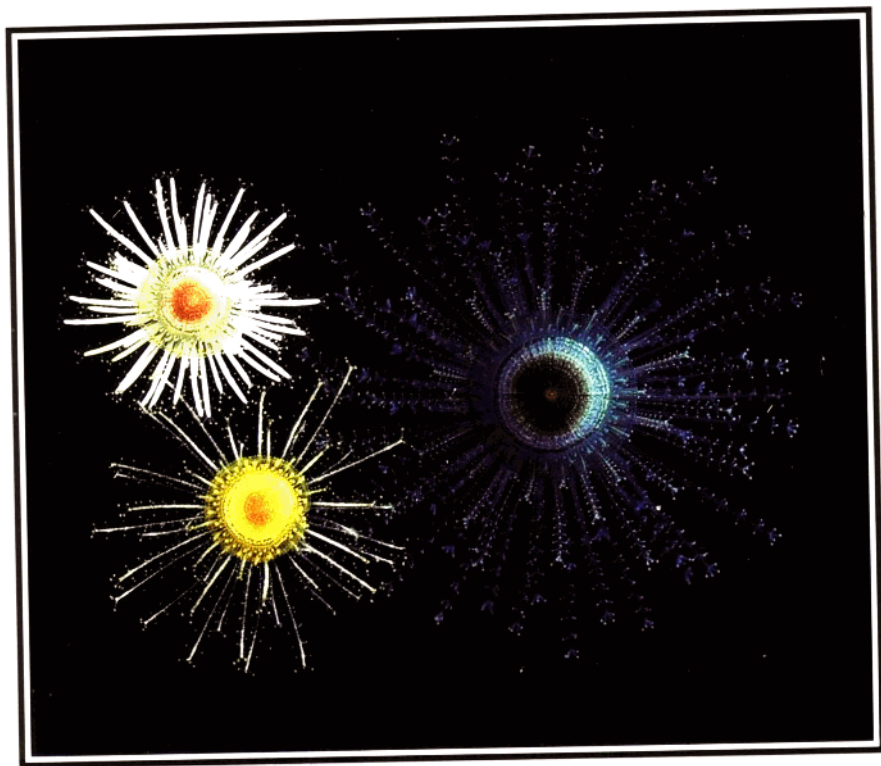
Ron Barrow

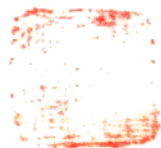
The World of Science Encyclopedia

牛頓
頓

現代科技大百科

生命科學(Ⅱ)——生命的奧秘





The World of Science Encyclopedia

牛頓

現代科技大百科

生命科學(II)——生命的奧祕



Rwian102
牛頓出版公司
1197003

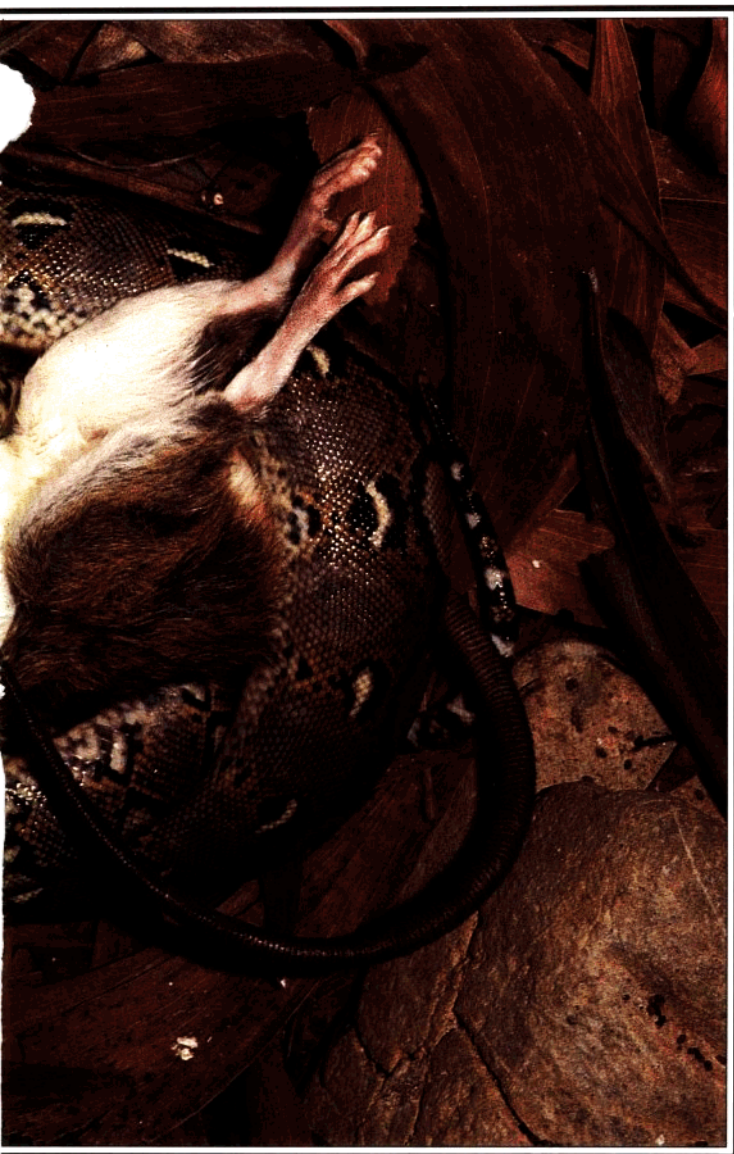


此为试读, 需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com



圖片說明(1~8頁)

- 1 刺絲胞動物
- 2~3 優露脊鯨
- 4~5 曲成網狀的大蟒蛇
- 7 蘭花上的蜂
- 8 水母



目 錄

引 言	6
細胞的内部情形	
1 生命的化學	9
2 生命的起源	23
3 細胞構造及其演化	35
生命的機制	
4 動物的發育	41
5 生命的維繫	49
6 能量及體溫的控制	65
7 協調作用	73
8 運動	85
9 感覺器官	93
10 防衛策略	105
11 生殖	115
語 彙	130
索 引	132

