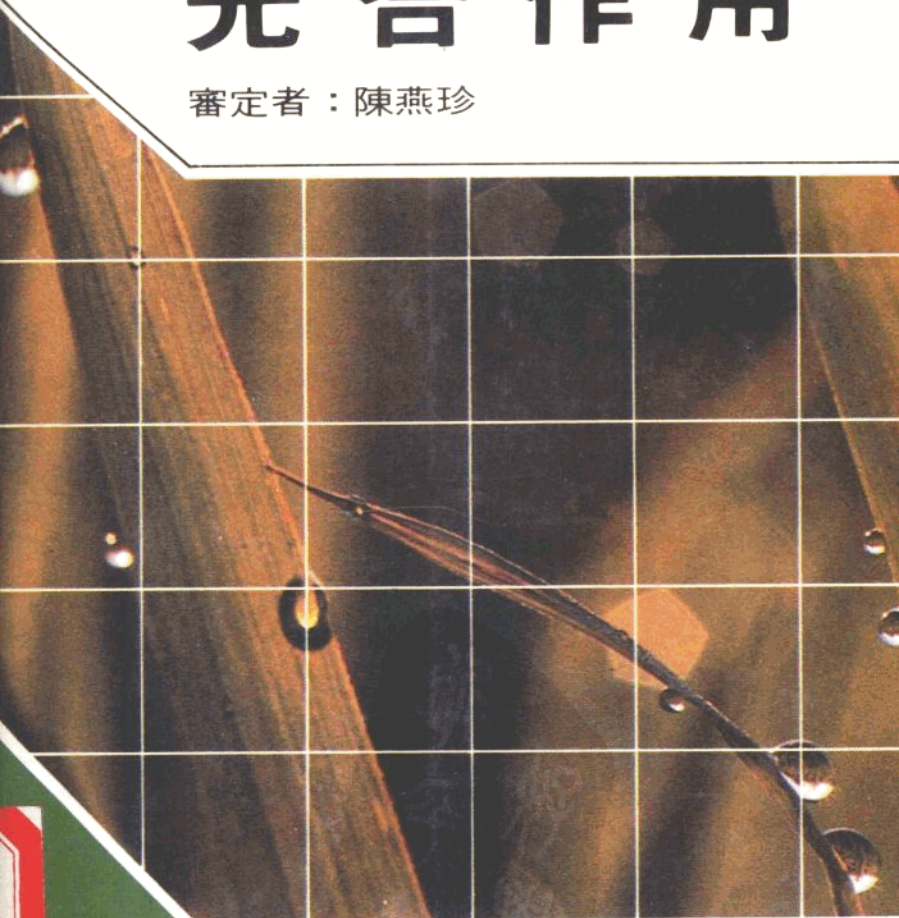


新世紀叢書

生命能量的來源

光 合 作 用

審定者：陳燕珍



銀禾文化事業有限公司



新世紀

016

新世紀叢書

光合作用

銀禾文化事業公司印行



016

新世紀叢書

光合作用

主 編：新世紀編輯小組

審定者：陳燕珍

出版者：銀禾文化事業有限公司

發行人：陳俊安

地 址：台北市光復南路415巷252號

電 話：7542968・7542969

郵 撥：0736622-3

定 價：新台幣90元

新聞局登記證局版台業字第3292號

1988年元月四版

■版權所有・不准翻印■

序

在科學進步，知識爆發的現代世界中，一個國家民族的興衰取決於全體國民是否擁有現代化的知識。一個國家即使擁有很多進步的科學機器，但是人民的思想、觀念仍停留在幾十年前的舊巢中，那將是滿清時代所追求的「船堅礮利」翻版而已，完全無補於事，因此普及全民知識是一件刻不容緩之事。

本公司有鑑於此，特成立新世紀編輯小組，無論就自然科學或社會科學，選定重要題目編輯成一系列叢書，逐冊推出，並且以普及版方式印製，希望這一系列的叢書能提供給國人一連串新的知識與觀念。

一件事情的成功，固然是要在事前有妥善規劃與謹慎的執行，而一套叢書發行的成功除了要有上述的要件外，更需要有廣大讀者的支持和批評。希望讀者們能在閱讀本書後給我們寶貴的意見，做為我們編列這套書的參考，謝謝！

陳俊宏

於一九八五年十一月

目錄

第一章	生命	1
	這是當然的？	1
	生命之謎？	3
	分析並非萬能	4
	如何探討「生命」？	6
	在混沌中誕生的生命	7
	科幻假想	8
	綠色人	9
第二章	光合作用的化學產業	12
	倚賴植物的人	12
	不平衡的世界	12
	科學的可怕	14
	自然的藝術	16
	光合作用的工廠——葉綠體	17
	綠血	21
	血紅素和葉綠素	22
	風箏般的結構	24
	光合作用的主角是葉綠素 a 和 b	27
第三章	光合作用的動力	28
	太陽能的力量	28
	葉綠素是太陽能的捕手	30

