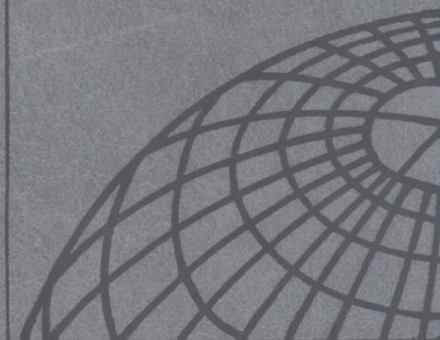
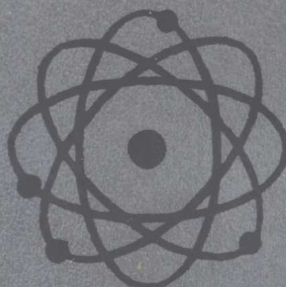
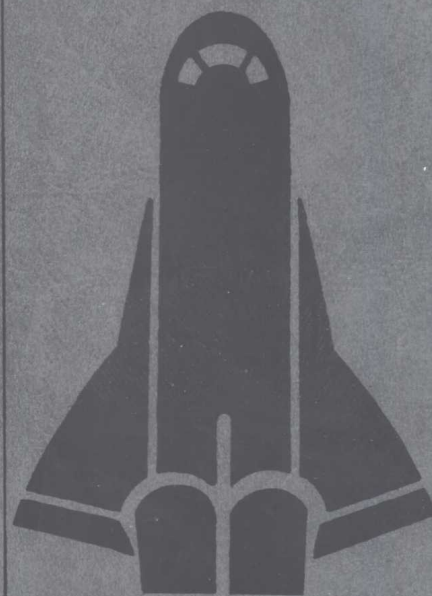
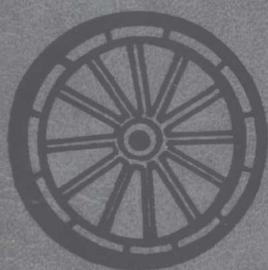


大英科技百科全书

ILLUSTRATED ENCYCLOPAEDIA OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY



大英科技百科全書 3

中華民國七十四年五月初版

發行人 林 春 輝

編 者 本局編輯部

出版者 光復書局股份有限公司
台北市復興北路38號 6 樓
郵政劃撥帳號第0003296 5
電話：771-6622

登記證字號 行政院新聞局局版台業字第0262號

排 版 紀元電腦排版股份有限公司 ☎307-5141
台北市寧波西街99號 2 樓

紙 張 永豐餘造紙股份有限公司

印 刷 弘盛彩色有限公司 ☎304-8769

裝 訂 堅成裝訂廠 ☎982-2634

©Gruppo Editoriale FABBRI Editori S.P.A.
Milan 1985

©Kwang Fu Book Co. 1985

林英智 台灣大學化學系副教授
美國加州大學洛杉磯分校博士

林宜勝 洪建全兒童圖書館館長
台灣大學外文系學士

於幼華 台灣大學環境工程所教授
美國華盛頓大學環境工程博士

洪祖培 台大醫學院神經科主任
日本北海道大學醫學博士

柳 樞 台灣省林業試驗所研究員
美國奧勒岡大學研究所研究

張石角 台灣大學地理系教授
英國倫敦大學碩士

許瀛鑑 師範大學工教系教授
美國州立東北密蘇里大學研究

楊兆麟 士林榮總婦產科主任
國防醫學院醫學學士

溫振源 台大醫學院解剖科副教授
新加坡國立大學哲學博士

錢凡之 淡江大學物理學副教授
美國休士頓大學博士

郭明彥 大同工學院電機系副教授
交大電子研究所畢業

陳君傑 清華大學動力機械所副教授
美國羅格斯大學博士

陳建初 海洋學院養殖系系主任
日本九州大學農學博士

蔡章獻 台北市立天文台台長
韓國立命館大學

蔡義本 中央研究院地球所所長
美國麻省理工學院博士

簡曜輝 師範大學體育系系主任
美國明尼蘇達大學博士

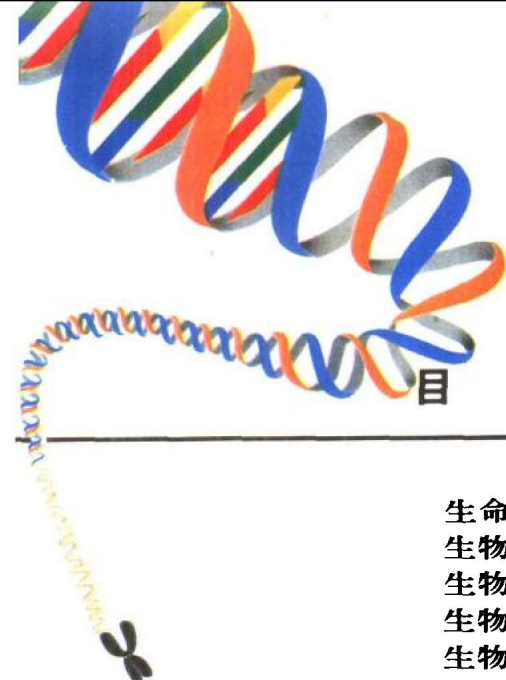
顏明雄 台灣工業技術學院副教授
日本東京工業大學博士

鄭元春 台灣省立博物館助理研究員
台灣大學碩士

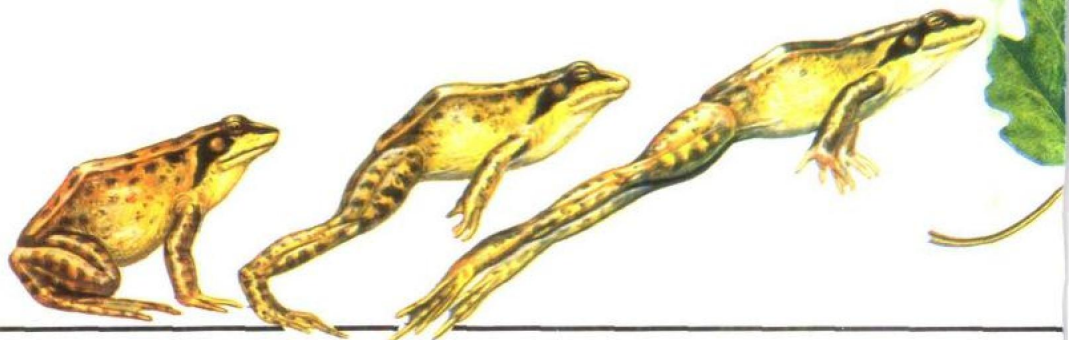
鄭文隆 台灣工業技術學院營建系教授
美國華盛頓大學土木博士

鄭復華 清華大學管理決策所副教授
美國俄亥俄州立大學博士

譚天錫 台灣大學動物系教授
台灣大學動物系畢業



目錄



生命物質 Living Matter	8
生物工程 Ergonomics	16
生物工程學 Bioengineering	18
生物光 Bioluminescence	22
生物回饋 Biofeedback	24
生物周律 Biorhythm	26
生物社會學 Sociobiology	28
生物量 Biomass	32
生物學 Biology	36
生物電 Bioelectricity	42
生物熱力學 Bioenergetics	44
生物鹼 Alkaloid	46
生長 Growth	48
生產 Birth	50
生殖作用 Reproduction	52
生殖器官 Reproductive Organs	54
生理學 Physiology	56
生態學・生態體系 Ecology and Ecosystems	60
生質氣 Biogas	64
甲狀腺 Thyroid	66
甲烷 Methane	68
甲苯・二甲苯 Toluene and Xylene	70
白堊紀 Cretaceous Period	72
白喉病 Diphtheria	74
皮革・鞣革 Leather and Tanning	76
皮膚 Skin	80
石油 Petroleum	82
石油化學品 Petrochemicals	86
石油蛋白質 Petroprotein	90
石炭紀 Carboniferous Period	92
石棉 Asbestos	96
示波器・示波記錄器 Oscilloscope and Oscillograph	98
立體化學 Stereochemistry	100
立體成像 Holography	102
立體身歷聲 Stereo	104
交通控制 Traffic Control	106
休克 Shock	108
光 Light	110
光(量子論) Quantum Theory of Light	116
光化學 Photochemistry	120
光合作用 Photosynthesis	122
光雷達 Lidar	126



本書使用方法

「大英科技百科全書」共計十五冊，前1～14冊爲本文，第15冊爲索引自成一冊。

本文部分是3360頁圖文並茂的科學與科技新知，依據本套書的組成單元——科技名詞編輯而成。

「大英科技百科全書」共有1240條科技名詞，依中文筆畫別排列；若筆畫別相同者，再以部首先後順序排列而成（部首順序係以中華書局出版的「辭海」爲藍本）。

例：化學元素

太空梭

「化」與「太」同樣爲四畫，「化」的部首匕在「太」的部首大之前，則「化學元素」的排列順序應排在「太空梭」之前。

因本書係採用電腦編書作業，1240條名詞的排列順序，先比第一個字的筆畫及部首，然後再依序比第二、三

個字的筆畫及部首，第四個字則依照電腦的中文內碼排列。

例：心臟病學

心臟病發作

先比前三個字的筆畫及部首，因前三個字的筆畫完全相同，第四個字「學」與「發」，因「學」的電腦之中文內碼在「發」之前，因此「心臟病學」應排在「心臟病發作」之前。

而部首筆畫的算法，係依辭海部首的排列順序。例①：苯，部首艸應爲艸，艸六畫，連下面的本五畫計十一畫。例②：肺，月應爲肉，肉六畫，連右邊的市五畫計十一畫，其他：應爲水四畫、王應爲玉五畫、扌應爲手四畫、辵應爲足七畫等，依此類推。

