

話說從頭

我們的運氣真好，直到現在，生命的起源、這個謎仍未完全解開，每個人都可以選擇一個自己喜歡的方式去探索這個問題，即便是證據不夠充份，甚至是充滿感情的想法也都可以。

國立臺灣師範大學生物系 黃 生

演化論也在演化著——一九八二年元月五日的宣告

創造論和演化論之爭，最近出現了新局面，美國阿肯色州法院在一九八二年元月五日發佈的判決書中，開章明義的交代了下面的一段話：

創造科學和演化科學應在各公立學校的教學中維持著平衡：要讓學生們保有學術思想上的自由、宗教上的自由、信仰（真理）和言論自由。防止宗教干預，避免偏頗，要講清楚楚的定義，提供找尋事實的方法，演繹已廢棄的法則之所以被廢棄的原因，並且要提出充份的證明來。

在這條法案中，州法院使用創造科學（Creation science）和演化科學（Evolution science）而不簡單的用創造論和演化論這種名詞，本身便有公平待遇的意思。“創造科學”一詞是早些年一群加州的學者們大力提倡的，看來雖然怪怪的，但却有一番說詞。因為科學理論本身須具備幾個條件：可觀察性、可重覆實驗性及可辯駁性，要是一個理論不能用觀察、實驗證明它，便不夠科學。生命的起源距今久遠，這便無法觀察，演化是持續著單向進行的，也無法重覆實驗，人們的生命短促，無法覺察到這種自然力量，這樣說來，“演化論是不是科學的”這個問題也就被提出來了，這當然是個定義上的問題，從這個角度來看，和創造論一樣，演化論也不合科學定義了。相信那一種說法都不見得對，因為直到現在，還不知道那個對。如果演化論是科學的，那創造論也該是科學的。

這個法案是怎樣提出來的呢？我們都知道BSCS這套教材是在1957年因美國人在發射人造衛星一事顯然落後之後，所激發的科學教育革命而研究設計的，總希望藉此一振往日雄風，這套教材也便因而風行一時，風行全世界，但在美國本土却有些阻礙，某些地方公立學校的教師因為個人的觀點問題，在上課時根本略去演化這一章，或者提出與事實（不是理論）相悖的說法，使學生無法在其中選擇他認為可信的學說，也失去了討論的機會。說這些老師們有權自由思想吧！却桎梏了學子們的思想

，這便是有識之士引以為憂的事，也因而對簿公堂求一判決。阿肯色法案至少在表面上看這兩個學說是平等的，至少讓不談演化論的老師們要公正正的談談演化論。

兩種說法都存在著，存在於“生命的起源”這個大問題上，這樣看來，會激勵人們去尋找更多的證據證明自己相信的學說的。這個法案之精彩處也便在於它本身便是很科學的，很有啟發性的。

演化論——達爾文主義，在我們國家是衆人皆知的，大多數人能接受的理論。這大約與我國人素來便有儒家自然主義的傾向有關吧！在西方世界裏，宗教力量強大，阿肯色法案只是一個開端，將引起許許多多的討論，也將有更多討論達爾文理論的文章出現，且拭目以待吧！

話說從頭——生命的起源必須自生命的起源以前說起

生命的起點是由一個零發生的，這個零該做這樣的解釋：

$$0 = (+1) + (-1)$$

且先放開宇宙的起源（星雲說）這一段，從“地球形成了”開始，有物質、有能，便有“機會”了，“機會”便是演化論者的主張，演化論者並沒有主張生命起自“無”，“零”。“無”在這裏意義是不同的，好，如果生命是自然發生的，創造論者的看法是：

最簡單的生物也是由蛋白質分子構成的，蛋白質分子有一定的胺基酸排列順序，即使最簡單的蛋白質分子也要由數百甚至上千個胺基酸按一定順序組合起來才能形成。分子排列是受密碼控制，又須經過轉錄、複製才能造成，這些機制要在同一時期中演化成功的機會簡直太渺小，不要說五十億年，再加個五十億年，也不會有那麼碰巧的事發生，因此，這一定是有所“安排”的。

“安排”便是創造論者的主張。

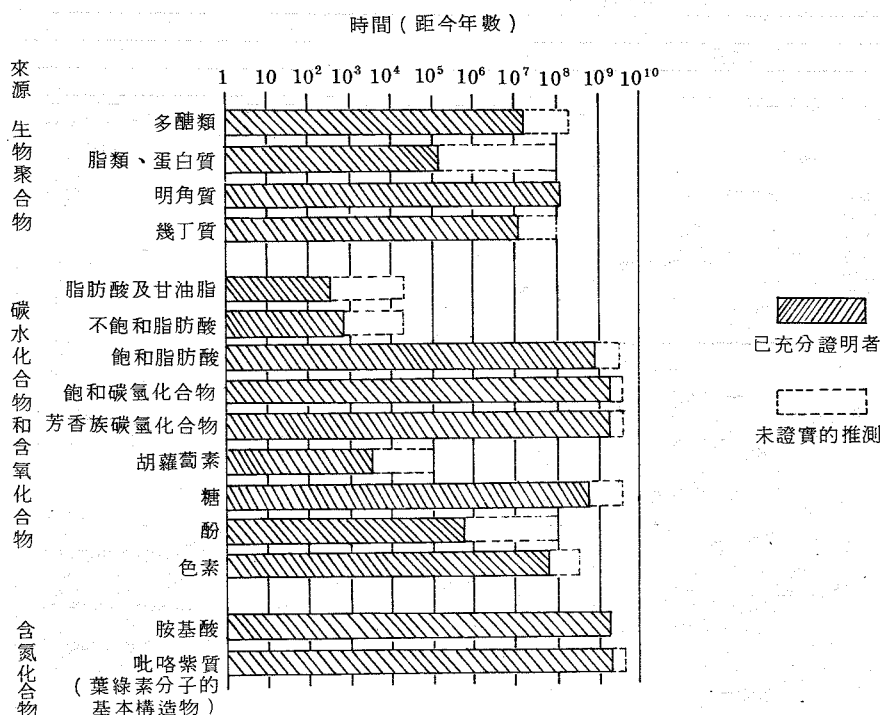
究竟是“機會”呢？還是“安排”呢？

這好像把問題扭到蛋白質分子的發生上去了，沒關係，其實是“差不多”的。

在談演化論者的機會說前，該先提一下原始的地球分成三個時期：一是無生物期，一是前生物期，一是有生物期，這是三個可以望文生義的名詞，便不多作解釋，您知道了是嗎？且看演化論的機會說：