葉綠素喜歡紅色、藍色	31
植物為何是綠色？	34
如果植物是紅色	34
藍色大海和紅草	36
科學家的素質	39
光合作用的實驗	41
照片的曝光和顯像	42
光能的利用率	45
光合作用的單位	47
葉綠素是半導體	48
將光能改變為電量	49

第四章 光合作用的原料 53

植物驚人的生存能力	53
淨化空氣	54
地球的碳資源	58
倚賴二氧化碳生存的地球生命	60
水往上流	60
是什麼力量將水往上擠壓？	64
原料的入口——氣孔	69
氣孔開閉的時間	71
生物時鐘	74

第五章 光合作用的生產過程 77

摩里修的失敗	77
植物的生產與消耗	78
光與溫度	81
碎光	84
突發的構思	85
探尋氧氣的來源	88
會產生硫磺的細菌	91
產生氧的物質	94
進行光合作用的關鍵	96
另一個光化學反應	99
光呼吸	99
從植物攝取燃料	102

第六章 光合作用的產品和利用 103

製成糖的過程	103
使用同位素來追蹤	104
C ₃ 型植物與C ₄ 型植物	108
使農作物成為C ₄ 型植物	110
生命的能源	112
澱粉酶	116
米倉內的米袋	118

收入與支出	120
能量的出入	122
植物中的懶惰者	124
植物的殺人事件	124
會產生熱的嫩芽	126
ATP的角色	128
木頭被燃燒後的呼吸	131
生物是成塊的蛋白質	133
氮的運輸	135
雷和根瘤菌	137

第七章 光與植物	142
光之始	142
日短會開花	142
光週期的意義	144
並非以十二小時為界線	145
在黑暗中製造	149
開花的夢想	150
上面覆蓋土則不會發芽	152
紅光可通過，紅外線則停止	154
後序	157

第一章 生命

這是當然的？

「植物爲了生存，利用光合作用造出有機物質。但是，動物無此能力，只有仰賴植物製造出來的有機物質生存。」這是一段很有意思的話。

也許有些人會心有所感的說：「哦！原來是這麼回事。」而覺得自己是何等的幸福。

但是，也有人會漫不經心地說：「這是當然的嘛！」好像在責怪人連這點小道理都想不通似地。

碰到這種人，你只能將他們歸類於對任何事都不用心思考，輕率的一羣人。因爲，要了解這項問題時，你至少要知道三件事情：

(1) 生命的意義爲何？

(2) 生命爲何需要有機物來維繫？

(3) 植物可以做到的，爲何身爲萬物之靈的人類反而無法做到？

今年春天，我們家的母貓生了四隻小貓，於是，我寫了幾個問題，便問我那就讀小學五年級的兒子。我問他：「爲什麼母貓生下來的都是小貓，而沒有一隻是狗呢？」

兒子立即回答說：「那當然，人生的孩子不都是人嗎？」

聽到兩個人有趣的對答，一旁的妻子並沒有說：「問這些傻問題幹嗎？……」只是細心的打量著兒子說：「你爸爸很喜歡養條狗呢！」

說到「當然」這個問題，要是問題都有「當然」之理，那倒不會有什麼問題，但是，世界上有很多事情，不是「當然」一句話所能解決的，所以，自然而然許多問題就接踵而來，不斷地發生。現在，就讓我們來思考一下：「生命的意義為何？」

在討論這個問題之前，千萬不要以為這是個傻問題。「生命」並不表示一個物體「在動」就是生命，因為我們不會將上緊發條的鐘，火車來時的警告器，能記龐大數字的電子計算機，以及能夠取代人做很多工作的精緻機器人，納入有生命的行列中。

另一方面，我們知道除了人是活的之外，蟲、鳥、樹等也都是有生命的物質，為何人和雜草的感情會比和機器人的感情來得濃烈呢？這也許是因為機器人的形狀永遠不變，而大地蘊育的雜草却會自然生長，逐漸茁壯的道理吧！

「自然生長，逐漸茁壯就代表有生命嗎？」

可是，水柱、水晶、雲、沙丘、河川不也是在自然

中生長，逐漸壯大的嗎？

「是否經常會吃東西、排泄東西、在動的東西才是生命？」

那麼蒸氣火車頭，不也是將炭放入體內，一邊冒煙一邊跑？

生命之謎？

人會呼吸，植物也會呼吸。

「會呼吸的就是生命體……」或許我們可以做這樣的解釋。

廣義的呼吸，就是利用氧氣將糖等有機物分解，取出裏面所含能量的作用。一般說來，大部份生物都會呼吸，但是，並非所有生物都在呼吸。

譬如說：生活在地底幾十公尺以下的細菌，雖然沒有氧氣，不能呼吸，但是牠們還是一樣自在地生存者。

事實上，地球在蘊育最初的生命體時，也是沒有氧氣的。所以，蘊育出來的原始生物，當然也無法呼吸。而且蒸氣火車頭，不也是將有機物（碳）放入體內，不必藉著氧氣分解就能產生能量嗎？