本書涵蓋數學、物理、化學、資訊、太空、天文、生化、材料科學、工程、醫學……等計46科科學科技範疇的1240條名詞，除了解釋該項名詞的意義，

並將其由來、演變及發展，附加圖解加以詳細的介紹。在文末也經常附註「參閱第×冊第×頁」，提供相關資料。

一般說來，使用本書最好的方法，最先從索引或目錄找起，讀者需查閱某一條目時，可先算出筆畫，由目錄或索引中找出您最感興趣的，直接翻閱那一條目的內容，這樣可以節省時間。這種條目名詞的編排方法，有助於想以這種方式閱讀的讀者。

索引是本書的最大特色，除了以筆畫別排列的中英對照索引之外，爲了便於僅知英文名詞而不知中文譯名的讀者，在中英對照的索引之後，也加列了英中對照的索引。本書的索引編排方式與一般傳統的編排迥然不同，索引條目分列大小條目，大條目以黑體字表示，與大條目相關的許多資料則詳列其下，使讀者查閱該條目時，可同時參考相關資料。

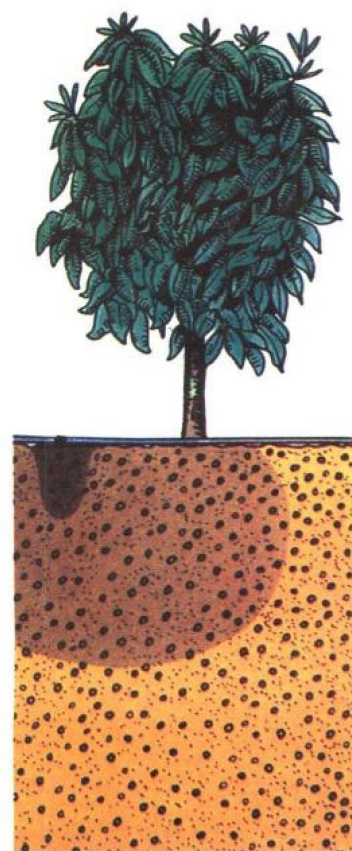
例：糖尿病 **Diabets** 3·134，
9·76，13·30，148
門診分析 **Clinical analyses**
13·188
對胰臟的作用 **effects on**
pancreas 1·20
胰島素注射 **insulin syringe**
1·136
尿崩症 **insipidus** 13·36

糖尿病爲大條目，與糖尿病相關的資料如門診分析、對胰臟的作用、胰島素注射、尿崩症等則詳列於糖尿病之下，使讀者在查閱糖尿病這一條目時，與它相關的資料一次就可以很便捷的查閱到。

總之，使用本書最好的方法就是先從索引翻閱起，再閱讀圖文並茂精彩的內容，從中發現樂趣，並藉以擴展您的心智及創造力，提昇您的科技知識。



光電池 Photoelectric Cell.....	128
光電倍增管 Photo Multiplier	130
光電學 Electro-Optics	132
光凝固 Photocoagulation.....	134
光學 Optic.....	136
光學文字辨認 Character Recognition, Optical.....	140
光譜 Spectrum.....	142
光譜學 Spectroscopy	144
先天缺陷 Birth Defect	146
先寒武紀前代 Precambrian Era	148
全新世 Holocene Epoch.....	152
共振 Resonance	156
再生 Regeneration	158
冰河 Glacier	160
冰河時期 Ice Ages	164
冰淇淋 Ice Cream	168
冰箱・冷凍室 Refrigerator and Freezer.....	170
印刷 Printing.....	172
吉他 Guitar	176
合成燃料 Synthetic Fuels.....	178
合成纖維・織物 Synthetic Fibers and Fabrics.....	180
合板 Plywood.....	182
合金 Alloy.....	184
同位素 Isotope.....	186
同軸電纜・導波管 Coaxial Cable and Waveguide	188
回收 Recycling.....	190
地函 Earth, Mantle of the	194
地形學 Geomorphology	196
地核 Earth, Core of the	200
地殼 Earth, Crust of the	202
地球(行星) Earth(Planet).....	206
地球化學 Geochemistry.....	212
地球物理學 Geophysics	216
地球體 Geoid.....	220
地圖・製圖 Maps and Mapmaking.....	222
地圖學 Cartography.....	224
地熱能 Geothermal Energy	226
地貌學 Topography	228
地質圖 Geological Map.....	230
地質學 Geology.....	232
地震 Earthquake.....	238
地震儀 Seismograph	242

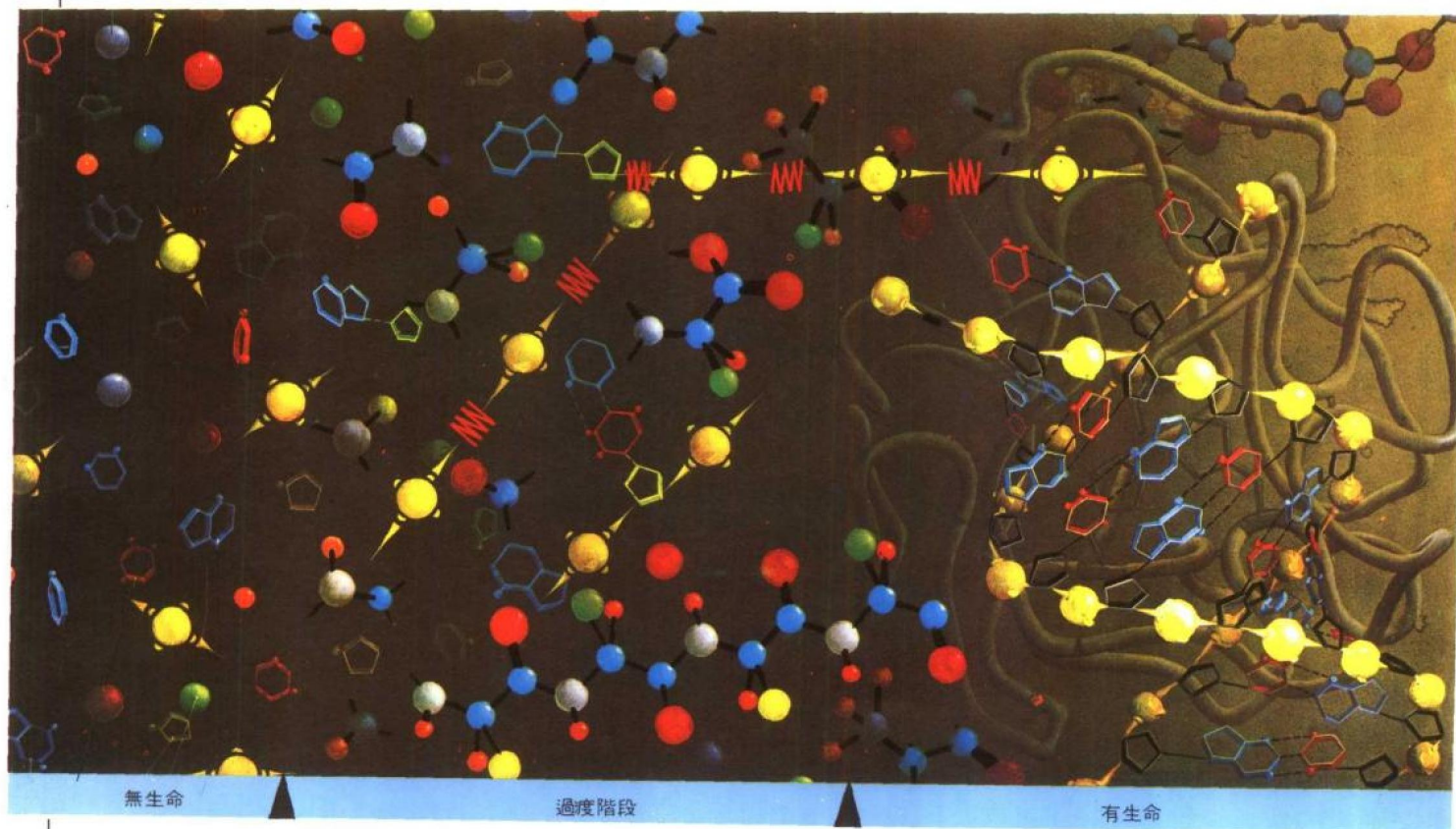


生命物質 Living Matter

在地表，其上、下的生命形態種類之多，範圍之大是相當令人驚奇的。例如細菌、孢子等，在距離地表好幾公里的平流層底層，也曾被發現與灰塵一樣的飄浮著。而一些種類特殊的生物，例如，大型會發光且奇形怪狀的魚類，却生活在海洋的最底層。此外，生物對氧的需求也各不