引言

生命的奧秘我們永遠無法窮究，因為地球上有很多的生物種類，而這些生物的生活方式又都有著複雜或細微的差異。即使如此，目前我們對於生物的分門、種類、生命的演化過程或甚至於各種生物之所以演變為現今狀況的原因等仍均有相當程度的了解。

了解的第一步必須從對事物現象的描述開始，也就是說，我們至少應該能說出地球上的生物種類、描述牠們的型態以及各式生物的棲息地和生活方式。人類試圖將地球上的動物、植物有系統地加以分類，開始於十七世紀。直到今天，生物學家已為大約一百萬種的生物確立了名稱。一百萬看起來似乎是個龐大的數目，但根據近代學者的估計，目前我們所知的種類可能只是冰山頂端的一小部分而已，地球上據推算可能有多達一千萬或甚至四千萬種以上的生物。專家認為許多未知的物種依舊棲息於熱帶雨林中，而詳細的情形，世人至今仍所知不多。因此乍看之下，過去三百年來我們所做的努力似乎僅為多樣的生命描繪出最粗略的輪廓而已。

然而，我們也無需因此而覺得沮喪氣餒。自十八世紀以來，由於偉大的瑞典生物分類學家——林奈，所提出的偉大理論，我們得知絕大部分的地球生物原來僅是少數幾種基本物種的變種而已。據保守估計，這些基本物種（或稱「藍圖」）的生物數目不及一百，雖然深海或熱帶雨林隨時可能出現人類所想像不到的其他生物，但就前述不及一百萬的物種而言，我們確信，對牠們之中的大多數已有所了解。另外，現今存在的數百萬種未知生物之大多數也可能僅是來自幾個龐大的族羣如昆蟲或線形動物。簡言之，我們雖未全然了解所有不同的生命，但我們或許已知悉生命的主要形式，而生命的各種形式及其分類方法便是本書前半部的論述要點。

為何地球上有多數不同種類的生物？為什麼每種生物均有各自不同的型態和生活方式？而各類生物又如何履行各自必須面對的生命任務如覓食、成長、發育以及生殖？顯然，解釋要比單純的描述困難太多了！

在十八世紀之前，神造世間萬物的想法幾乎被大多數的人全然接受。然而到了十八世紀，數位博物學家率先提出一種全新的觀點，這項新觀點即是今日所謂的演化論（evolution）。演化論指出，生物並不是世代代永遠

都維持原樣，而是會隨著世代的更迭而發生改變。循此，部分十八世紀的生物學家進而推論，近代的動物與植物是由較原始的祖先發展而來，而這些較原始的祖先也必然是由更原始的生物型態演化而成，依此向前追溯到遠古的某時，地球上應該曾出現一種構造十分簡單的微小祖先。

但是在十八世紀的當時，無人能提出令大眾信服的理由以解釋上述的演化何以會發生，而演化論本身也面臨了宗教上的強烈反對。直到十九世紀中葉，達爾文提出看似合理的演化機制——自然淘汰（natural selection）說，並收集眾多證據以證明演化的形成之後，演化論才漸為廣大的羣眾所接受。

達爾文後來讓大多數的生物學家信服演化確曾發生，並讓他們相信物競天擇原是演化的主力。然而，達爾文的理論卻有一個重大的缺口，當然他自己也深深地察覺到了，那就是：根據達爾文的理論，後代子孫和他們的雙親之間差異不大，進化的過程才可望得以穩定進行。但是，後代子孫和他們雙親的不同卻又明顯的存在，因為後代子孫若與祖先們永遠相同，則各世代之間便無任何改變。究竟後代為何會和親代相同，又為何會異於他們的親代呢？

遺傳的基本理論並非源於達爾文，而是由和他同時代的孟德爾所創。孟德爾率先指出，動物和植物所具備的各種特徵是由「密碼因子」（後來稱為基因）傳至後代。在代代相傳的過程中，基因可能會發生改變，這種改變我們現在稱之為突變（mutation）或重組（recombination，●24頁）。到了二十世紀，生物學家以達爾文的演化論為基本骨幹，配合孟德爾的遺傳理論，予以重整擴充，創造出新達爾文主義（neo-Darwinism）。新達爾文主義事實上並沒有為生物之所以演變成目前這種型態的推動力和機制提出圓滿的解釋，並且仍不時引起爭議；但不可否認的，近代生物學最初即是以這個理論做為出發點的。

在過去的半世紀，當以孟德爾觀點為基礎的分子理論逐漸擡頭之後，和遺傳相關的研究也有了進一步的發展。一九四〇年代之後，生物學家已知基因的構成物質為去氧核糖核酸，即DNA（deoxyribonucleic acid）。

到了一九五〇年代，克里克和華生找出了DNA的構造，並說明DNA的複製功能。此外，他們二人也找出DNA製造各式蛋白質的方法，這些蛋白質有些成為酵素以控制其他物質的構成並決定這些物質的功能，而生物細胞便是由這些物質構成。一九六〇年代時，克里克和他的同僚並發表了DNA的密碼(code)如何轉譯成蛋白質的論文。因此，原本帶著神秘色彩的遺傳程序終能由化學觀點獲得解釋。

生命的詮釋

分子遺傳在二十世紀所做的各項突破，是生物學獲得邁步向前的重要促因。動植物的生命活動，從巨觀上來說，我們所觀察到的是覓食、生長、呼吸、求偶、生殖及死亡等。

但從微觀上而言，生物化學專家所看到的則是任何生物均是由許多種有機分子組成，組成的主要成分包括各式蛋白質、脂肪、醣類及核酸。愈來愈多的生物學家希望從化學變化的基礎，去尋求他們所觀察相關生命過程產生的原因。