胺基酸的分子要聚成大分子，一下子形成一個蛋白質分子來，在機率上說是不可能的（注意這裏說的一下子是幾百萬或幾千萬年）。都是循序漸成的，有機分子在地球形成後不久的無生物期便合成了，而且合成得很多，（圖一）。到了前生物期，一小段核苷自然發生也是可能的，核苷便能自行複製。選擇機制（Selection Mechanism，※本文中所用天擇、自然選擇都是指Natural Selection）會在各種組合中選擇，比如甲、乙、丙三個字有六種排列方式：甲乙丙、甲丙乙、乙丙甲、乙甲丙、丙甲乙、丙乙甲。如果自然條件只能使含有“一甲乙一”順序的組合存在，那麼這六種排列中便只剩下甲乙丙、丙甲乙可以存在，其餘的都被淘汰。經過長時間的自然選擇，有利分子存在的機會便增大，這是逢機、非逢機問題，是“機會”問題，不是有什麼安排的。

再舉個從時間上看的例子，如果現在是上午九時，張三在教室裏上課，他在別的地方出現的機率是零，但是上午五點時，張三在教室裏的機會便是0了，如果不談九點、五點這利那，推推看張三何



圖一 有機分子的起源 (取材自 Scientific American 1967 年元月號)

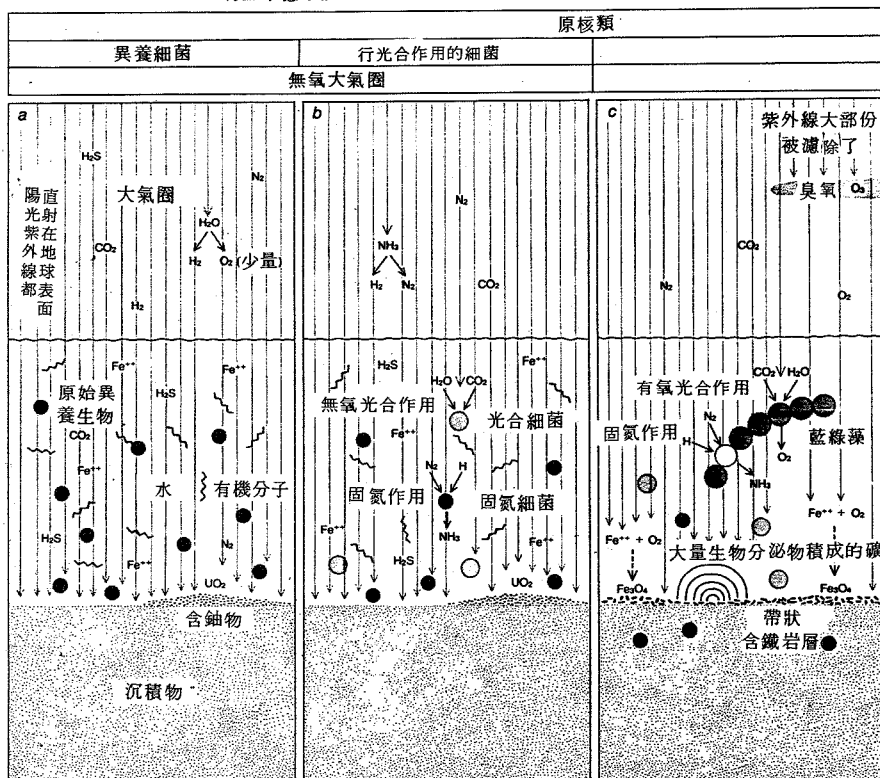
時在何地：張三在牀上躺過，在路上走過，（想想看大約在什麼時間）在公車上站過，或者又換了不同的公車，也經過了不少地方。再往前推，五個月前張三可能在野外露營，一年前或許也在這個教室裏上過課，再推，再推，十幾年前……推到二十年前便不得不停止了。

“生命的發生”這一刻以前是我們嘗試著去想的時刻，或者我們尚有許多細節沒想到，或者想錯了路線，就像張三搭錯了公車一樣，因此必須對“這一刻”的背景多作了解才準，也就像在看二十年前還沒有張三，二十年後的今天有張三這個問題一樣，在二十年前還沒張三的時刻，我們該談什麼呢？

原始的地球冷卻後，大氣成份是 CH_4 , N_2 , NH_3 , CO_2 , H_2S 和水蒸氣，沒有游離氧，這些簡單分子便是“物質”，太陽光便是“能源”，當時因為是無氧狀態，當然沒有像今天一樣的臭氧層環包在大氣圈外，高能的紫外線便可以直接抵達地球表面，（圖二a），再加上大氣中的閃電，使各種物質發生化學反應的機會增大，因而聚合了許多有機、無機化合物，胺基酸也在這種情況下合成了。類似這種化學變化不只存在於地球上，星際間也發現存在有有機化合物的現象，可見這是很普遍的。米勒和尤雷在 1953 年模擬原始地球的大氣組成所作的實驗是大家所熟知的。