生命。雖然很多科學家(不包括哲學家)一直在思考這問題，但經過了幾世紀，至今仍未能找到方便且普遍被接受的定義。所有的生物——像鯨魚、世界爺及 PPLO 等——都有一些基本的特性。這些特性可視為一種生命的現象，那就是，它們都可以和環境交換物質(例如食物、水、廢物

需藉著酵素(enzyme，一種大分子蛋白質，可催化或加速細胞中的化學反應)、輔酶(coenzyme，輔助酵素作用的分子)以及高能量分子間快速的反應，切斷食物或合成有用的物質，像蛋白質。同樣的，細胞生殖時，藉著核酸(一般為 DNA 或去氧核糖核酸 deoxyribonucleic acid，是



相同。例如：有些生物需要氧才能生存，有些却无法忍受它的存在。

也許由不同生物體積的變化，更容易看出其間的差異。現今地球上最大型的動物當屬鯨魚，最大型的植物為世界爺(美洲杉)，而最微小可以獨立生存的生物，是一種稱為微漿菌(mycoplasma)的微生物，又稱作 PPLO。

直徑約 $1000\text{\AA}$ (10^{-7} 公尺)的單細胞微漿菌，只能在電子顯微鏡下才看得見。我們會以為鯨魚、世界爺以及微漿菌這三者之間，似乎少有共同點；然而事實上，它們所共有的，却是最重要的——通稱為「生命物質」。

代謝作用和生殖

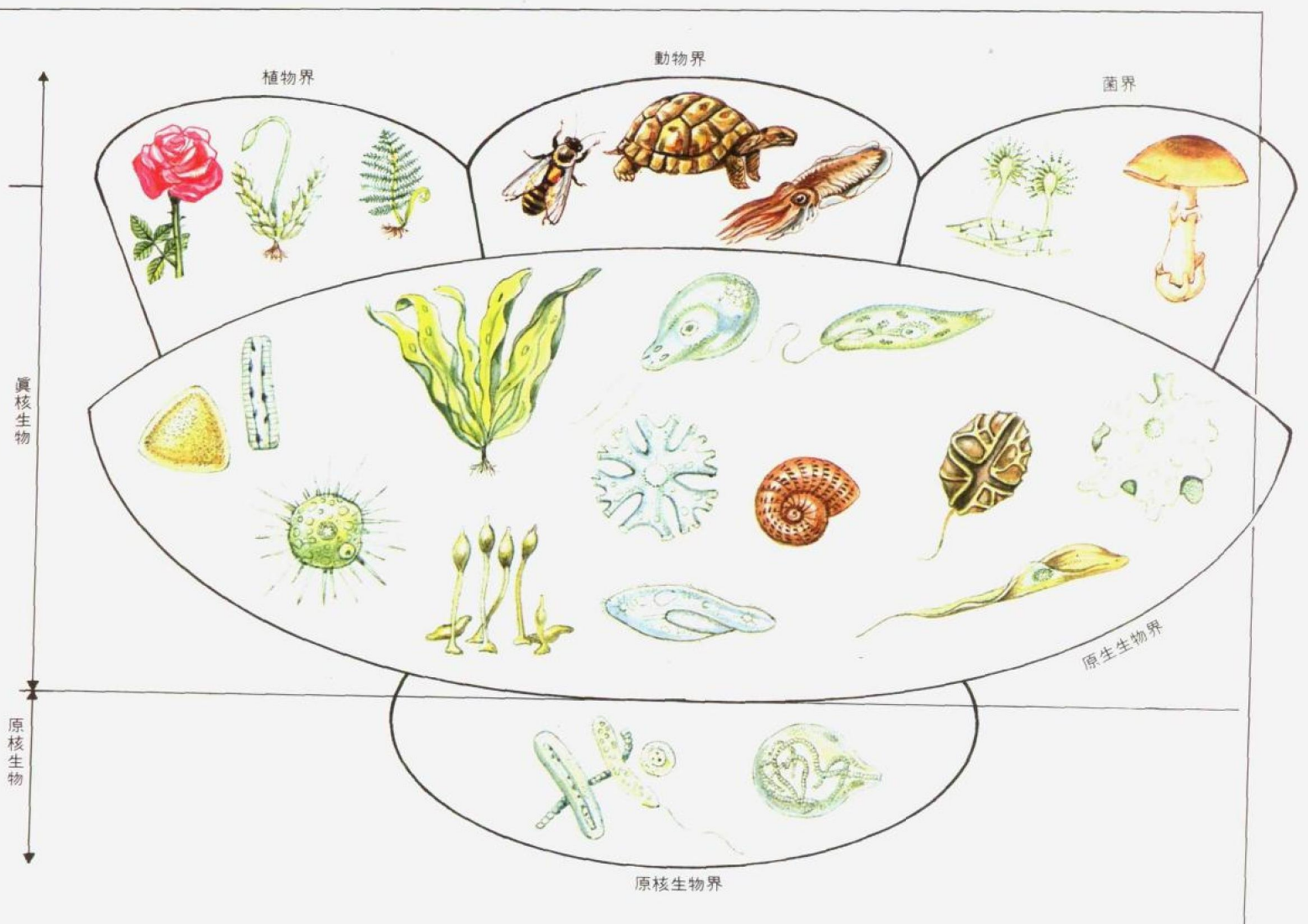
要定義生命物質前，得先需要了解何謂

以及其他化學物質等)，這種持續進行的過程稱為代謝(metabolism)。經由代謝作用，生物體可以得到足夠的能量，以維持本身生化工廠的正常運作。

所有生物體都可產生子代或複製本體，這種過程稱為生殖(reproduction)。不僅如此，生殖亦可視為是遺傳物質傳遞的過程，由親代傳給子代的期間可能引起突變(mutation)，或基因的隨意交換。突變導致了自然淘汰——選擇出最能適應環境並生存下去的改變。因此生物體不僅可保存其原有品種，且經由長期一點一滴增加新特性的演化，而趨向於更複雜、更有效率。

由於代謝或生殖作用，並非僅由單一的物質或分子即可發生，因此也沒有單純的「生命物質」。例如細胞進行代謝作用時，

上：俄國生化學家歐帕律 (A. I. Oparin) 在西元 1920 年代提出關於生命起源假說的證明。歐帕律認為，生命物質是由原始地球表面無機化合物(無生命)的一連串反應而自然形成的。這反應導致了簡單有機化合物(有生命)的形成。根據歐帕律的假說，這些原始的生物分子(過度時期)繼續反應並互相結合，形成越來越複雜的分子，直到某些分子獲得了生殖及生命的能力。



構成基因的物質)和酵素間規則性的反應，加上細胞中的化學建材，引發了基因的複製，而同時分裂成兩個子細胞。酵素是如此有效地促進了反應的進行，一般而言，平均每個分子的酵素，每秒可促成100個蛋白質的產生。

組合機能

生命物質可視為是一種最小的分子組合體，這些分子共同維持代謝作用、生殖作用以及其他生命現象的持續進行。當這些分子獨立存在時，便不成為生命物質，因為無論酵素或核酸，均無法單獨表現出生命的現象。

在原始地球表面溫暖的化學物質「混沌」中，偶然的機會形成了最原始的核酸，這些核酸直到有了生化機構或所謂的密碼之

後，在酵素的催化下才開始複製。由於這兩種關鍵物質間的關係，而賦予了生命的特性。

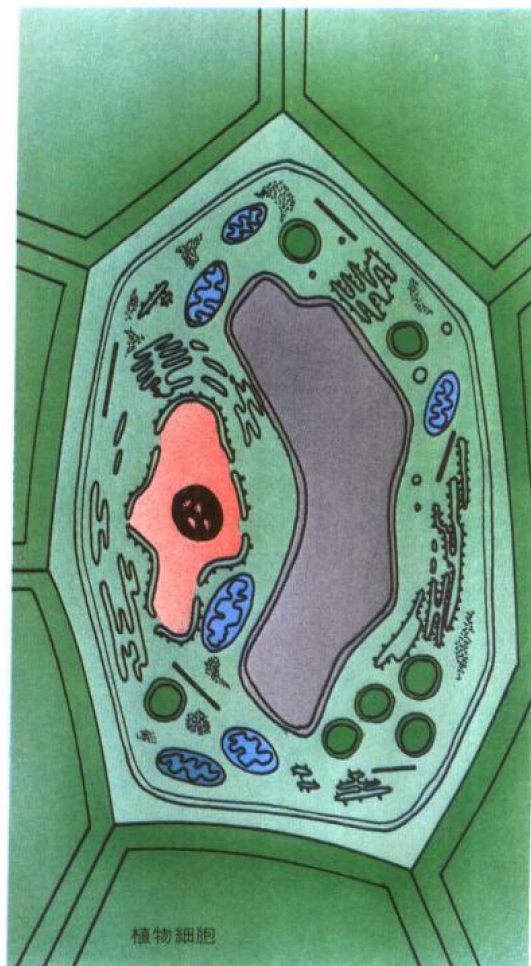
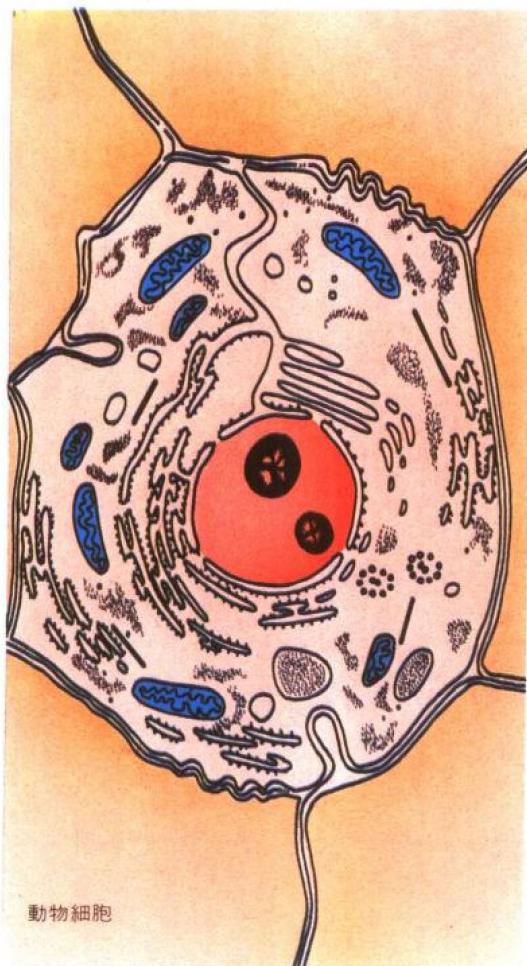
生命物質可以被分解成幾個不同的操作層次。例如，生物體能夠被分解成它們的基本構造：細胞。同樣的，細胞也能被分解成次組織(component subchamber)，或稱胞器(organelle)，一些像代謝作用等的機能便在此處發生。胞器是一些具特殊生化特性分子的聚集所在，這些分子可以被解離成其構造成分：原子。藉由這些原子，我們可以更加容易了解，為什麼生命物質需以此種方式進行其工作？