然而，人類雖然獲致了上述及其他各種成就，但這並不意謂著生物學家對任何或大多數的生命現象都已經有了答案。大體而言，生物學依舊處於萌芽階段，而這也正是生物學科令人振奮之處。各類研究領域的進步情況快慢不一，分子遺傳學呈一路領先的態勢，但發生學(embryology)或行為學(ethology)等卻處於落後的局面。在這些學科中，部分研究者由下而上針對分子的機制進行研究，而其他學者則由上而下的以眾生物為研究重心。無疑地，他們的研究成果終有一天將會獲得整合，就如正統遺傳學和分子遺傳學相互整合一般，但整合的方式、時間及所在卻是現在誰也無法斷言的。

縱然有上述諸般難題，今日的生物學仍堅信生命的運作終能由化學層面來詳加詮釋。就某個角度看來，生物學有其本身的價值，畢竟能夠獲知人類及其他生物的運作方式確實足以令人投身忘己。另外，這門學問還蘊含著實質上的意義，也就是說，當我們了解得愈深入，對我們的影響也就愈大，而這不僅有助於人類，更能為數百萬生活於地球的他種奇妙生物帶來裨益。





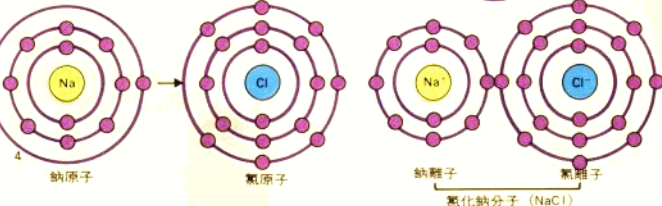
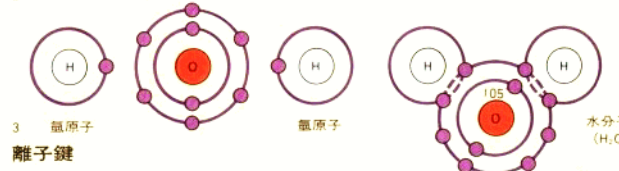
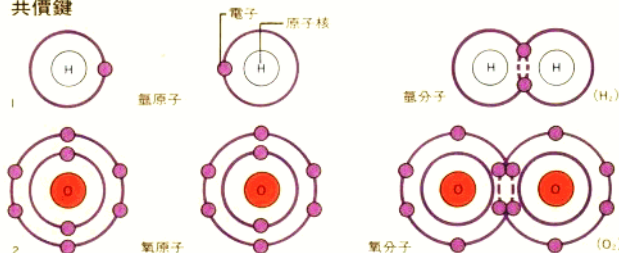
活細胞的化學……醱類——生命的燃料……飽和及未飽和脂質……胺基酸——蛋白質的組成單位……酶——催化細胞內的化學反應……消耗能量……去氧核糖核酸及核糖核酸——繁衍細胞……透視報導……一些基本的化學概念……生命的痕跡……新陳代謝叢林……肌肉如何執行工作……去氧核糖核酸結構的發現

一八九七年，兩位德國的藥劑師漢斯·布奇納(Hans Buchner)及愛德華·布奇納(Edward Buchner)在從事醫療實驗而預備酵母萃取液時，有了驚人的發現。當時他們為了貯存已去除細胞的萃取液，便加進廚房中最常用的「防腐劑」——糖來保存。隔了一夜，赫然發現這酵母萃取液和糖的混合物像肥皂泡沫般鼓脹，連瓶口的軟木塞都被擠了出來，原來發酵作用產生了！按照一八六〇年巴斯德(Louis Pasteur)的理論，發酵作用(fermentation)只在活體中才能進行，然而這項發現促使巴斯德的觀點必須稍做修正：發酵作用的反應過程，在細胞外也能繼續進行。

後來，有關肌肉組織的實驗中也指出，動物體內也有和酵母發酵作用相同的化學反應過程。由此正顯示生命本質的一致性，而進一步的生化研究也印證了這項觀點。

此外，生化學者更進一步指出：生物體的基質和宇宙間其他物質的構成元素一模一樣，並且生物體內進行的化學反應，也都遵循一般的化學反應法則，因此關於生物體的化學，可稱之為「生物化學」(biochemistry)。

共價鍵



一些化學的基本知識

元素(element)的定義是不能再進行化學分解反應的物質。宇宙中的物質是由自然界中存在的九十二種天然元素組成，包括最輕的氫(hydrogen)到最重的鈾(uranium)；科學家將每種元素以一個化學符號表示——如O表示氧，H代表氫，Na表示鈉(sodium)。

原子(atom)則是組成元素的最小部分，它保有元素的性質，且能參與化學反應。一般認為原子有個極小的原子核(nucleus)，其中包含了帶正電的質子(proton)和不帶電的中子(neutron)，而不同的質子數目即構成不同元素的原子。在原子核外圍有一羣帶負電荷的電子(electron)，一般的原子電子數等於質子數，但在離子(ion)這類帶電的原子當中電子不是過多就是過少。物質的化學性質主要是視原子外圍電子羣間所產生的交互作用而定，因為大部分原子的電子組態並不穩定，因此，它們會和另外一個或多個原子結合，或形成「鍵結」(bond)，成為外層電子殼層較穩定的分子。