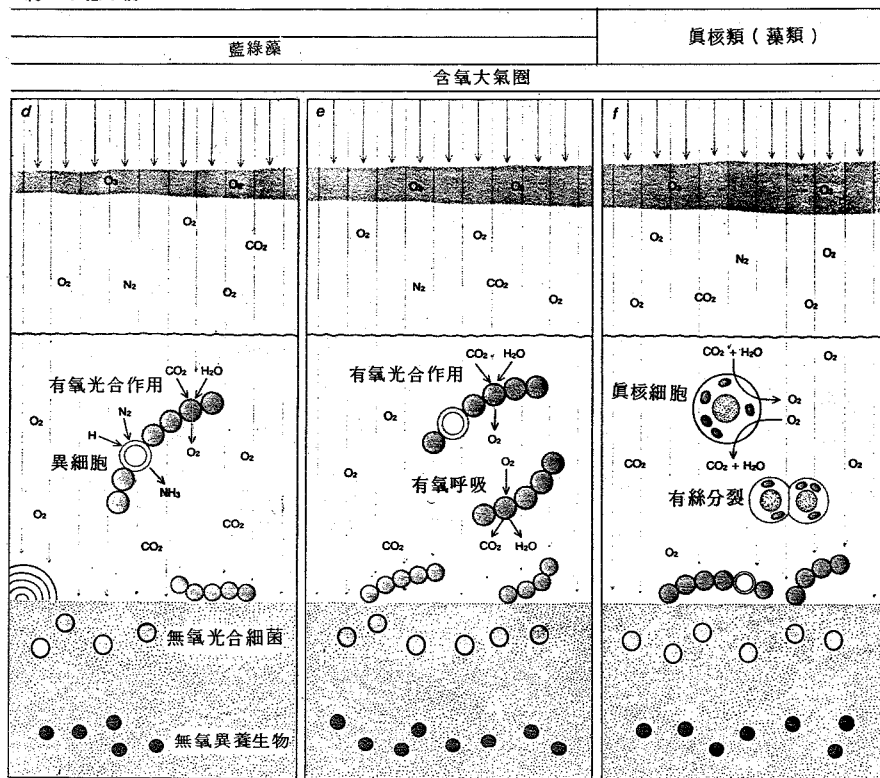
胺基酸在無氧狀況下是不易被破壞的，紫外線或可破壞它們，或可改變它們，但也促進合成反應。有一位俄國生化學家奧伯林 (Operin) 估計過，大約是十萬年可以堆積 1 公尺厚的有機分子。經過漫長的無生物時期，地球表面低凹處、湖、海中，這類分子的濃度便高達 1 克 / 公升，說它是雞湯也不為過，有了這樣濃的雞湯，生命的發生簡直就呼之欲出了，這便是“雞湯假說”（實際上是 Operin Hypothesis）。

約三十億年前



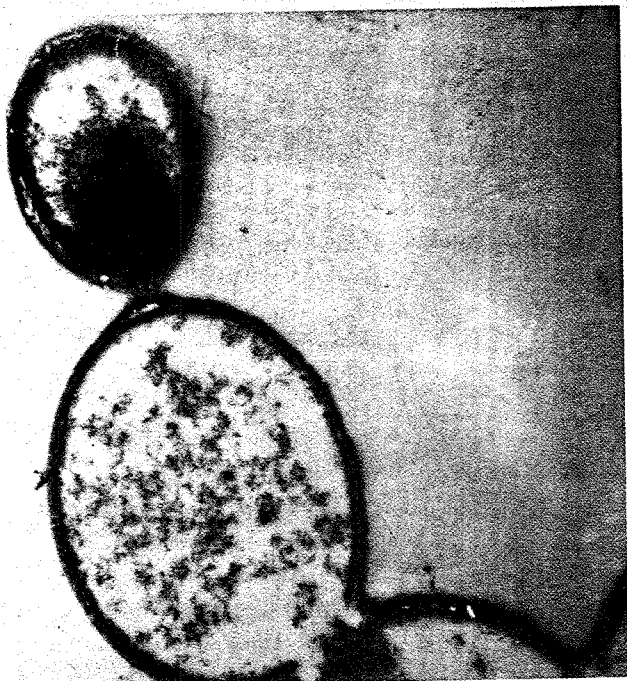
約二十億年前

約十五億年前



圖二 原始地球的環境和生物的關係。

(取材自 Scientific American 1978 年 9 月號)



圖三 這是由 Sidney W. Fox 把胺基酸加熱後所形成的小蛋白球，在適當條件下，它會增大，也可以產生芽體，也可以看到膜，這雖只是沒有化學活性的蛋白粒而已，却有一點點酵素的作用，其實這樣也足夠了。

本圖取自：G. Ledyard Stebbins: Darwin To DAN, Molecular To Humanity (1982, W.H. Freeman & Company, San Francisco)

“雞湯假說”主要是依據高濃度的有機分子繼續發展出聚合物，像蛋白質、核酸、多醣類等等，任意交互反應，總集而成膠體粒，膠體粒也可以在實驗室中作成，把組蛋白（Histone）和阿拉伯膠（多醣類）放在一起，調整溫度和酸鹼度，很快便發現原來澄清的液體變混濁，在顯微鏡下看混濁液，便可看到細胞狀的小顆粒（圖三），膠體粒的許多特性與生物細胞相似。雞湯說推到這裏細胞便形成了，生命也就有了。

然而，在這緊要關頭却有了另一新的說法，根據這種說法的估計，原始海洋中的有機分子濃度並沒有那麼大，原因是破壞速率相當高，實際濃度僅約 10^{-7} ，比市面上賣的假雞湯都淡得多，在這樣稀薄的溶液中，連產生聚合物的可能都小，又如何聚成大分子？於是雞湯說便碰到了難題。

再說，若是因蒸發作用，湖泊、海洋水份漸失，有機分子便加濃，又要成雞湯了，但蒸發濃縮後的湖、海水其中所含的無機物也跟著變濃了，尤其氯化鈉等分子遠比有機分子來得多，蒸濃的液體與其說它是濃湯，不如說它是鹽鹵來得恰當，還有，水份蒸發掉了，紫外線的破壞也跟著加大。

問題愈來愈嚴重，都是峰迴路轉，又有新立論出現了。

伯納（Bernal）提出一個“黏土”假說，黏土顆粒很細，吸附力很強，許多物質便可以含在黏土中，日益堆積，聚合物便有可能由“黏土機制”促使完成，而且保持得住，不致流失。

但也有人說黏土說不對，黏土容易吸附分子，但對已成形的細胞則無法吸附，這樣看來，它不僅無促進生命起始的作用，反而還有抑制作用。

雞湯說（Operin 主張）也好，黏土說（Bernal 主張）也好，都有對、有不對，其實是不矛盾的。我們該把這事從兩方面去看，一是大原則，一是細節，大原則上，兩說都對，由有機物聚合，形成大分子而演變成細胞。問題出在細節上，還是有些地方解釋不通的。但是如果把這兩說合起來看，便

有意思多了，有豐富的有機分子，黏土效應也不是那麼無助於細胞發生，便可以解釋許多細節了。

地球約在46億年前初成，40億年前冷卻，38億年前形成了湖、海、山川，風化、侵蝕作用也便終日不斷的進行著，岩屑經河川搬運、磨蝕而變成細細的粒子，形成了土壤，搬運得愈遠，粒子愈小，終而形成黏土，沉積在河口或淺海中，水中原就有大量的有機分子，黏土顆粒便附著了有機分子而沉降下來，到河底、湖底、淺海棚。