活力劇場

細胞可說是生命物質中最基本的活性單位，所有活的有機體都由細胞組成。依照

上：草圖中是個分類系統，將生物體分成5個「界」——即原核生物界（藍綠藻及細菌）、原生生物界（原生動物及其他單細胞生物）、植物界（高等植物，具有發達的細胞壁）、菌類（黴菌及蕈菌）以及動物界。最後一類包括具細胞構造的所有動物。此分類系統也詳細地規畫出原核生物及真核生物，前者的原始細胞缺少核膜，後者的生物都具有明顯的核膜。

動物細胞(左)及植物細胞(右)的比較。兩者皆為真核生物。也就是說，其細胞核被膜包圍住，細胞核中的物質可經由此膜與細胞質中的物質進行交換。植物組織與動物組織不同的是，植物細胞具有厚的細胞壁——大部分為纖維質，由簡單醣類形成的多醣類——以及與光合作用有關的胞器，即原形體。



內部構造及增殖的方式，一般細胞可分為原核(prokaryote)及真核(eukaryote)兩種。原核細胞是屬於較原始的一種，常見的例子包括細菌及所謂的藍綠藻。這種簡單的細胞，具有一層保護膜和一個充滿液狀體的內部，叫做細胞質，其中帶有一條遺傳物質(稱為染色體)。最低等生物的生化訊息，一般是帶有核糖核酸(ribonucleic acid)，或稱為 RNA。

雖然真核細胞比較複雜，但是簡單的生物，例如變形蟲也和植物及動物的細胞一樣是真核的。這類細胞的遺傳物質保存在充滿核蛋白的細胞核中，而細胞核藉著核膜與細胞中其他成分分開。

真核細胞的細胞質中有很多小的胞器，較重要的有粒線體(動物細胞進行代謝作用的場所)、葉綠體(植物細胞進行代謝作用的場所)、核糖體(蛋白質合成的場所)以及內質網(某些酵素貯存的地方)。一些流動的傳信(例如某些特殊形態的 RNA)、化學促進劑(如酵素)及一些基本的建材(如胺基酸 amino acid)等充滿在

這些胞器之間。真核細胞並不像原核細胞一樣，它是以有絲分裂(mitosis)進行增殖。有絲分裂的過程，首先由染色體分裂，並漸向兩邊移動，最後細胞才開始分裂。

生命元素

現在讓我們來看看那些對細胞構造有貢獻的一些原子。所有細胞的成分——例如核酸和酵素——都是非常複雜的分子，不論是大是小，這些分子都是由一羣普通的原子組合而成，所組成的形狀可能決定它們的生化特性。生命物質中最主要，也最普遍的元素是碳、氧、氫、氮、磷和硫。這些都是重要的構造元素，但絕非生命物質中存在的僅有元素。例如少量的鐵存在紅血球中負責攜帶氧分子的血紅素中，同樣地，少量的鎂也存在於植物體內，負責捕捉光能的葉綠素中。

生命物質中的所有成分都是僅由少數種類的元素所組合成的各種形態。例如：核酸僅含有碳、氫、氧、氮及磷等簡單的成

分，却具高度複雜的排列組合。胺基酸是組成蛋白質及大分子鏈(或稱聚合體)的構造單位，也僅由碳、氫、氧、氮及硫所組成。另外，以生化形式貯存能量的分子，例如腺核苷三磷酸(adenosine triphosphate)或稱為 ATP，其組成元素即與核酸相同。

然而僅有這些元素却不能視為生命物質，因為假如倒入適當比例的碳、氫、氧、氮及硫到一個燒杯裏，我們並不能得到胺基酸；而且生命物質除了這些原子外，還有其他更多的東西呢！

碳：重要的原子

前面曾提到的 6 個重要的元素裏，應該注意的是，氧和氫主要是以水的形式存在。而在大部分的生命物質裏，水約佔了總重的百分之九十，且通常不會少於百分之五十。若除去水，則碳該算是最佔優勢的元素了，約佔總乾重的一半；這就是為什麼在生命物質中，它是最重要元素的原因了。事實上，所有含碳的物質都可說是

有機性的。據了解，碳存在於所有活的，或曾經活著的東西裏。

元素表中所有的元素，碳是最常和其他原子形成複雜却穩定化合物的分子。碳原子外層有4個空軌域；也就是說，有4個開放的空間可以和其他的原子共用一個電子。碳也和本身形成非常強的鍵結，碳原子能和其他元素結合成穩固的鍵結、環，或者一個具有固定基本形狀又能接受基團