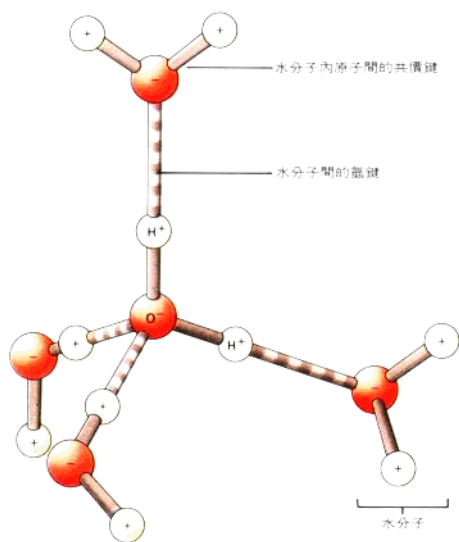
共價鍵(covalent bonding)是指兩個原子共用電子的鍵結，如果他們共用一對電子(即每一個原子各提供一個電子)，則稱此種鍵結為單鍵(single bond)。舉例來說，氫分子中含有兩個氫原子(圖1)，它的化學符號以H₂表示，或寫成結構式H—H，其中「—」表示單鍵。原子間也可能共用兩對電子而形成雙鍵(double bond)，如氧分子(圖2)，以O₂或O=O表示。當兩個氫原子與一個氧原子共用電子時，即會形成一分子的水(圖3)，以H₂O或H—O—H來表示，也就是說，每一個氫原子與氧原子間以單鍵結合，但是，在氧原子彼此間卻沒有鍵結。水是一種化合物(compound)——即由兩種或多種元素以固定比例結合的物質。

雖然水分子中的氫和氧原子共用最外層的電子，然而電子卻不是均等地分布在兩原子核外圍，而是較偏向氧原子，因此氧原子略帶負電，而氫原子則略帶正電。這種分子即帶存「極性」(polarity)，稱為極性分子(polar molecule)。

另一種鍵結方式是離子鍵(ionic bond)，這種鍵結方式所結合成的分子，原子之間並不共用電子，而是電子完全由其中一個原子提供給另一個原子，因此，這兩個原子會個別成為帶正電和負電的兩個離子，而且彼此間有很強的吸引力，如食鹽(圖4)就是帶正電的鈉離子和帶負電的氯離子形成離子鍵結合的。

第四種鍵結是氫鍵(hydrogen bond)，即不同分子內的原子(或一個大分子內之不同位置的原子)共用一個氫原子的情形。這種鍵結很弱，可隨時形成或斷裂，但仍具有固定的鍵長和鍵結方向。氫鍵的這種特性，對蛋白質等大分子的立體結構有決定性的影響(►14頁)。

氫鍵及水的構造



▲細胞內的成分有百分之七十是水，生物體之所以能生存，水獨特之性質發揮了很大的作用。因為水是極性分子，而且水分子間會形成氫鍵，因此在極大的溫度範圍內都能維持液態，這種特性使生物體可維持很大的穩定性。此外，水的極性使它本身很容易吸引離子或別的極性分子，使它們聚集在水分子附近形成「溶解」狀態。細胞中大部分的反應都是在水溶液中進行的。

生物化學最重要的一個特性，是酶(enzyme)的參與，在細胞內的這些蛋白質分子，扮演著催化劑(catalyst)的角色，使不同的分子結合在一起並增加反應速率。酶和其他蛋白質(►14頁)一樣，也是由胺基酸(amino acid)組成的。而蛋白質、醣類、脂質(►12頁)和核苷酸(nucleotides, ►18頁)四類分子，是構成生物體不可或缺的有機物質。

醣類：能量的來源

生物體內含量最豐的其中一種分子是醣類(sugar或saccharides)，或稱為「碳水化合物」(carbohydrate)。它好比細胞內主要的「食物分子」，可分解產生能量。單醣類(monosaccharide)如葡萄糖(glucose)，是最簡單的醣，二個單醣連接形成雙醣(disaccharide)，如日常吃的蔗糖(sucrose)即是；數千個單醣連接在一起，就形成多醣類(polysaccharides)。

不同的單醣以多種方式連結形成各種相異結構的多醣類。多醣最重要的功能是作為能量的儲存站，在動物體是以肝醣(glycogen)，植物體則以澱粉(starch)的型式儲存能量。肝醣，顧名思義是儲存在肝臟，在生物體需要時則分解成葡萄糖而釋出能量。由於肝醣能迅速供應能量，所以只有長時間的禁食，才會更進一步分解體內囤積的脂肪。植物可儲存澱粉以維持生命，雖然我們吃馬鈴薯、米、麵包或包子時並未嚐到甜味，但澱粉卻是由一大串的單醣分子連接成的。細胞中的醣類還不只能量儲存站這個功用呢！如纖維素(cellulose)可維持植物堅韌的外表，而幾丁質(chitin)則形成昆蟲的外殼，這二種也都屬於多醣。

生命的痕跡

基於生命與非生命基本上完全迥異的信念，因此將化學區分為無機與有機兩部分；後者主要以生物體衍生出來的物質為研究對象，又因這些物質全由碳原子的環狀或鏈狀構造組成，因此有機化學(organic chemistry)又稱為碳化學(chemistry of carbon)。從前科學家認為有機物具有特定的化學性質，所以只有活體才能製造有機物，然而一八二八年渥勒(Fredrick Wohler)以氰酸銨(ammonium cyanate，一種無機物)合成尿素(urea)的實驗卻證明這點是錯誤的，從此以後有機化學就純粹指研究碳化合物的學科了。人們急切地希望證實生命的化學在某些方面與非生命的是不同的，然而遲至一九四〇年代才有科學家想到DNA可能具有與眾不同的化學性質，但華生及克里克的發現又使他們失望了，因為DNA雙螺旋體(double helix)內的構造，和傳統的鏈結方式並沒有不同。

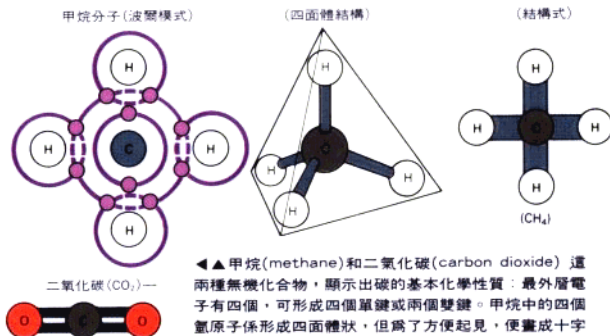
◀有些昆蟲如水黽(pondskaters)能在水面上行走，這得歸功於水的表面張力(surface tension)，由於水分子間的氫鍵能在水面形成一層類似「皮膚」構造。水的表面張力在許多生理過程中占有很重要的地位，特別是植物輸送水分過程。