有人說先形成了蛋白質分子才有生命，有人說先有核酸再有蛋白質，也有人說兩者同時發生，才能造就生命物。我們且看看這三種說法。

關於第一假說——核酸分子先形成，這樣才能憑密碼造蛋白。可是又不像，因為造密碼是很複雜的過程，而且密碼與胺基酸之間存在著的是“功能”上的關係，這種“功能”是高度演化（選擇）的結果，地球初造，要形成這樣精確的關係不太可能。再說，現存生物的DNA要是沒有酵素推動也不會複製啊！我們也想不出有什麼不需要酵素能使DNA自行複製的方法，此說當暫存疑。

第二假說是作用蛋白質先形成，這種說法甚合理，胺基酸可以聚成長鏈比核苷酸聚成長鏈容易，又原始雞湯裏有得是胺基酸，湊在一起形成簡單酵素的可能很大，但是我們所不知道的是這些作用蛋白質如何與核酸連上關係，或者就由酵素分子自己來造個核酸，然後再自彈自唱的編排起模板，自行複製。

第三假說是認為蛋白質分子和核酸分子各自演變成聚合鏈，然後再彼此相連，如果假設五個或十個胺基酸結合在一起所形成的短鏈也可以具備類似酵素的作用的話，這便比較容易想像了，但與上兩假說同樣難說通的是如何相連的？看樣子這三個假說又難成立了。

有兩位生化學家，一位是黏土說的伯納，另一位是凱恩史密斯（G. Cairns-Smith）提出了最新的解釋，他們認為蛋白質可能是先出現的有作用的大分子，如果這種分子能藉另外一種方法自行複製的話。用什麼方法呢？他們是假設由微小的結晶物或吸附了金屬離子的黏土顆粒做模子，應可複製的。

如果您有煎蛋經驗的話，便知道如果不放油，不管用鐵鍋還是砂鍋，總會有蛋白黏在鍋底表面的，伯、凱兩人便是舉這樣的例子，說這是一種吸附能力，就是這種能力使胺基酸吸附在含原始雞湯的湖底、河底的黏土顆粒上，黏土顆粒是不均勻的，必定含有許多雜質和不同離子，他便把這種“雜七雜八”的黏土稱作“原始基因”（其實是粗模），凱氏又說，在粗模表面形成的蛋白鏈也會因有機分子的不同而略形特化的。

他倆又用了一些隱稱來說理，搞起來就是這樣一段：

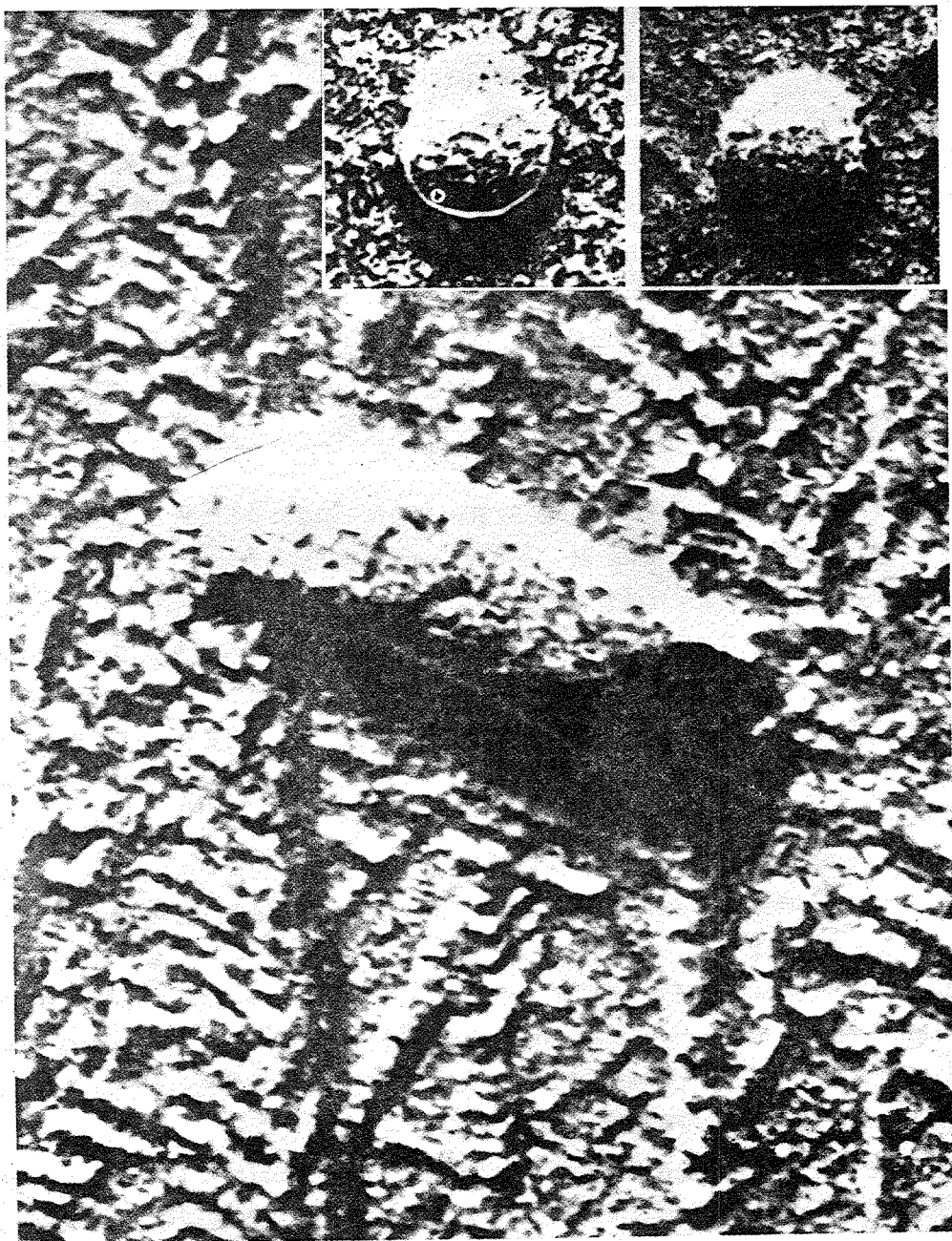
一堆稀糊糊的泥巴在天乾的時候就會結成土塊，碰到下雨就又濕潤了，因為凝結成塊，也把裏面所含的各種分子濃縮了，分子也便黏糊糊的東一堆西一堆的聚在一起，複製作用在這個粗模中進行得相當慢，像沒調好的麵糊一樣，這裏稀一點，那裏乾一點，還含有許多雜質，也說不定這些雜質幫了忙，形成奇形怪狀的聚合物，也便可能使用蛋白質與核酸分子結合。這種說法是現在比較被接受的說法了。

