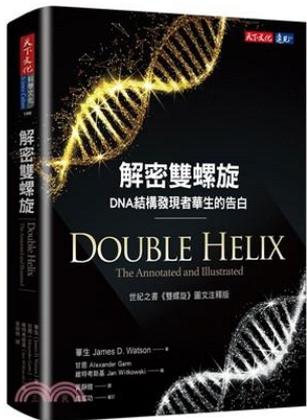


春雨講堂

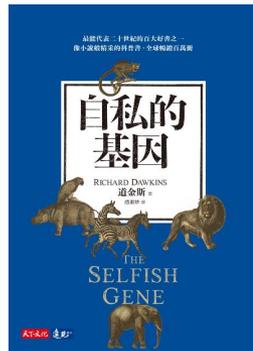
生命的經典

生命的基本運行原則

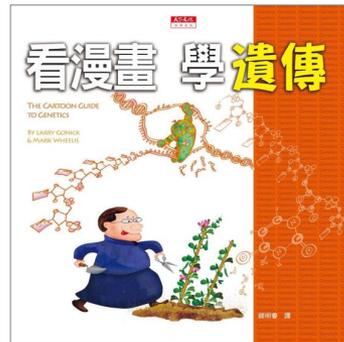
大家都想知道生命是什麼？人生最終目的為何？那麼，能否從生物學及物質世界去瞭解生命？



解密雙螺旋



自私的基因



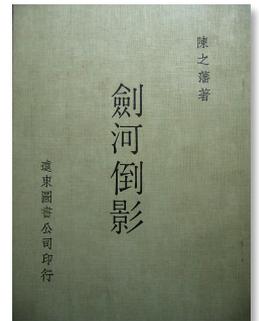
看漫畫學遺傳



物種源始論



生命是什麼？



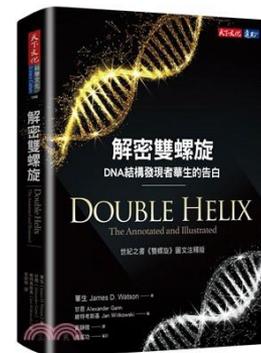
劍河倒影

國立臺灣科技大學 莊榮輝

構造

{01}
解密雙螺旋

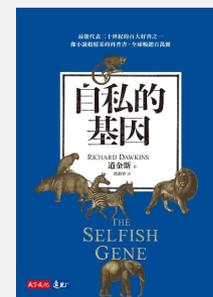
- (1) 發現 DNA 雙螺旋構造
- (2) 生命的起始是如此單純
- (3) 化學構造決定生命功能



功能

{02}
自私的基因

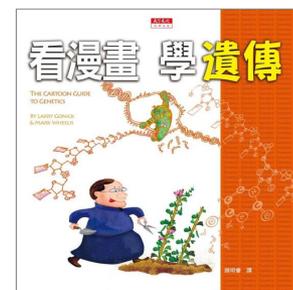
- (1) 層層構造堆疊複雜功能
- (2) 基因功能超出人類想像
- (3) 人體是基因寄生的軀殼



現象

{03}
遺傳學原理

- (1) 生命現象遵守遺傳定律
- (2) 遺傳現象源自基因結構
- (3) 遺傳機制確保物種存續



機理

{04}
物種源始論

- (1) 生命物種演化基於天擇
- (2) 演化天擇沒有既定方向
- (3) 生物多樣來自遺傳變異



如何讀經典？

讀法	經典主題	讀經典的方法	閱讀技巧
精讀	解密雙螺旋	<ol style="list-style-type: none">(1) 文字內容相當單純易懂(2) 可以一章一章依序唸完(3) 鎖定關鍵科學知識深入	畫線 摘記 圖表 3
導讀	自私的基因	<ol style="list-style-type: none">(1) 雖是科普但內容較深入(2) 多念相關的文摘或評論(3) 可選其中關鍵幾章精讀	序文 書評 文摘 1
略讀	遺傳學原理	<ol style="list-style-type: none">(1) 遺傳學的科普書籍很多(2) 隨意挑一兩本大略讀過(3) 漫畫版本仍可保持精髓	草上飛 狗啃式 貼藥膏 2
共讀	物種源始論	<ol style="list-style-type: none">(1) 偏學術性的大經典巨著(2) 最好組成讀書小組共讀(3) 小組定期進行心得討論	群體學習 自主學習 溝通表達 4