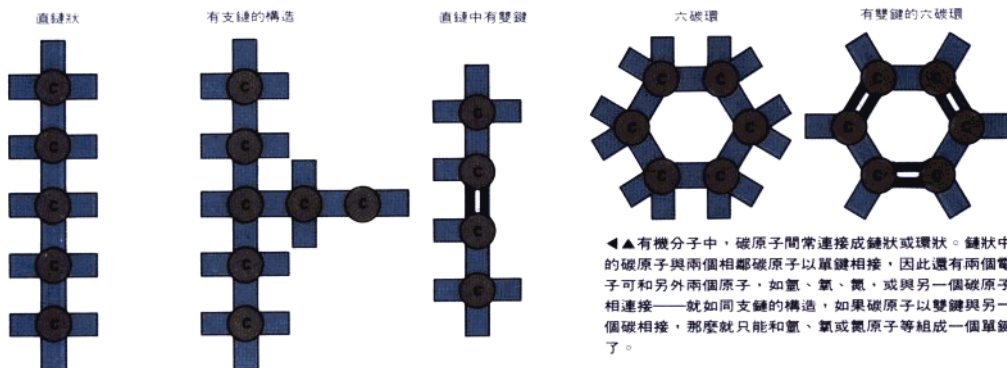
獨特的生命化學

地球上的生命可說是由「碳」元素所架構而成的。碳這個獨特的元素可組成穩定的大分子，如碳原子間可互相結合成二度空間片狀的石墨(graphite)，或強度大且呈四面體的鑽石(diamond)。

由於碳原子的體積小，電子組態特別，也可以與其他原子組成極強的鍵結，例如和氧、氫、氮結合成無數種鏈狀或環狀的化合物。現存至少有一百五十萬種的碳化合物(carbon compound)。

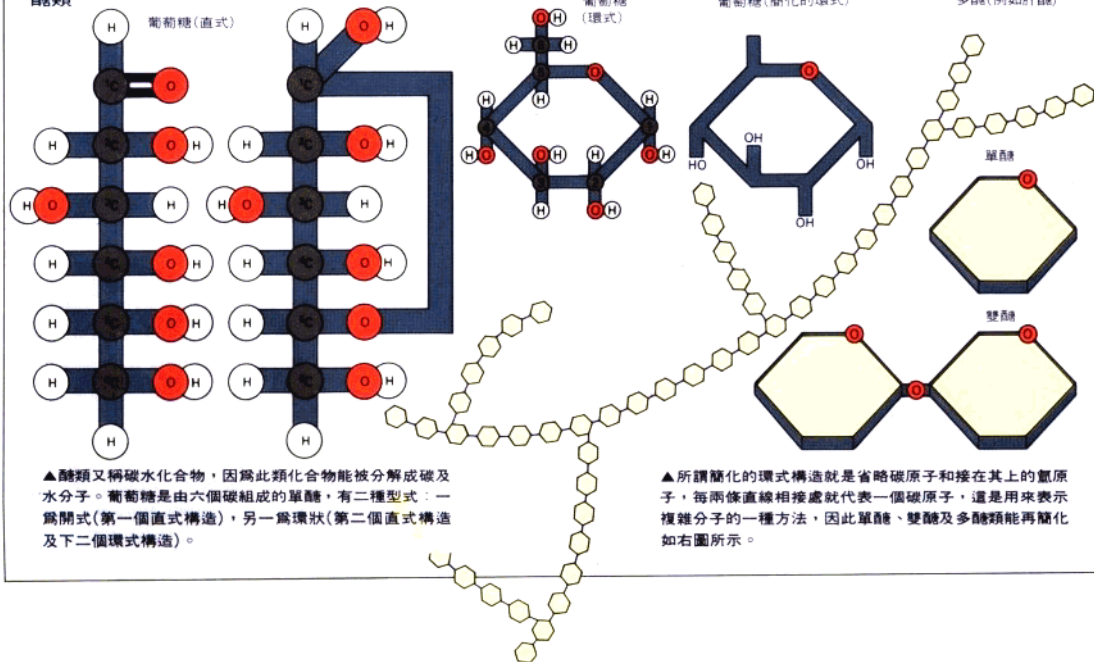


◀▲甲烷(methane)和二氧化碳(carbon dioxide)這兩種無機化合物，顯示出碳的基本化學性質：最外層電子有四個，可形成四個單鍵或兩個雙鍵。甲烷中的四個氫原子係形成四面體狀，但為了方便起見，便畫成十字形來表示。



◀▲有機分子中，碳原子間常連接成鏈狀或環狀。鏈狀中的碳原子與兩個相鄰碳原子以單鍵相接，因此還有兩個電子可和另外兩個原子，如氫、氧、氮，或與另一個碳原子相連接——就如同支鏈的構造，如果碳原子以雙鍵與另一個碳相接，那麼就只能和氫、氧或氮原子等組成一單鍵了。

醣類



多樣化的脂質

脂質(lipid)是生物體必需的第二類有機物，也是由碳及氫構成(某些脂質有極性基團附著，有些則無)，所以是屬於厭水性(hydrophobic)分子——即不溶於水。脂質的成分主要是脂肪酸(fatty acid)，是一種兩性物質——即厭水的長鏈加上親水(hydrophilic)的短鏈，如細胞膜(membranes)成分之一的磷脂質(phospholipids，▶ 13 頁)就是這種構造；細胞中以三酸甘油酯(triglycerides)型態存在的脂肪酸，能更有效地儲存能量——比等重的肝糖多一倍。

另一種重要的脂質(lipids)——類固醇(steroid)，是由四個碳環連結成的，而每個碳環又有不同的支鏈，於是產生各種性質互異的類固醇，性激素(sex hormones，如：睪丸素酮，testosterone)、可體松(cortisone)、維生素D都屬此類脂質。維生素D能將血液中的鈣傳送到骨骼中。