的錯合物。由此看來，碳提供了一個基本的化學骨架，供其他元素接附。大約只要1500個這種的碳基化合物，便足夠組成地球上所有的生命形式。

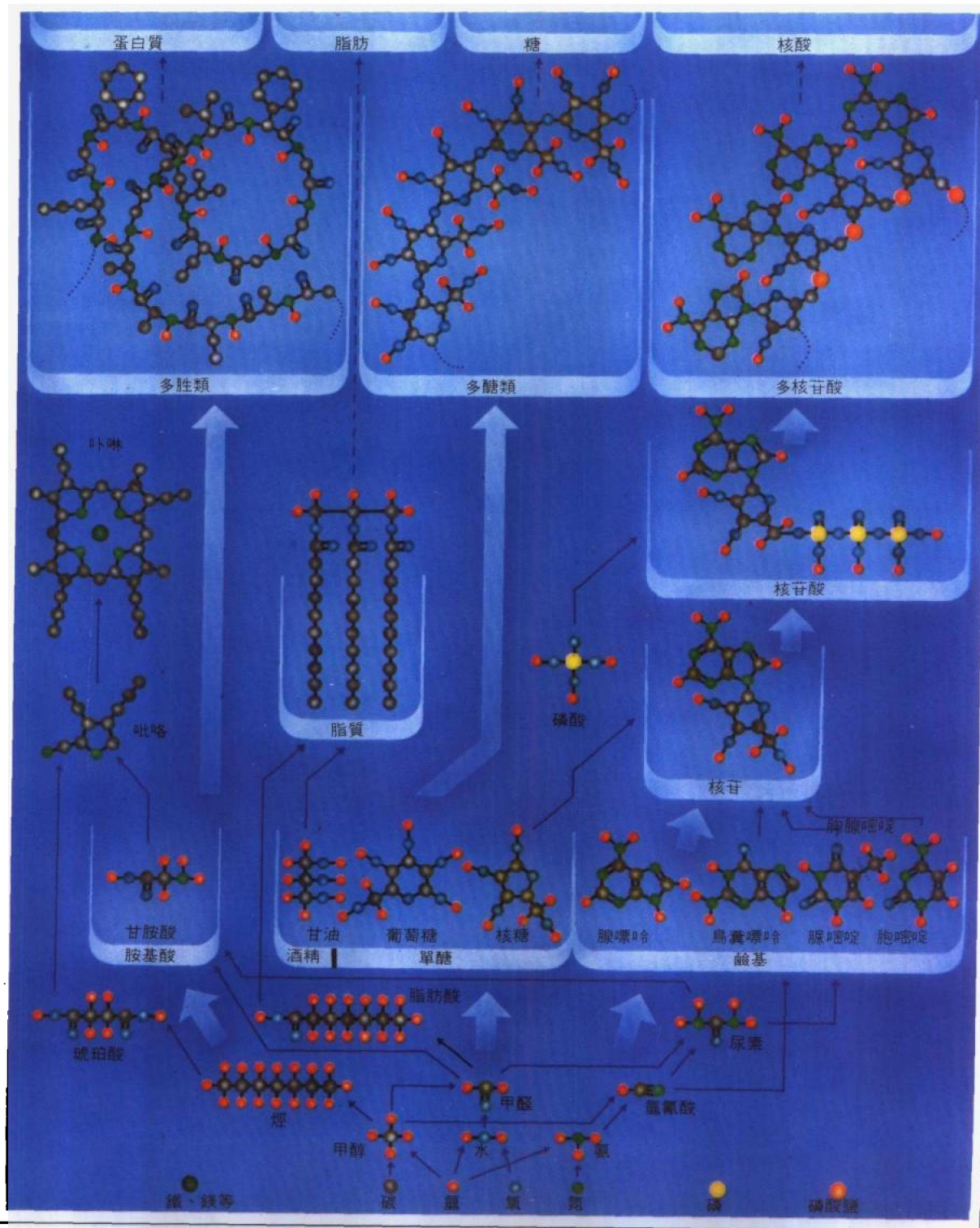
碳及代謝作用

由碳在代謝過程中所扮演的角色，即可了解它在生命物質中的地位，不僅做為構造元素，也是一種動力元素。植物體進行

光合作用把太陽能轉變成本身食物的過程中，碳是必須的元素。像植物體這種自給式的代謝方式稱為自營性 (autotrophism)。

綠色植物分別由空氣及根部吸取光合作用的基本元素：二氧化碳和水。這些光合作用的基本成分，一齊被帶到細胞的葉綠體中，葉綠體開始捕捉太陽的輻射能，用於切斷二氧化碳及水。植物細胞利用從太

右：甚至最複雜的有機分子也由一些基本的化學元素構成。其中大部分為碳、氮、氧及一些微量元素，列在表中下端。這些元素互相反應連接，形成化合物。同樣地，化合物間也相互反應連接，逐漸形成更大的複合物。經由這種方法，蛋白質因胺基酸的連接而形成。核苷酸是核酸的基本構造，單糖類形成了多醣類，而脂肪酸是產生脂質的基本單位。



陽獲得的化學能生產糖分子(繞著碳原子的長柄環生)，而過多的氧分子以氧氣形式放出。生物體可藉著一種需氧的氧化作用燃燒此糖分子，獲得能量以供應細胞其他功能所需。

動物的代謝作用

動物就像人類一樣，食物無法由本身體內產生，因此，必須由外界獲得。這種需要外來食物資源的營養方式稱為異營性(heterotrophism)，與自營性的自給式相反。

三種主要的食物來源——碳水化合物(包括澱粉與糖類)、蛋白質及脂質(包括脂肪及油脂)都是碳的重要來源。與植物體不同的是，大部分的動物在燃燒食物的過程消耗了氧(這就是為什麼人類及其他掠食性動物需要呼吸獲得氧氣)，並產生二氧化碳的廢棄物。動物在粒線體內進行氧化作用，其內富含酵素可促進食物的分解過程。

二氧化碳靠血液由體細胞帶至肺，而後被排出體外。就如同氧是植物光合作用的廢棄物，但却是動物由食物中獲取能量時的必須成分一樣；二氧化碳也是動物代謝作用的廢棄物，而却是植物光合作用的原料。這種氧和二氧化碳的互補循環，是自然界中最基本也是最重要的現象之一。

光學活性

碳的另一項重要功能是，能給予有機物質光學活性(optical activity)。光學活性是和旋轉偏振光(polarized light)的分子有關的一種特性。正常情況下，極化光旅行於高度規則化的平面上一——或上，或下，或向兩側。但是當它通過碳基分子時，此光面發生向左或向右旋轉，此種旋轉導因於碳基分子的構造。每種分子有其特定的光旋轉程度及方向，就如同是各個有機物質的指紋似的。

將光學活性的解釋根植於含碳分子的構造上，是因為碳原子有4個電子可共用，可以看成是三度空間的構造。其中三隻腳排列成個三角架，第四隻腳依附著直立突出，這些腳都是可與其他原子或原子團鍵結的點。由此可看出，當一個碳原子和4個完全不同的原子(或原子團)鍵結時，就像丟銅板可能出現正面或反面一樣，有兩種可能結構的分子會產生，這兩種分子稱為不對稱形(asymmetrical)。



具極化光的顯微鏡，已成為一種研究有機分子結晶構造的重要儀器。上：腎上腺激素的顯微照片。右：鞣固酮，為主宰男性性徵的一種激素。

不對稱分子

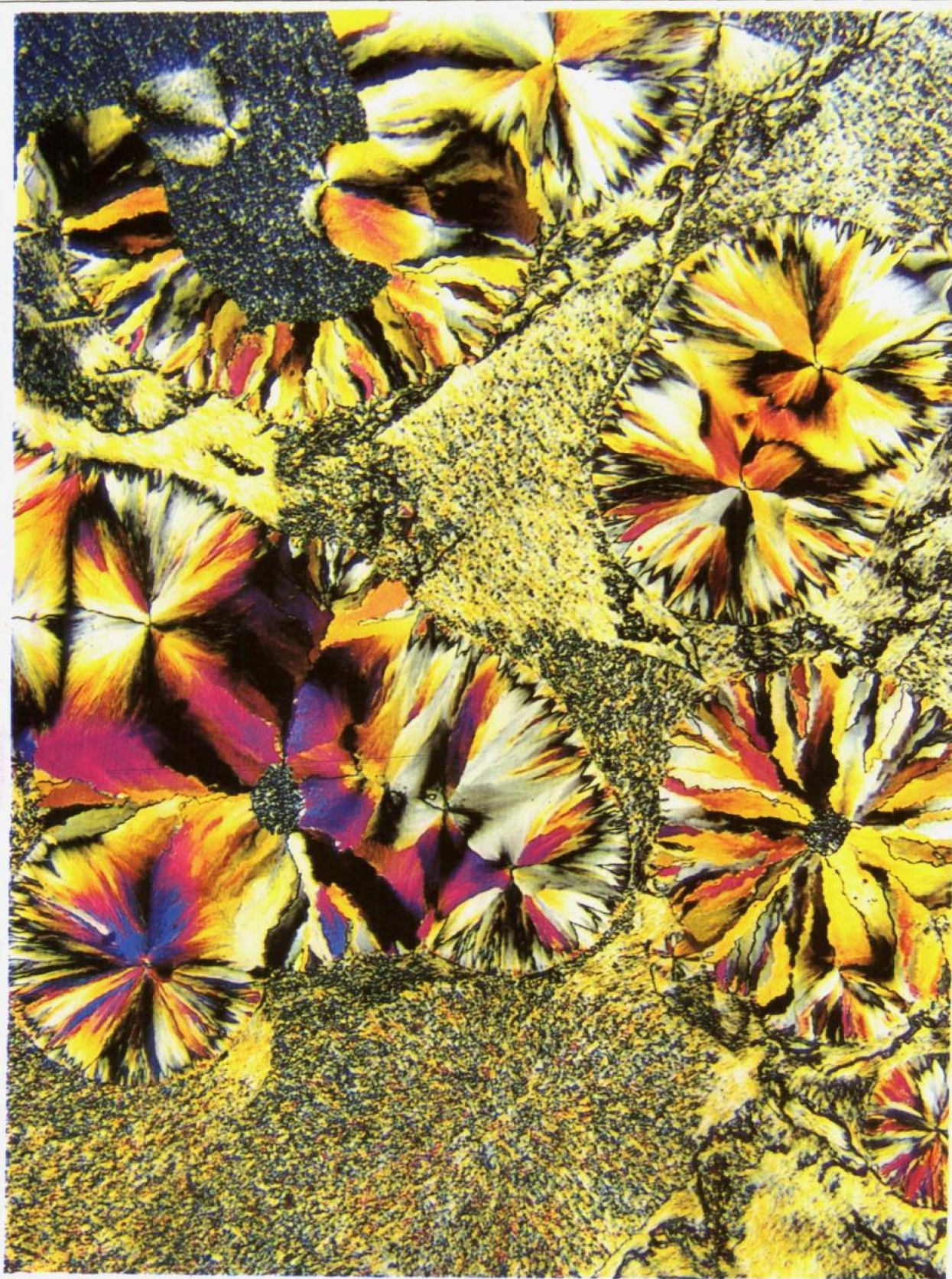
例如某個不對稱性的酵素，連接於其中心碳核的是4個不同的化學基因。這個酵素的構造形態可以比喻成一隻手套。一個具有與另一個酵素相同原子組合，且相同形狀的酵素，却並不完全相同於這另一個酵素。雖然它們的大小及形狀甚至完全相同，但其唯一的不同點在於彼此之間互為鏡像，就像右手手套僅是左手手套的鏡像一樣。

這種不對稱性非常重要，當酵素在活細胞中催化一個反應時，基本上它是適合一個分子的；就像手套一樣，剛好可填上它的空間。因此，一個右手形酵素，僅只對右手形分子有效。一個右手形酵素對一個