『生命基本運行原則』

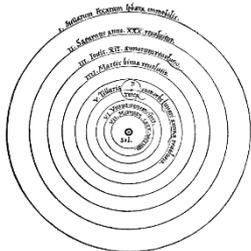
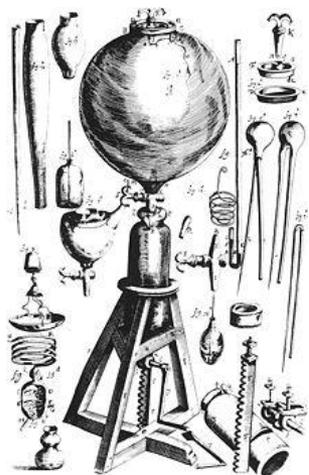
- (1) 課後請自行找一本有興趣的經典深入閱讀。
- (2) 上課期間請隨時思考生命的基本運行原則。
- (3) 在筆記本寫下你認為最關鍵三個運行原則。
- (4) 不要與別人討論三原則，也不要告訴他人。
- (5) 我已經寫下三個原則，並且密封在信封裡。
- (6) 三原則是我的武斷主觀，只期待誘發思考。
- (7) 上課結束時將會公布，全對者頒給金莎獎。
- (8) 雖沒有答對，但若能說服大家，亦可獲獎。

請不要寫以下名詞：

構造、功能、現象、機理、雙螺旋、基因、遺傳、自私、利他、
認知、文化、意識、演化、達爾文、孟德爾、瀰、迷因、突變、
反思、錯誤、配對、病毒、信息、機器人、互補、 $A=T$ 、 $C=G$

文藝復興時代 1500

哥白尼：天體運行論



明

十六世紀

1600

十七世紀

波義耳：元素理論

牛頓：自然哲學的數學原理

1700

清

十八世紀

1800

十九世紀

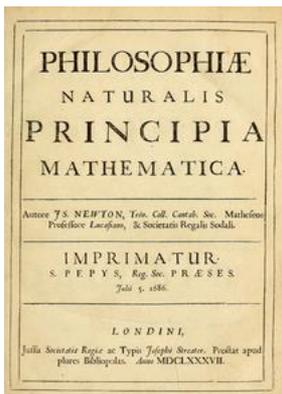
1900

二十世紀

2000

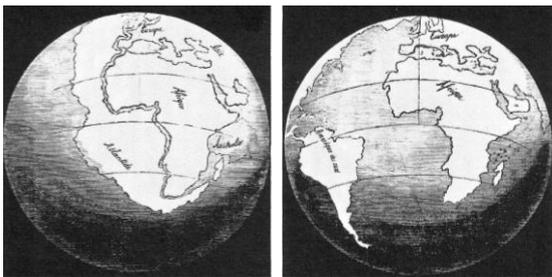
ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.
ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

Tl=50	Zr=90	?=180.
V=51	Nb=94	Ta=182.
Cr=52	Mo=96	W=186.
Mn=55	Rh=104	Pt=197.
Fe=56	Rn=104	Ir=198.
Ni=58	Pi=106	O=199.
Cu=63	Ag=108	Hg=200.
Be=9	Mg=24	Zn=65
Cd=112		
B=11	Al=27	?=68
U=116		
C=12	Si=28	?=70
Sn=118		
N=14	P=31	As=75
Sb=122		
O=16	S=32	Se=79
Te=128?		
F=19	Cl=35	Br=80
I=127		
Li=7	Na=23	K=39
Rb=85		
Cs=133		
Tl=204.		
Ca=40	Sr=87	Ba=137
Pb=207.		
?=45	Ce=92	
?Er=56	La=94	
?Yt=60	Di=95	
?In=75	Th=118?	