那麼「只要是蛋白質形成的物體就是生命？」

我想每個人都知道生物主要是由蛋白質所構成的。但是這些生物要是有一朝一日心臟停止跳動，腦部活動停

止，那還算得上是有生命的嗎？

所以，當我再度反問自己：「生命的意義為何？」

「生命……。從表面上看來，好像很平凡，事實上確有謎樣般的深奧含義。」

這是「生命的起源」作者奧帕林（Oparin）所說的一句話。

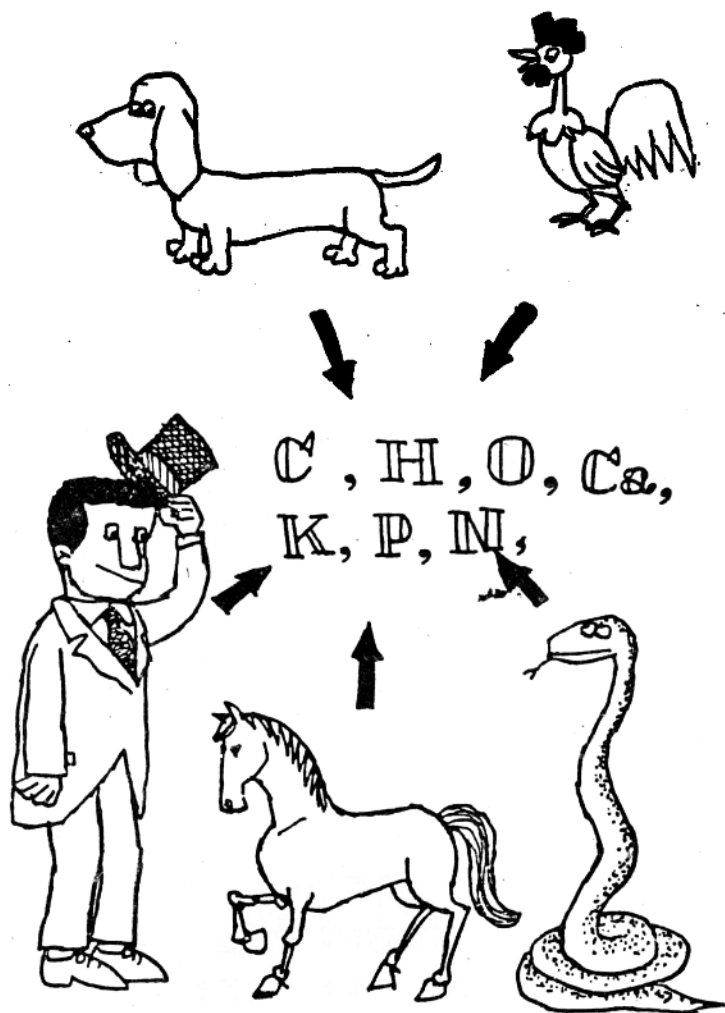
分析並非萬能

有個磚廠主人，曾經聽人說：「瑞士和瑞典的金屬成分不同，所以才能造出全世界最精緻的手錶。」

他假設能夠產有良好金屬就能製造出精緻的手錶。他將一只瑞士錶送到金屬研究所，請他們鑑定錶殼究竟是何種物質所構成的。在將錶送往鑑定之前，他先將錶殼敲爛，讓它看起來不像錶，他的動機不外是起了貪念，想趁機撈上一票。

終於，金屬研究所鑑定的報告出來了。當磚廠主人小心翼翼地將這份分析報告送到規模龐大的金屬工廠時說：「我希望你們能依此報告冶煉2公斤的金屬」。由於分析表上所顯示的都是一些很平常的元素，所以，這塊金屬比想像中更簡單的製造出來。

手持著烏黑發亮的金屬塊，磚廠主人將它們交給了製錶工廠，請他們做出一只錶，你想知道磚廠主人最後



光靠分析是無法解釋生命的

拿到的錶是怎麼樣的嗎？那是一只「用力搖動，才會走一陣子」比一只最劣質的手錶還要糟糕的手錶。

這個存心不良的磚廠主人沒有撈上一票的緣故，是因為他過於重視金屬錶殼所含的元素為何，而忽略了錶內零件的精密度。

關於生物學的研究，也和以上所闡述的雷同，若是我們將一個生物拿來做化學分析，出現的元素不過是碳（C）、氫（H）、氧（O）、鉀（K）、鈣（Ca）、磷（P）、氮（N）等普通元素，但是這些元素却無法證明此生物是否有生命，如前頁圖。