膽固醇(cholesterol)屬於類固醇的一種，是穩定膜構造的重要物質。體內百分之九十五的膽固醇都位在膜上，而身體會自行合成所需的量。過於豐盛的飲食當中，過量的膽固醇會隨著血流形成脂肪，堆積在動脈的血管壁。



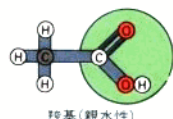
生命的顏色

▲胡蘿蔔素與自然界中常見的紅色、橘色和黃色有關，更重要的是它在人體內能夠轉變為維生素A，而維生素A則是視覺色素——視紫(rhodopsin)的來源。古語有云：胡蘿蔔能使人在黑暗中看得更清楚。雖然這句話不完全正確，但胡蘿蔔素確實是維生素A的先驅物質，缺乏這種維生素會罹患「夜盲症」(night blindness)。

動物或植物器官中出現的黃色、紅色或橘色都和胡蘿蔔素(carotenoids)這類脂質有關。這類化合物在自然界的分布很廣，在植物及某些細菌中，胡蘿蔔素可輔助聚集光能以進行光合作用，並將能量傳送到葉綠素(chlorophyll，光合作用最主要的色素)。某些細菌細胞內也有胡蘿蔔素保護細胞避免光線的傷害。

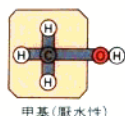
在葉片中的胡蘿蔔素通常並不明顯，都被葉綠素的綠色所掩蓋。當葉片要落下之前，大部分的植物

重要的官能基及鍵



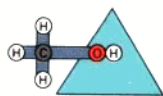
羧基(親水性)

脂酸



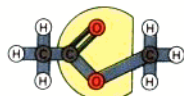
甲基(厭水性)

甲醇



氨基(親水性)

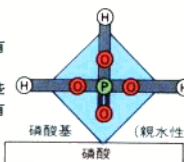
甲醇



酯鍵連接

乙酸甲酯

在脂質上所發現的官能基，也會存在於其他分子上。有些官能基是屬於厭水性的，有些則是親水性的——這些性質對該分子本身的功能有很重要的影響。

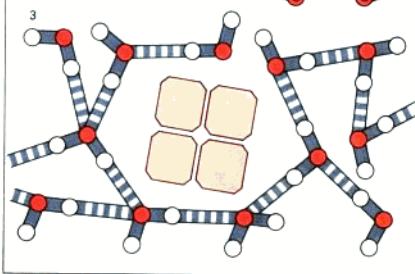


磷酸基(親水性)

磷酸

厭水性及親水性

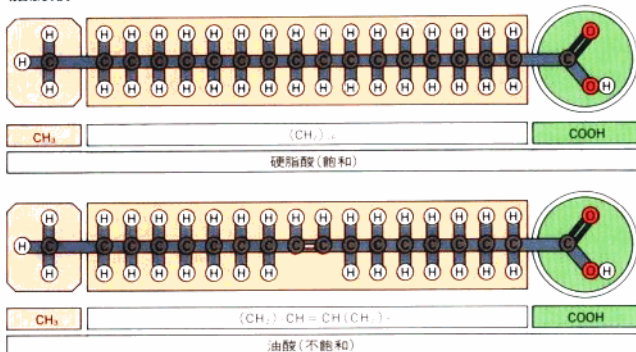
▶ 水是極性分子，所以會吸引離子(圖1、2)及極性基團，這就是所謂的「親水性」。非極性基團屬厭水性，它們因被水排斥而聚集成一團(圖3)。



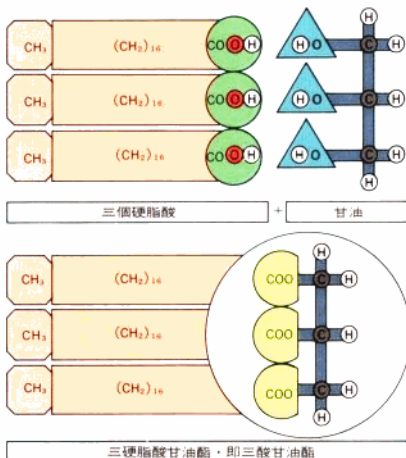
(特別是樹木)為了保存葉綠素中的鎂而將葉綠素再吸收利用，這時胡蘿蔔素就呈現出來了。經過一連串簡單的化學反應，顏色會逐漸地由黃而橘，最後變成紅色，也就是我們在枯乾的葉子及腐爛的果實上可看到的顏色。顏色變化的順序相當一致：黃色→橘色→紅色。