一旦蛋白質分子和核酸分子碰到一起，生命的發生就像萬事具備又來一陣東風了。到了1980年，羅（M. Rao）阿東（D. G. Odom）和阿老（J. Oro'）三人又聯合做了總結，說黏土可以看成很原始的類似酵素作用的物質，尤其黏土中所含的不純的鎳離子更具神奇的作用，在前生物期聚合分子

的作用上扮演了重要的角色，這便是結晶假說（ The Hypothesis of Crystalline ）。

總要注意到選擇機制是一直在作用著的。

您可曾在這幾位的假說裏，字裏行間之外感覺到有句話沒講明嗎？好像覺得生命是起自淡水中啊！



圖四：就是它，*Eobacterium isolatum* 在南非岩層中發現的，距今 32 億年前
（一說 35 億年前）

說這話的時候還沒到，我們也先別急，不過他們保守的說生命發生在海邊潮間帶，尤其在近河口處。生命的起源說到這裏算是有了個開頭，然後呢？

原始的生物、古老的化石

三十二億年前大約只有一兩種生物，名叫 *Eobacterium isolatum go Archaeosphaeroid barbertonensis*，現在呢？

地球上最早出現的生物是以海洋中的有機分子為能源的異養細胞，到底什麼樣子，因為沒有化石記錄，不得而知。最早的微生物化石是原始細菌（圖四）估計它的生存年代是32億年前，但這是這一層岩石的年齡。化石是存在在沉積岩中的，造成沉積岩的泥土等就更早形成了，合理的推算，最老生物生存年代應是33億6千萬年前，也有人認為35億年前便有了這類生物。

古老地層中發現的化石雖不多，却都是有重大的關鍵性。地殼是不停的在變動著，古老的岩層很難找，世界上能找到古老岩層的地方有好幾處，一是非洲，一是北美洲五大湖區、加拿大東部、北歐的斯堪地那維亞半島，還有西伯利亞、印度、澳洲、格陵蘭和阿拉伯半島西部、巴西也是，以前南美和西非是連在一起的。

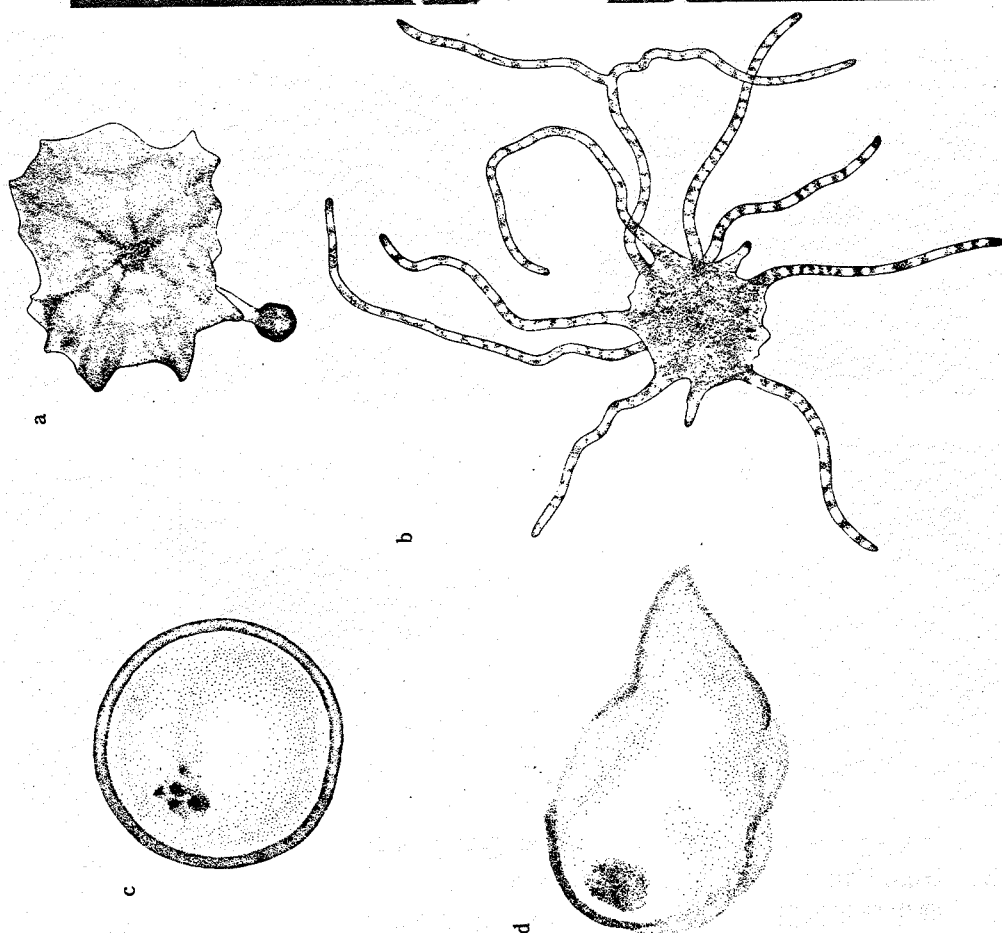
1965年，有一位科學家名叫巴亭（*Els S. Barghoorn*）在南非共和國和史瓦濟蘭王國交界的一個名叫巴伯頓山地（*Barberton Mountain Land*）的地方採集了許多當地的無花果樹岩層（*Fig Tree formation*）的岩石標本，這些岩石含有黑、綠、灰等顏色的黑砂岩，間雜著碧玉石、鐵礦石、板岩和硬砂岩，又有許多石英狀的構造物，看來像是有生物活動過的跡象（請看圖二c的底層），他便把它帶回哈佛大學的實驗室中，由兩位技術人員幫忙把岩石作成薄片，再用顯微鏡觀察，又用碳複印法複製了岩石切片的表面，再在電子顯微鏡下觀察。巴亭和另外一位史高夫（*J. William Schopf*）便有了驚人的發現，看到了桿狀的顆粒狀物，大小是 $0.5 \sim 0.7 \mu$ 長，短徑約在 $0.2 \sim 0.3 \mu$ 之間，再把它做橫切面，居然看到了細胞壁（圖四右上方）。因而命名為 *Eobacterium isolatum*（*Eo* 在希臘文中是黎明的字意），我們就稱它古細菌吧！我們是輕輕鬆鬆的幾句話講完了這事，其實這是件“說時快，那時遲”的事啊！且不管採集岩石標本有多費事，便是把幾千塊標本切片磨光這件工作，想想便知有多麻煩。