因此，儘管我們將此同量的元素置於試管內，加水，以及合乎人類體溫攝氏 36.5 度的溫度，也不能產生生命。所以，即使有精巧的無機分析機器，以及天才，也無法從生物體本身揭開生命的奧秘，那麼探討生命到底該如何進行？

如何探討「生命」？

我們現在假設美國的軍隊已取得了蘇聯的秘密武器，於是，他們就將蘇聯的秘密武器，送往科學研究所鑑定。當研究所裏的科技人員將秘密武器從箱中取出時，一定會將武器的整體形狀，以及各部分構成的位置做正確的記錄，再將武器的零件，一件件慎重的拆卸下來，

當他們了解零件的正確形狀以及功能後，最後就是研究金屬的種類與性質，這種情形絕不似前面所提的磚廠主人，一開始就將錶敲爛，光去研究金屬元素。

從這個例子我們可以看出，要研究生物體時，一定要先研究他的整體形狀和構造（形態學與解剖學），接著再將零件拆卸下來，看看零件的作用（生理學）。其次就是檢查細胞內的核及細胞質的作用（細胞學）。最後，再看看這些物質的種類和性質（生化學、分子生物學）。就這樣大家分門別類，做各角度的探討以解析生命。

根據現有知識，生物體都是由碳化合物（也就是有機物）所構成。而有機物也就是生物所造出來複雜物質的總稱。生物在體內製造的物質除了前面提過的糖、蛋白質外，還有脂肪、荷爾蒙等物質，這些物質都含有碳，也就是碳化合物，所以，一般都將碳化合物認做有機物看待。

生物體的重要部份既然都是有機物所構成，那麼去掉這些有機物還會賸些什麼呢？事實上，只是一些沈澱溶液罷了！

因此，生物需要有機物來生存，原因就在這裏。

在混沌中誕生的生命

地球上最原始的生命，一般我認為是誕生於海中的，所謂海，並非指現在含有鹽份的海，而是滿佈著養分，像湯一樣的泥沼裏，天地蘊育萬物，就在這些泥沼裏，誕生比水滴還小的生命體。這些生命體分解有機物產生能量，製造外在環境所沒有的有機物。

科幻假想

有個家庭，誕生了一個男孩，小男孩渾身紅嘟嘟的十分可愛，不久，小孩的紅色逐漸退去，顯現出來的却是黃色肌膚。雙親將這種情形告知醫生，醫生就安慰孩子的雙親說：「別擔心！這是每個小孩都有的黃胆現象。」

既然醫生這麼說，小孩的父母親寬下心來，雖然，孩子略呈黃色的肌膚一直沒有消失，發育情況却十分良好。日子久了，雙親覺得應該讓孩子晒晒太陽，就將搖籃推到走廊，讓孩子做日光浴，可是，那天下午令人驚奇的事卻發生了！肌膚原來是黃色的小孩，却變成駭人的綠色，這讓一旁觀看的雙親不禁嚇出一身冷汗來，在還沒有將此情形告知他人之前，孩子的雙親翻遍所有的育兒書，意圖尋找一些答案，但是，情況一直沒有改善。孩子經過再一次的日光浴後，身上的綠色更加重了，遠遠看去，孩子渾身上下好像都纏著八角金盤的樹葉一

般。

這種情形如果將來在世界上某個地方發生，一定是空氣中所含放射能量比原來增加了百倍所致，這時將有幾近一半的人類無法正常生活下去。動物和植物原來都是由相同的原始生命進化而成，只是在進化途中產生分歧而有所區別。所以，我們也不敢斷言將來就一定不會產生綠色人。儘管這似乎充滿著科幻味道，但是，我們還是要將這個話題繼續下去。

綠色人

當世界上的廢人愈來愈多時，能源污染較少的衣索西亞和尼泊爾位處高山，臨近天空，他們的人民若是想到月球旅行，就和小學生到近郊踏青一樣容易。但是，最近這兩國人民，想脫離地球，翱翔太空的情緒愈來愈高昂。

相對的，昔日地球上稱霸世界的美國和蘇俄，由於濫用原子武力，一直遭受放射能的污染，都變成十分蕭條的落後國家。連昔日繁盛一時的紐約和莫斯科，也和古印加帝國傾圮的遺跡一般地荒涼。這時綠色人的數目也以這兩個國家高居首位。

對於綠色人的出現，最關心的就是衣索西亞和尼泊爾這兩個國家。由於全世界的國家都飽受放射能源污染