左手形分子是不會產生作用的。

其實不用覺得驚奇，這種不對稱性化學的相合原是自然界對生命物質的安排。事實上，所有活的生物體中某一種形態的所有分子，都一律傾向於右手形或左手形。



左：在這張極化光下，所拍攝的顯微照片之結晶構造是黃體激素，控制雌性排卵週期的激素。大部分的藥物避孕，都是用激素控制此一週期的。

換句話說，它們都具有相同的不對稱形，甚至於到達 10^{18} 比1的優勢，仍繼續產生同一手型的分子。

地球所有活的生物體內所有的胺基酸——蛋白質等複雜聚合體的建材——都具

有相同的不對稱形，可以說它們都是左手形。同樣地，幾乎所有簡單的糖類都是右手形。這種出現率之奇，就好比丟銅板，丟了幾百萬次，得到的總是正面，而不會出現反面一樣。

目前我們並不能完全了解，分子是如何變成左手形或右手形；但是，這種選擇似乎與地球上生命的起源有極端分不開的關係。我們想像，原始的粗製核酸鏈——也許經由任意碰撞，連接到富營養的原始化

合物之混合體上而產生——由於偶然的機會，形成了左手形胺基酸的遺傳密碼(就好像是銅板第一次所出現的面)。

然而一旦製造左手形胺基酸的化學密碼被建立後，這種過程已不再是機率問題了。可以說，這整個生化機器會按照，並且遵從它的左手形的始祖而發展。而所有的生命物質在碳分子化合物的不對稱性上，似乎也顯示出明顯的一致性。

蛋白質合成

雖然僅有左手形的胺基酸，却仍然能形成無數種的蛋白質。例如：一般約只有 20 種胺基酸用於人類或蛋白質的合成，

對於一個具有 6 個胺基酸的普通蛋白質鏈，就有 6400 萬種不同的可能結合(6 個位置每個都有 20 種可能的鏈基酸)。

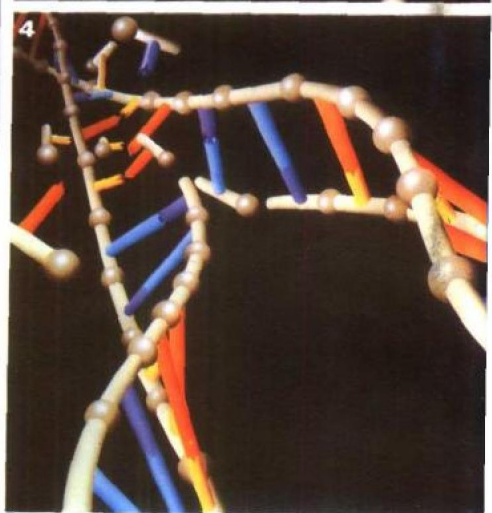
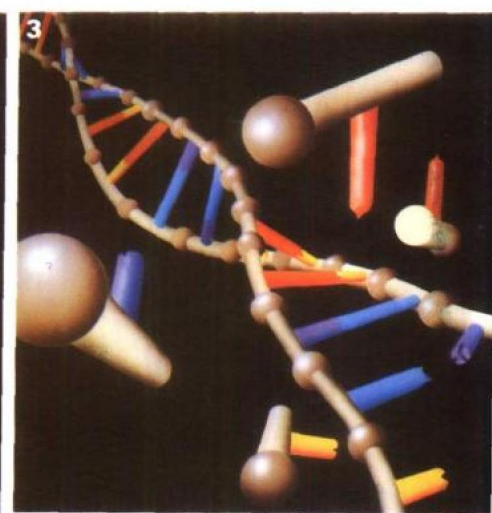
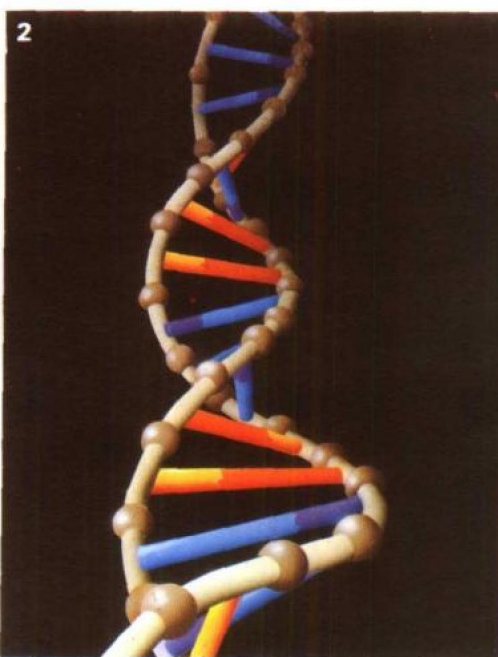
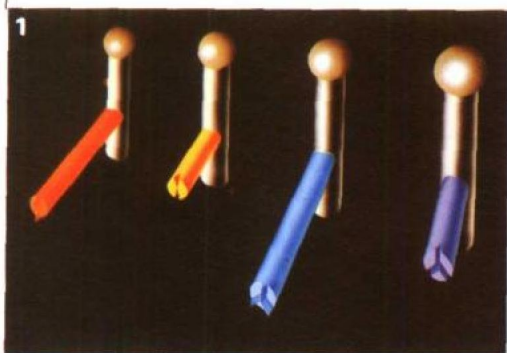
某些較複雜的蛋白質，例如酵素，可能含有幾千個胺基酸；而前面曾提過，酵素的作用是促進細胞內，也就是生物體內反應的物質。這些反應包括：分解食物、合成新的分子，以及聚合其他化合物使產生 DNA 及 RNA 的複製品，從而順利完成生殖作用。

核酸

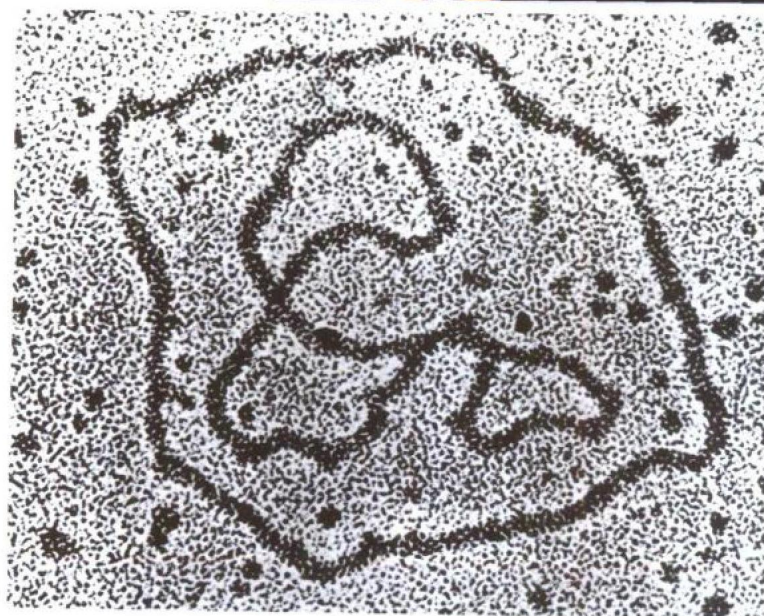
核酸——RNA 及 DNA ——作用與酵素有關。兩者間的關係也許是所有生命物

質的基本特性。DNA 提供了合成蛋白質，包括酵素的化學構造；而酵素催化細胞中的反應，包括 DNA 兩股的分開，以及迅速地組合各別互補的一股。以分子的觀點來看，核酸與酵素是「互搔對方的背」。

碳分子在核酸構造上也很重要。DNA 是由一種雙螺旋鏈所形成，這是種纏扭在一起的梯子，在梯子的每個橫擋中間靠稱為嘌呤及嘧啶的互補化合物(通稱為鹼基對)所連接。DNA 梯子的脊椎是由一種連接磷酸基(以磷為核心的原子團)的五碳醣所形成。