他們兩位另在這些標本中發現另一種圓球形的小生物，命名為 *Archaeosphaeroides barbertonensis*（*Archaeo*—古，*sphaeroid*—似球形，*barberton*—岩石所在地名），這兩種生物都生活在當時的水中，從此刻起，地球上的化學演化便進入了生物演化階段了。如果當時這種水生生物具備了光合作用，那麼游離態氧也便從此時開始逸入大氣中，大氣中便開始有氧了。

另一個在蘇必略湖北部加拿大境內安大略省找到的硬燧石岩層（*Gunflint Formation*）標本中，找到更多的古老微小生物化石，這個地層的形成年齡是從30億年前到20億年前堆積而成的，底層較老，也接近32億年，上層較新，約16億年，從化石表面可以看出積水的小窪（圖七a），也可想像當時如果生物已很繁茂的話，這裏一定保有許多生物化石，事實上果然如此，我們且看看圖七下半的b、c、d、e便能略知這地方是多麼好的古化石標本產地啊！直到現在，*Gunflint* 岩石研究了二



圖五 在Gunflint 地層中發現的細菌化石。

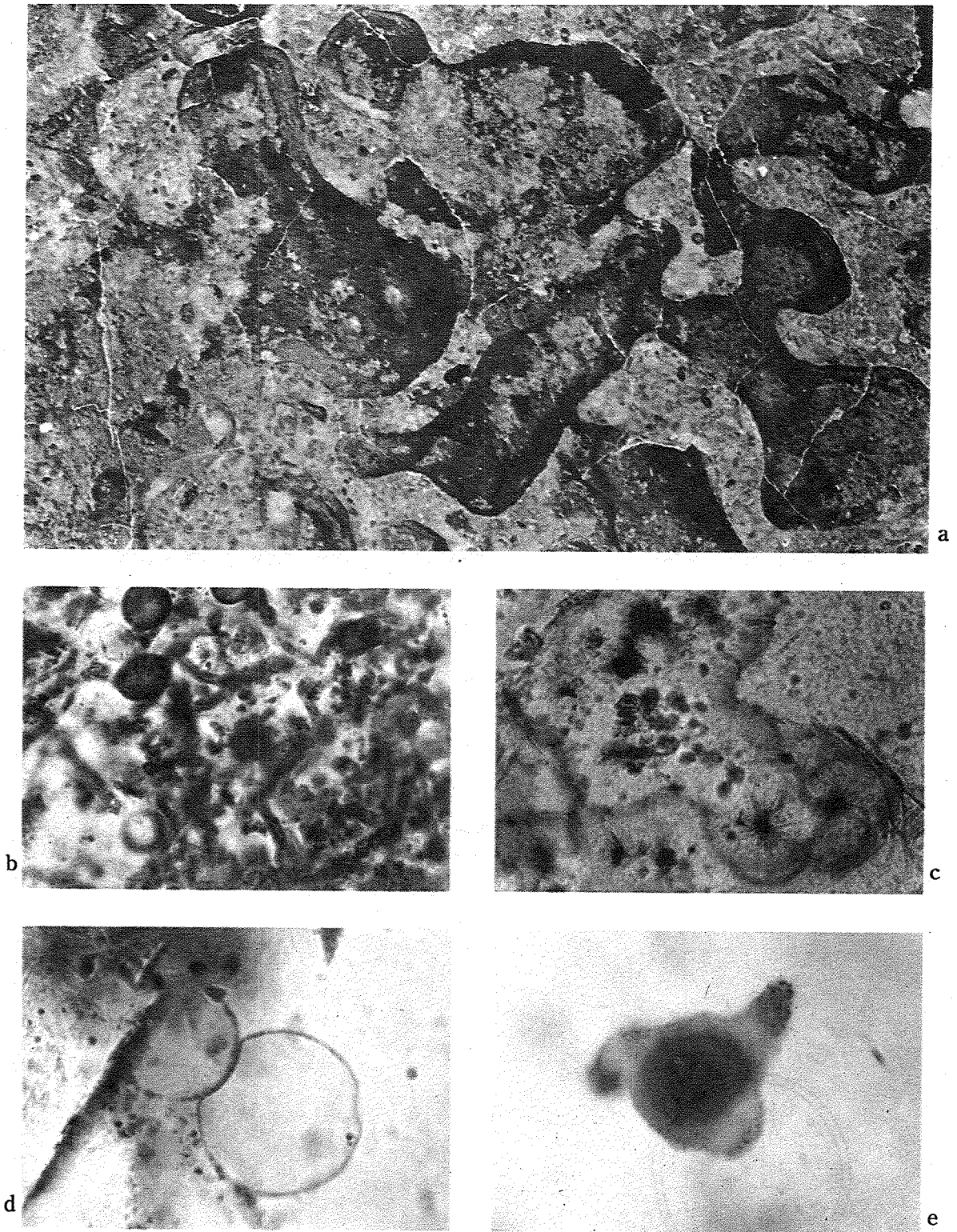


圖六 a : 像水蠅一樣的 *Kakabekia umbellata* 。

b : *Eoastrion bifurcatum* 。

c、d : 單細胞有核的生物。

這些都是在Gunflint 地層中發現的古老化石，我們可以從這裏看到生物演化的成異性。



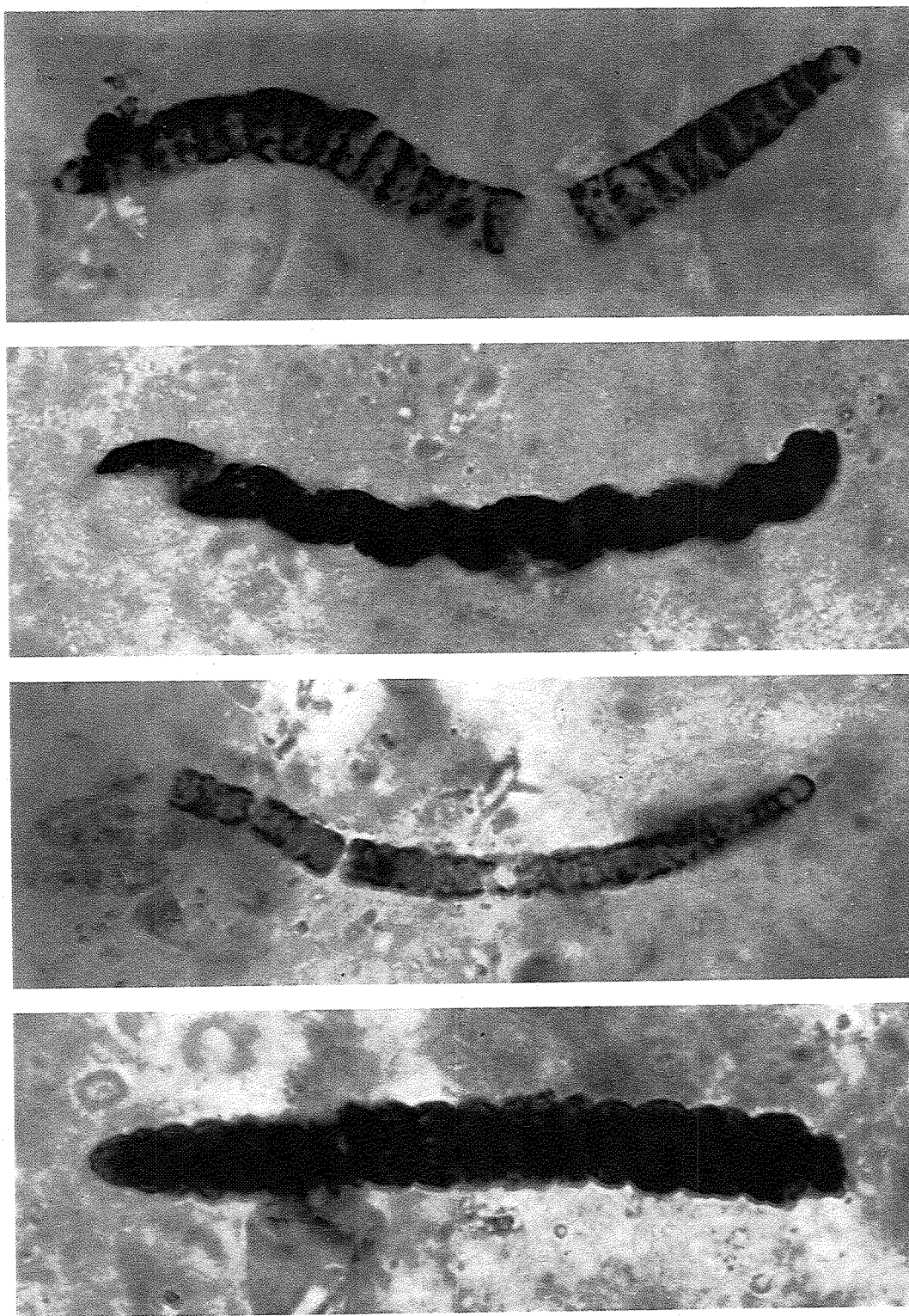
圖七：a. 加拿大硬燧石岩層的表面觀，黑色部份是積水小窪，也是藻類繁盛的地方。

b. Gunflint 頁岩上繁茂的生物痕跡。

c. 群生型藍綠藻：Paleorivularia 很像現在的膠鬚藻 Rivularia.

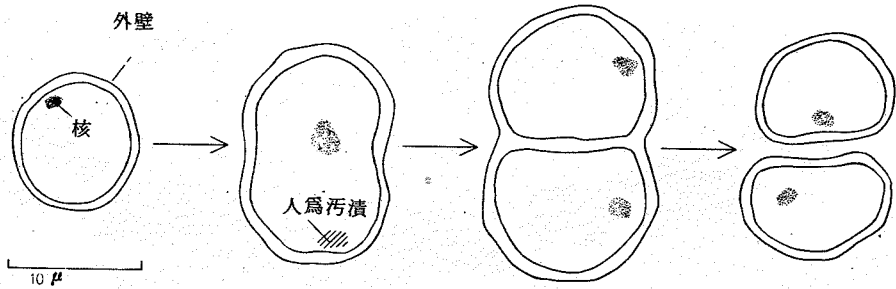
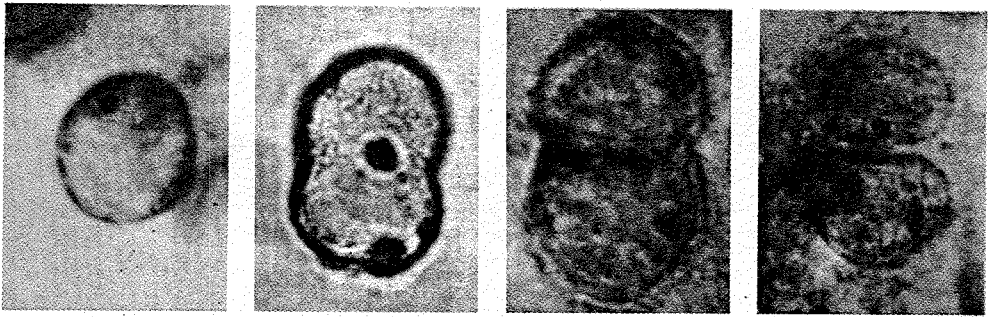
d. 細胞間的相互關係—接觸。 e. 不對稱形細胞。

(取材自 Barghoorn, E.S. The Oldest Fossils. Sci. Amer. March, 1971.)