有些畸型的蔬果，如黃蕃茄，是由於變色的過程發生突變——後半段的作用機制被破壞。血紅色的橘子和粉紅色的葡萄柚，則較正常品種的變色過程多了一些後續反應。

脂肪酸

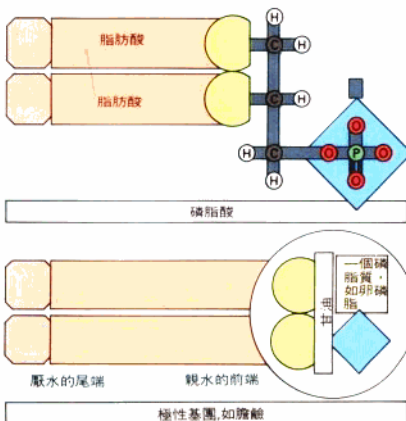


三酸甘油酯

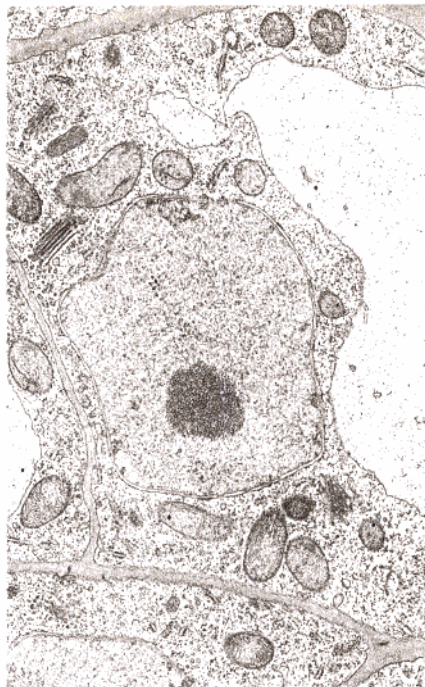


▲◀脂肪酸的鏈結中若只有單鍵，則稱為「飽和」脂肪酸，這種結構很穩定，呈直鏈狀；若有雙鍵存在碳鏈的鏈結中，則稱為「不飽和」脂肪酸，較不穩定。細胞膜上飽和脂肪酸(saturated fatty acids)與不飽和脂肪酸(unsaturated fatty acids)的相對含量，可決定膜的性質，脂肪酸的碳基鏈屬於厭水性，而羧基則屬親水性。三酸甘油酯的結構內，每個羧基都連結了另一個親水性分子——甘油。

磷脂質

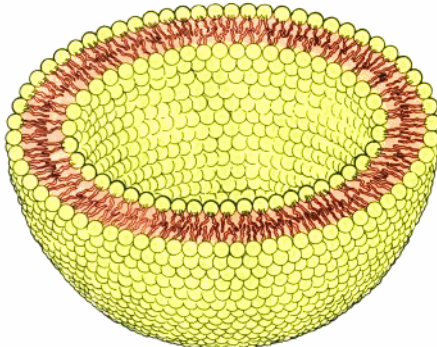
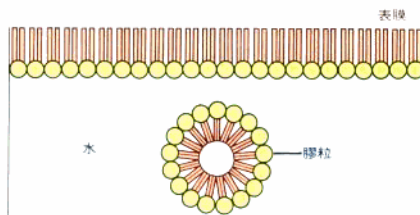


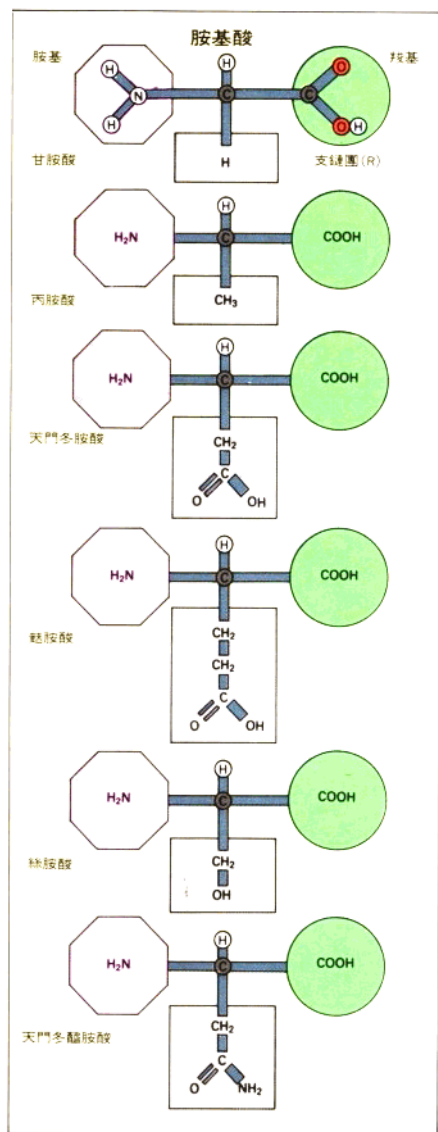
◀◀磷脂質類(phospholipids)的基本組成是二個脂肪酸(fatty acids)及一個磷酸基接一個醇類(通常是甘油)而組成磷脂酯，然後再接另一極性基團就形成磷脂質類。卵磷脂(lecithin)是磷脂質類中最常見的一種，它的極性基團是膽鹼—— $(CH_2)_3NHCH_2CH_2OH$ ，具一條短鏈的醇類。膽鹼的氮基基連接在磷脂酯的磷酸基上，左圖中難以圖形表示磷脂質的極性端，它的比例卻較實際的大小誇張了一些。



▲▼這是典型植物細胞經電子顯微鏡放大後的照片：細胞被一層膜包圍，細胞內有許多小器官，這些胞器的外部也各有一層膜(►37頁)，這些膜的基本構造大致相同。由各種脂質，主要是磷脂質(如卵磷脂，lecithin)所組成。若磷脂質從膜中被純化出來，放在水裏，它們會自然形成一層表膜或出現許多球狀的細小膠粒(micelles)，這是因為磷脂質分子中的厭水性尾端被水排斥。細胞膜上(下圖所示)的磷脂質分子形成雙層結構，即為相同的原理。

脂質的聚集





胺基酸：蛋白質的組成單位

蛋白質 (protein) 在體內可以發揮各種作用，幾乎無所不能，如進行催化反應 (酶)、驅逐外侵者 (抗體, antibody)、儲存及運送氧氣 [血紅素 (hemoglobin) 及肌紅素 (myoglobin)] 或組成肌肉、皮膚、毛髮及各種組織。

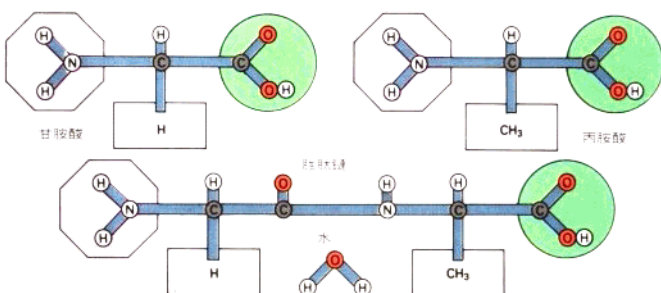
蛋白質以不同型式存在體內，而基本組成卻都是二十種胺基酸，這些胺基酸以不同組合方式連接成長鏈的蛋白質，而鏈長較短的則稱多胜肽鏈 (polypeptide)。