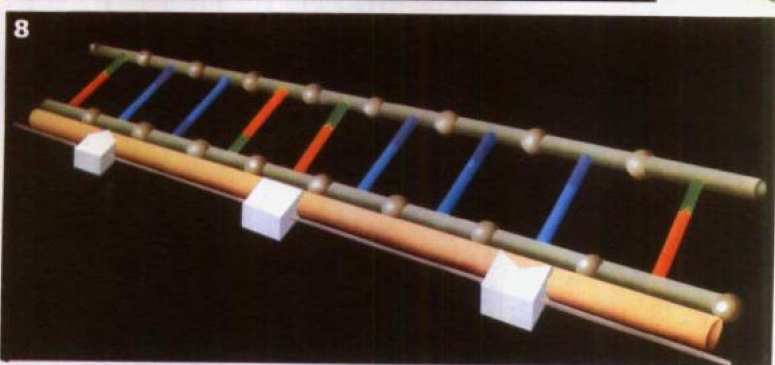
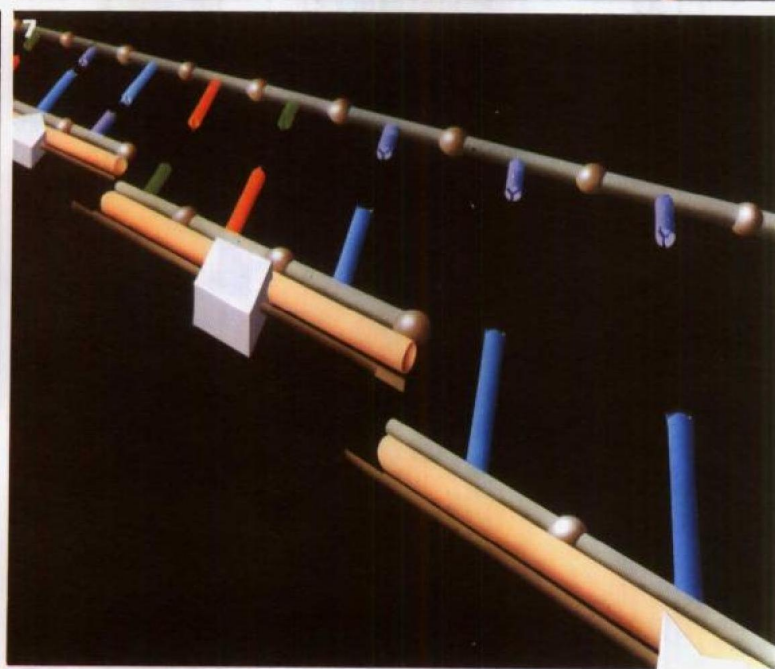
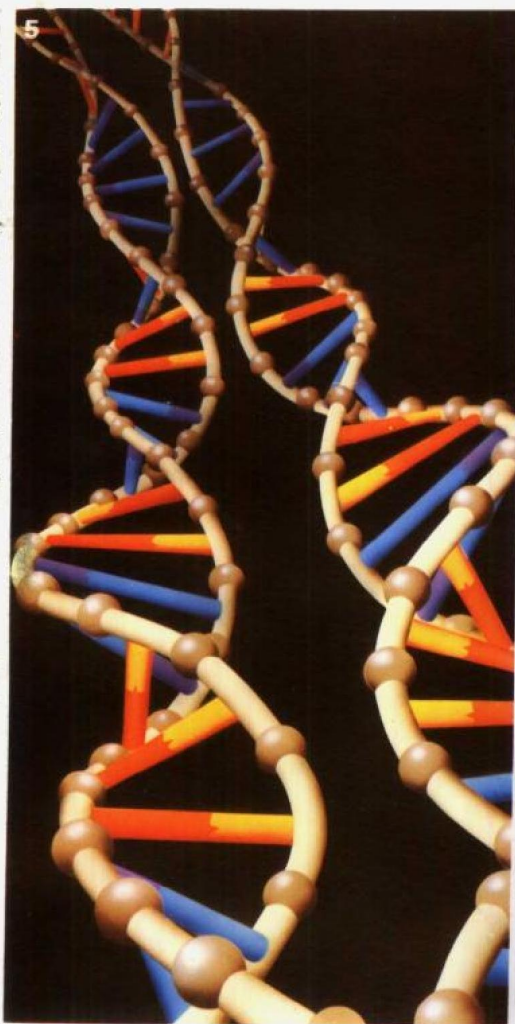
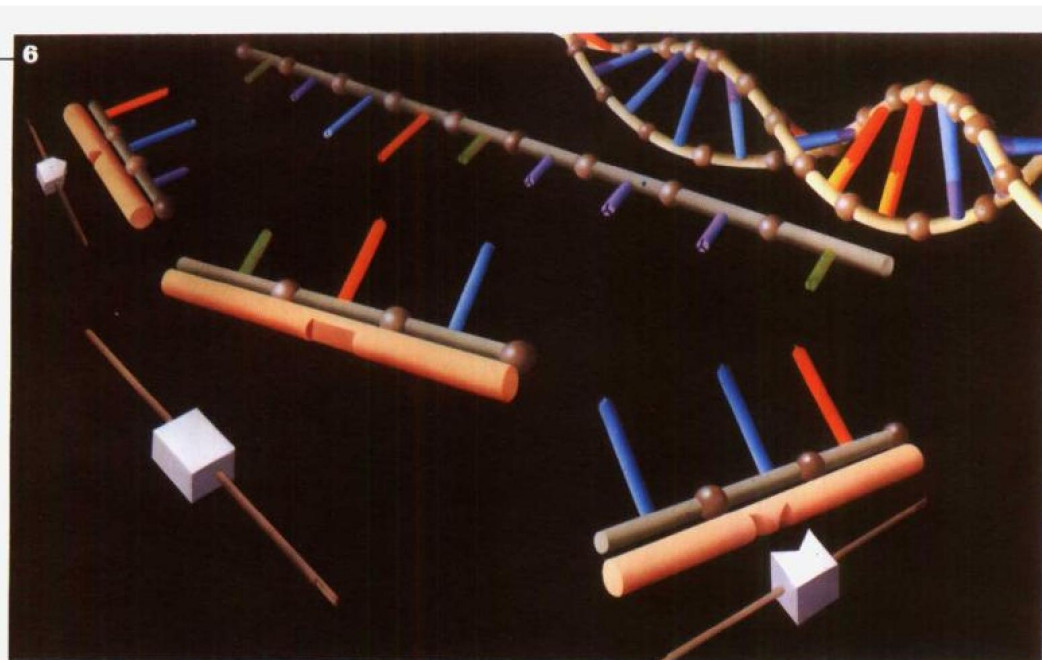
下：利用電子顯微鏡可看出，二條 DNA 在一個細胞的核中。



由最左邊的圖 1 到圖 5，此過程是在細胞分裂時，由 DNA 分子構造的「解開」到形成本身的複製品，這是為了使子細胞與母細胞具有相同的基本型態。

鹼基對

有兩種嘌呤(腺嘌呤 adenine 及鳥糞嘌呤 guanine)是由一雙碳-氮環所形成，及兩種嘧啶(胸腺嘧啶 thymine 及胞嘧啶 cytosine)，是由大部分為單鍵的碳-氮環所形成。當裸露時，腺嘌呤僅和胸腺嘧啶形成橫擋(或者鍵結)，而鳥糞嘌呤僅和胞嘧啶配對。複製時，這些在橫擋中間的分子對向兩邊裂開，分成二股 DNA，每一股正確地產生了一鏡像複製品，而後按照每個鹼基對的順序拼出一條特定的胺基酸或蛋白質鏈。這種系統是如此的簡單且絕妙，可以說是所有生命得以永存及不斷進化的基礎。



不論在鯨魚、世界爺或 PPLO 裏，這些簡單的建材——碳、氫、氧、氮、磷、硫等——組合了生產核酸的酵素，也組合了製造酵素的核酸。這些建材可說是所有生命物質的根本所在。

參閱第二冊 202～205 頁去氧核糖核酸·核糖核酸(DNA and RNA)；第三冊 36～41 頁生物學(Biology)；第七冊 150～153 頁基因(Gene)。

除了自身複製的能力外，藉由 RNA 的複製而產生核糖核酸分子，稱為傳信 RNA (圖 6、7、8)。此物質離開細胞核到細胞質裏，控制胺基酸序列的形成，並根據原來 DNA 鏈中的訊息，主宰蛋白質的合成。

在第六屆國際生物工程學會議上(標語:舊世界·新世界·唯一世界),一位這個組織的創始人駁斥當 1950 年該會創始之初有人反對選用「生物工程」這個名詞,他說:「有人認為它實在很醜陋,很難理解,又容易和經濟學一詞混淆。」(註:生物工程 ergonomics 又譯人因工程,其發音與經濟學 economics 很相近),他繼續解釋因它的醜陋使它更容易記住,和經濟學之間也有很大的關係,同時這個字正確地描述了這門學問的研究範圍:工作的法則和慣例。

生物工程是一種由各種學科專家所貢獻的科學,包括內科醫生、生理學家、物理治療學家、解剖學家、心理學家、工程師、物理學家、設計師、教師、溝通和經理專家、人類學家、生物學家、社會學家、動物學家、計算機程式師、馴獸師、甚至舞蹈符號的創始人。它是由一些範圍所組成的:包括生物力學、生物工學(也稱為生物醫學)、知覺心理學、人體測量學、時間和運動研究、人/機器系統、人類系數工程(也稱為人類工程)。

他們到底在做什麼?