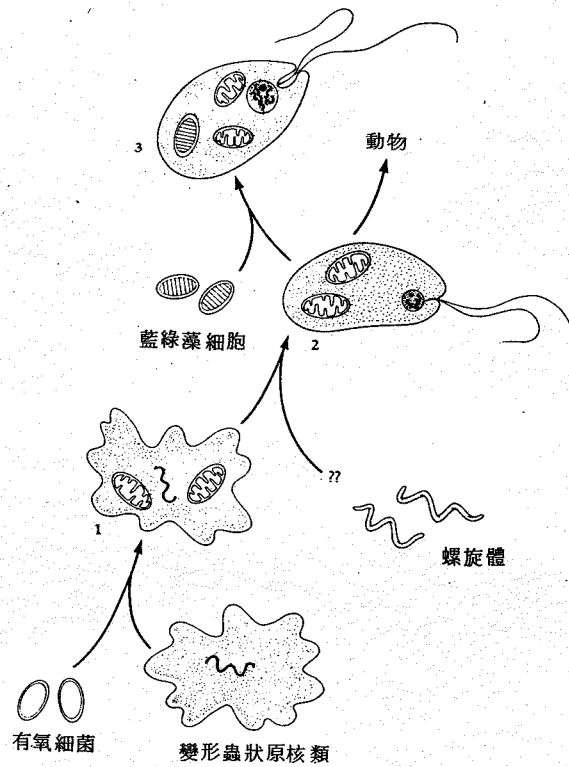


圖八 澳洲苦泉岩層中的藍綠藻化石。

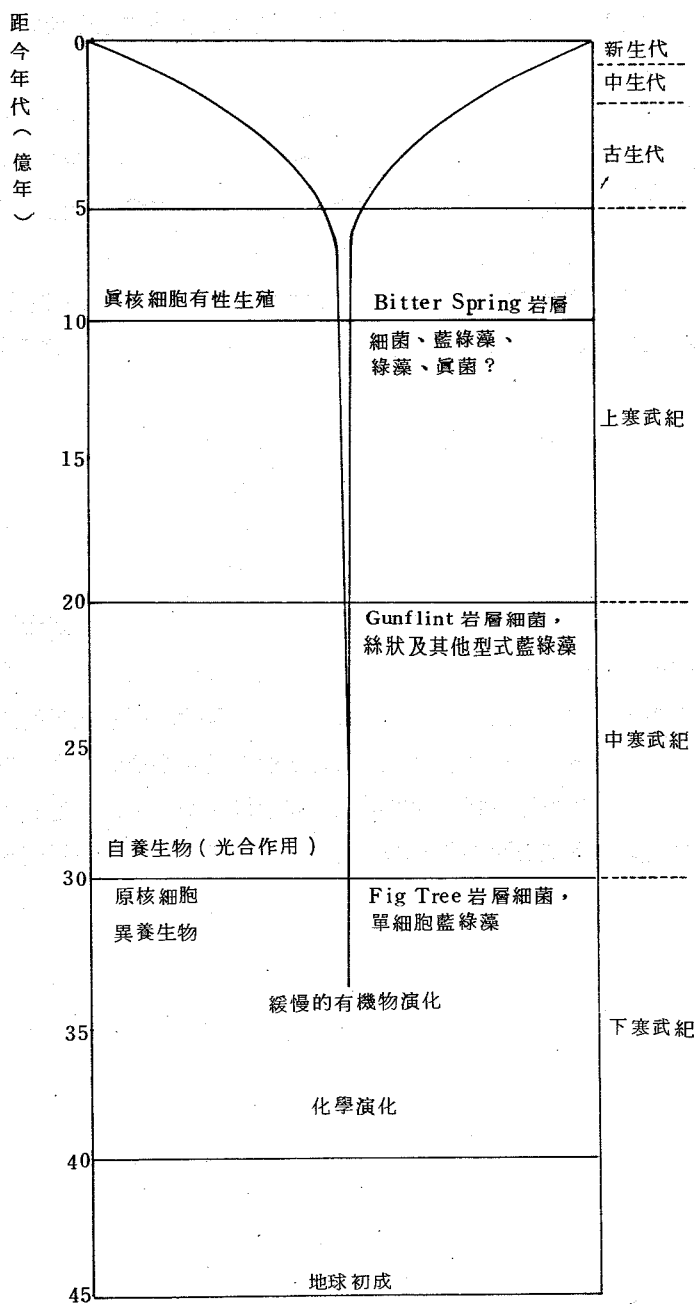
取材自 Schopf, J.W. The evolution of the earliest cells. Sci. Amer. Sep. 1978.



圖九



圖十



圖十一 演化是愈來愈有勁的，一旦真核類形成了，就很快的（六億多年）變成今天這個樣子。本圖取自Geoffrey Eglinton & Melvin Calvin (Jan. 1967 Scientific Amer.)

十多年了，還不斷有新的化石生物被發現，當然這裏也有不少細菌了（圖五），而其中重要的除了發現許多藻類外，還有像水螅一樣的 *Kakabekia*，也有一直找不到關係的生物，像 *Eoastrion*，這個字的意思是“早上的星星”的意思，可別把它看成陽燧足的祖先啊！真核類也在較新的 Gunflint 地層中找到（圖六）。

在澳洲北部魯斯河附近（Ross River）也有古老的地層，大約是形成在八億五千萬年前，稱為苦泉地層（Bitter spring formation），我們可從圖八中看出在矽化得很好的岩石中，有很“現代”的絲狀藍綠藻，連異細胞都可清楚地看到。苦泉地層中所發現到的最有意義的化石是綠藻的有絲分裂了，這種綠藻稱做 *Glenobotrydion*，生存於 10 億年前，（圖九）。

那麼真核類又是怎麼演化成的呢？在最近出的一本書“從達爾文到 DNA，從分子到人類”（*Darwin to DNA, Molecules to Humanity*）裏有一個很好的圖，我們什麼都不說了，看這圖（圖十）便夠了。

真核類一旦出現，演化速率加快了，便愈來愈有勁了（圖十一）。

後 話

兩年多前吧！在恒春有一次生物教師的海岸生態研習會，會後基隆中學的張老師與筆者討論了創造說與演化說的問題，記得那時的想法是“……上帝只要創造一個細胞便夠了……”。

談這個問題的老師不多，因為談也談不出什麼結果，但並不意味著沒什麼結果的問題便不值一談。

我想許多人有著與我，與張老師同樣的想法，想知道這個問題現在談到什麼地步了。且把這篇短文當作一封回信，回給張老師和想談這個問題的老師們，雖然慢了兩年，但仍是回了。

可惜信寫得不好，要是您看到這裏還不覺無趣，便是我的希望，也謝謝您這麼有耐心。