所有的胺基酸都是由一個羧基及一個胺基構成，並且都接在同一個碳原子上，而「支鏈」 (side chain) 也接在這碳原子上。不同的胺基酸就是由不同的「支鏈」來區分的。而其中四種化學家最易合成的胺基酸——甘胺酸 (Gly, glycine)、丙胺酸 (Ala, alanine)、天門冬胺酸 (Asp, aspartic acid) 及穀胺酸 (Glu, glutamic acid)，是構成蛋白質最常見的胺基酸，很可能也是古代海洋中最早形成的胺基酸。

蛋白質分子的另一個共同特色，是由一個胺基酸的羧基連接下一胺基酸的胺基 [這之間的鍵結構稱胜肽鏈 (peptide bond)] 構成的。生物體主要靠基在這種鍵結上，而不以其他方式，例如以支鏈來連結。這種以碳原子為中心的連結方式，是蛋白質分子組成的一致骨架。蛋白質中胺基酸連接的次序非常重要，因為這順序決定了各支鏈間再形成三度空間鍵結時的立體結構，而這立體結構也決定了蛋白質在生物體內所執行的功能。

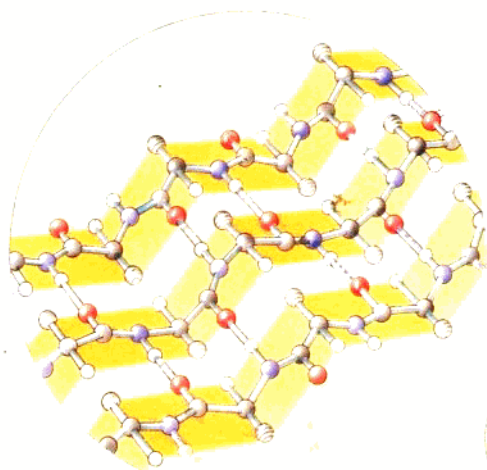
立體結構對蛋白質很重要，特別是酶這種生物催化劑 (biocatalyst)。酶可啟動一項化學反應或調節反應速率，控制細胞內的代謝過程。如同一般化學反應的催化劑，酶的量在加速反應的過程前後並未減少；然而酶在催化反應的特異性 (specificity) 及效率兩方面遠比一般催化劑優異，例如它能使大部分生化反應加速一百萬倍，而體內的生化反應若缺乏酶，將是不可能進行的。

酶並非無選擇性地催化著生化反應的進行，因此，它能準確地協調身體的所有代謝作用。幸運的是酶具有獨特的立體結構，而立體結構又由組成蛋白質的胺基酸順序所決定，因此酶具很高的特異性——大部分的酶只催化一項反應。由此可知生物體需要不同的酶來進行體內各式各樣的生化反應，如一個細菌細胞至少就含有二千多種以上的酶。



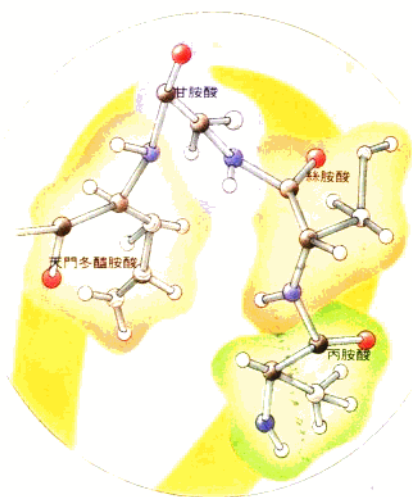
▲自然界中共有二十種胺基酸，其組成都是由一羧基及一胺基端所組成，彼此以胜肽鏈連接 (如右圖)。這個鍵形成時，會產生一分子的水。一種胺基酸和另一種胺基酸之所以不同，主要是連接在中心碳上的支鏈不一樣，有些支鏈屬於厭水性，因此這些胺基酸會集中在蛋白質中央，避免和水接觸。

其他具親水性支鏈的胺基酸分子帶正電或負電，可吸引或排斥其他也帶電的胺基酸。胺基酸中的胱胺酸 (methionine) 及胺基甲硫醇丁酸 (cystine) 都含有硫，可以和其他含硫的胺基酸分子形成很強的雙硫 (disulfide) 鍵，些因素都會影響蛋白質的立體結構。



►圖中的四個胺基酸，是一個含四百一十六個胺基酸的蛋白質之部分構造。這個圖形是從一個高2.5公尺的蛋白質模型摘錄下來的，胺基酸分子內的原子都以一個個小塑膠球表示。

◀下圖中的粗箭頭是β摺片結構(beta sheet)的斷面圖形。這是由兩股或多股蛋白質鏈平行排列而成的，不同鏈之間則藉羧基與相鄰鏈的胺基形成氫鍵來維繫。



●共價鍵
●氫鍵
●碳
●氧
●氮
●氫
●硫

◀▼蛋白質的立體結構(conformation)是由胺基酸的組成順序來決定的。大部分的蛋白質都含有α-螺旋體(α-helix)及β-摺片兩種蛋白質組成的「基幹」。然而，有些胺基酸有利於形成β摺片，有些則傾向α螺旋體，例如：丙氨酸是β摺片結構中最常見的胺基酸，麩氨酸則勢必形成α螺旋體。

為什麼某些區域常會形成β-摺片或α-螺旋體，而其他部分則否，這當中還牽涉許多不同的因素。

◀左圖中的蛋白質是磷酸甘油酯激酶。它的構造可分為兩個部分，而連接兩部分的「樞紐」是該酶活性的關鍵處。當受質與酶結合後，酶的結構會產生變化(包括「樞紐」的結構)，「樞紐」位置的改變使這兩部分的角度也產生扭轉，而這變化正提供了受質反應的適當環境。

▼圖中的圓筒表示α-螺旋體。羧基和胺基之間形成氫鍵，使它們連繫在一起。圖中共有九個胺基酸。