生物工程師分析人/機器系統如何交互作用;他們尋求如何降低或補償與工作有關的生理、心理的壓力和疲勞;如何減少錯誤;同時經由改進工作環境以及組成工具、擺設、工作表面、職務組織,和工作訓練計劃等等,以提高效率、安全、和福利。這樣一門複雜的學問實在很難用一個名詞來表達。

在第二次世界大戰期間,這門學問開始萌芽。當時美國和英國的軍事計劃人員覺得在第一次世界大戰中,人力並未有效配置,因此尋找專家來設計關於人員安置的問卷,甚至提議新的工作範圍。當時有一批新的噴射戰鬥機出廠,這些飛機只有一個缺點:駕駛員無法坐進駕駛艙,於是人力顧問建議選派一組專家在工廠和工程師

及設計師一起工作,包括人體測量學家(測量人體的專家)、生理學家(知道人體如何運動),和知覺心理學家(研究感知輸入的心理過程),從此以後,軍事工業就大不相同了。

對這門學問有了全盤了解之後,就不再局限於軍事方面,而更平民化了。生物工程師發現了他們的根,至少可以遠溯——到被稱為醫學之父的,希普克拉蒂(Hippocrates)。他研究葡萄採收工人以及與其工作有關的疾病。西元 1770 年,柏納迪諾拉馬尼尼(Bernardino Ramazzini)在「勞工的疾病」(*The Diseases of Workers*)一書中,就已經學證不規則和劇烈運動對礦工和金屬工會造成有害的影響。

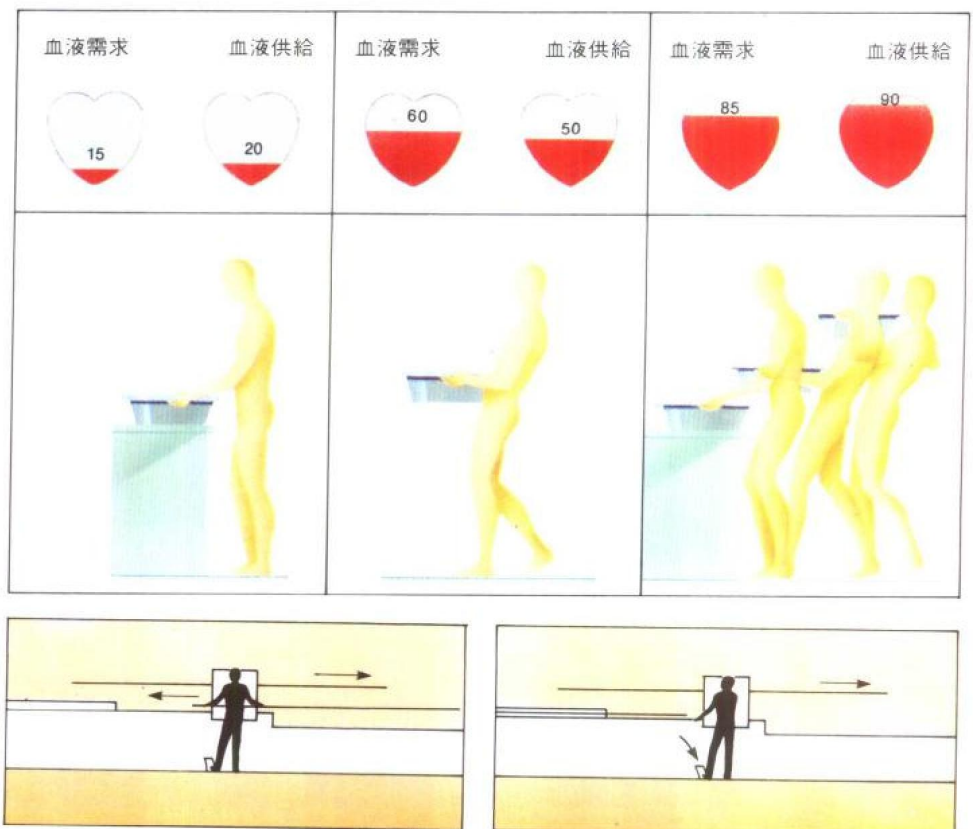
人類工程師——他們站在那邊?

在西元 1890 年代,福萊德瑞克·泰勒(Frederick Taylor)用碼錶計時伯利恒鋼鐵廠(Bethlehem Steel)工人的動作,並強迫他們把每個動作標準化。人類系數(human-factors)的專家認為泰勒表現出一種不幸的偏激態;他們較主張工人的健康、安全,和福利是高生產力的最佳保

證。即使人的心靈與被迫的行動,兩者永遠無法取得協調,但是生物工程師不斷地研究,同時在工業及交通安全規劃方面促成許多實際上的改進。一個他們正在研究的題目是視覺顯示終端機(video-display terminals,簡稱 VDTs)對健康的影響。

生物力學專家結合生物與物理、工程的力學理論,設計出整型外科元件和人體零件的人工代替品。因為他們研究諸如人骨強度和移動轉位步驟,因此對運動和復健醫學非常有幫助。

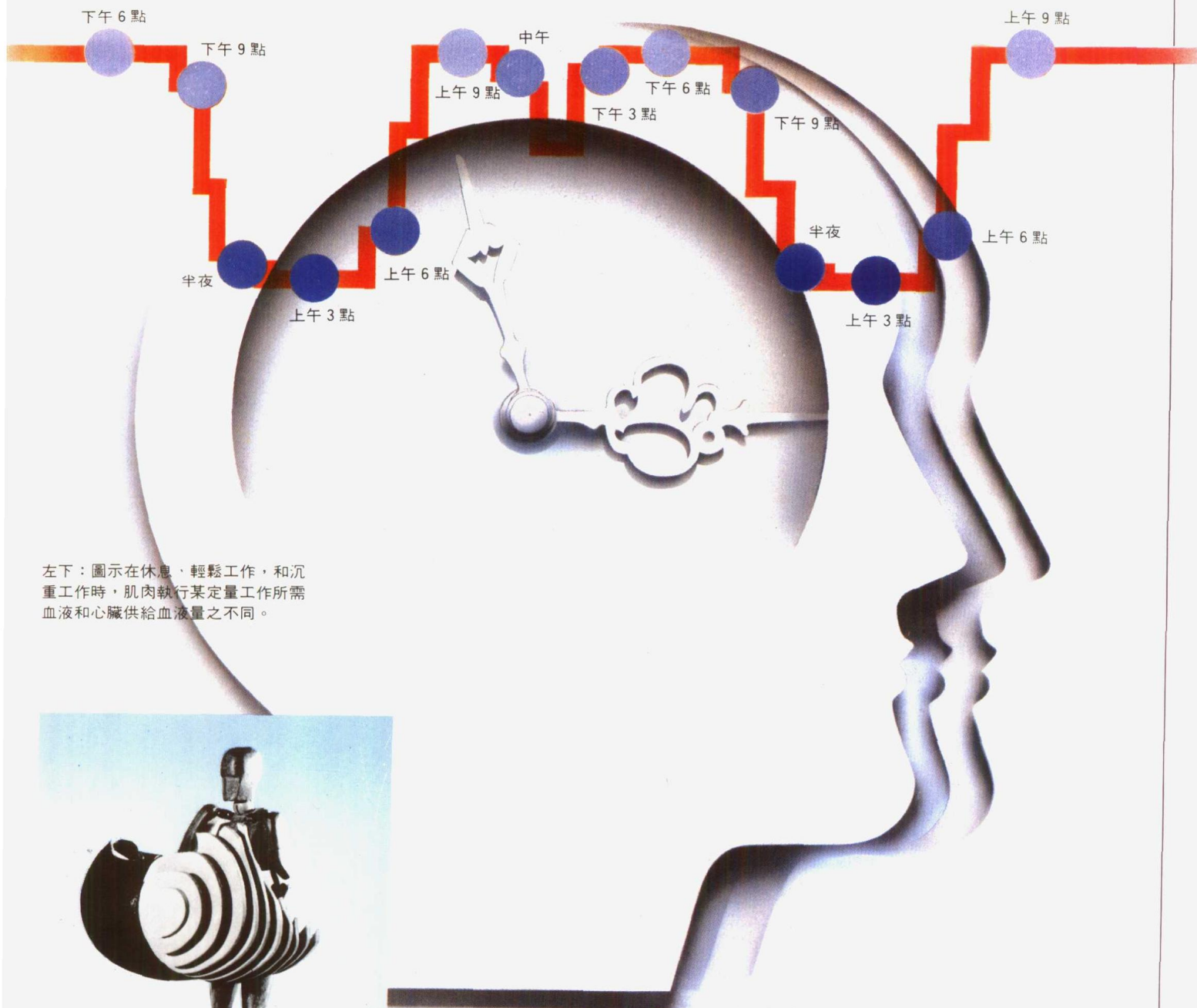
在戰時也研究了多方面的事物,諸如噴射戰鬥機瞬間加速的影響、極冷極熱的防護衣、聲音通信、複雜高速儀器的儀表板,甚至對工作的倦怠等等的研究,都已在戰後有明確而實際的應用技術出現,像太空飛行、計算機、核能發電等等。由於三哩島(Three Mile Island)的輻射線外漏事件,生物工程專家已盡力於重新設計核能電廠的儀表控制台和操作人員的訓練計劃,以降低人為錯誤。其他的生物工程專家則致力於研究如何集中能源和工業計劃,以解決石油和環境危機這些迫切的問題。



上:順序圖示典型的生物工程研究是如何進行的。時間分析者觀察工作者的動作,並根據職務的需

求來評估持久性,複雜性,和事件的次序性。基於這些圖形,工作者、內科醫生、生理學家、心

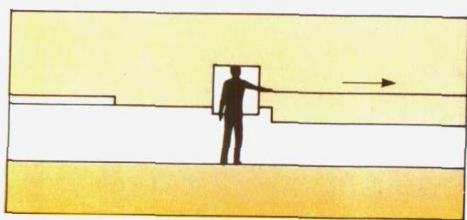
理學家、設計師、和建築師分別提出他們的意見,然後加以整合,目的在如何減少工作負荷,改進



左下：圖示在休息、輕鬆工作，和沉重工作時，肌肉執行某定量工作所需血液和心臟供給血液量之不同。



上：工作(和其他活動)效率隨身體韻律的變化情形。在24小時的週期內，大部分人在早晨和傍晚的工作效率最高，在夜晚則傾向休息。此圖畫出這種循環。
左：建立適當的模型是生物工程的基礎。這個模型通常用以研究工作如何握持重物。



工作品質，和增加工作者的參與感。