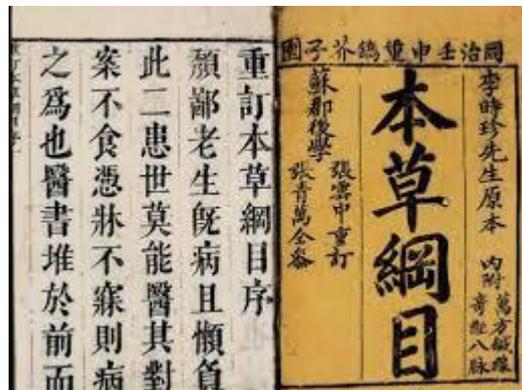


Mendeleev
第一張週期表

Д. Менделѣевъ

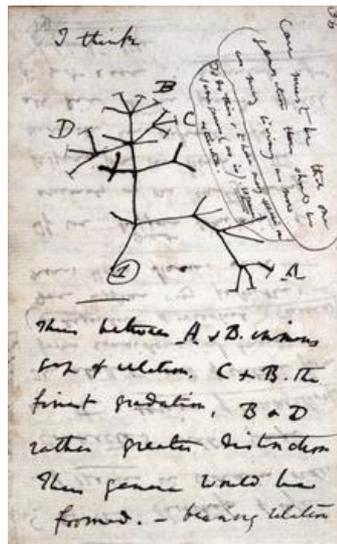


板塊運動理論



李時珍：
本草綱目
利瑪竇
湯若望
南懷仁

顯微鏡與微生物



博物學

Jenner: 牛痘疫苗

細胞學說

達爾文：演化論 (1859)

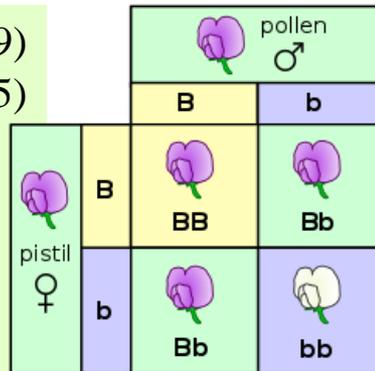
孟德爾：遺傳學 (1865)

現代生物學

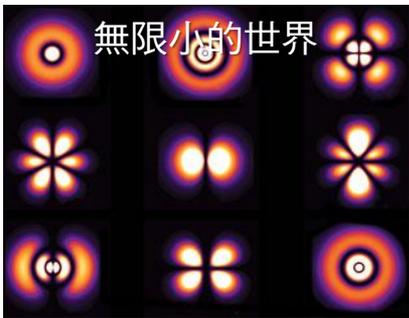
DNA 雙螺旋 (1953)

分子生物學

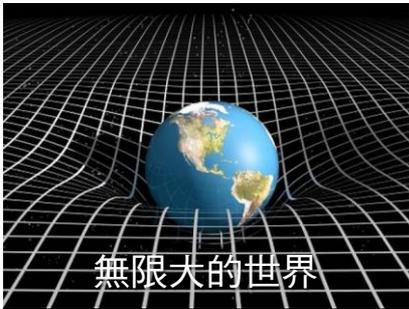
人類基因解碼 (2001)



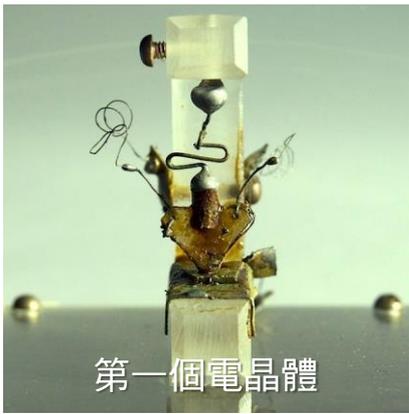
[五百年大事] 5



無限小的世界



無限大的世界

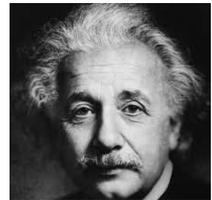


第一個電晶體



1900
 量子力學
 狹義相對論
宇宙基本運行原則
 廣義相對論

量子物理大冒險



1940

發明電晶體

數位時代大進擊

Apple II 微電腦

1980

2000

二十世紀
二戰

近代生物學

摩根：果蠅染色體

小分子 → 大分子

提煉胰島素

Krebs: 細胞代謝

電子顯微鏡 (看見病毒)

酵素是一種蛋白質

抗生素：磺胺藥、青黴素

薛丁格：What is Life (1944)

分子疾病：鐮型血球症

DNA 雙螺旋構造 (1953)

胰島素構造

生命基本運行原則

解密雙螺旋 (1967) Central Dogma

劍河倒影 (1972)

自私的基因 (1976)

分子遺傳學

分子生物學

生物資訊學

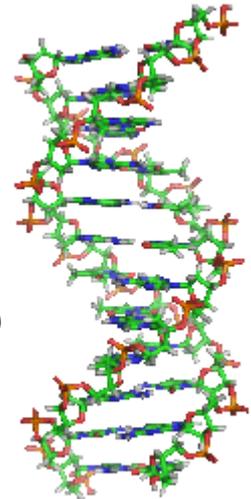
數位無所不在

人類基因解碼 (2001)



染色體分裂中

基因會代遺相傳



DNA

↓

RNA

↓

蛋白質

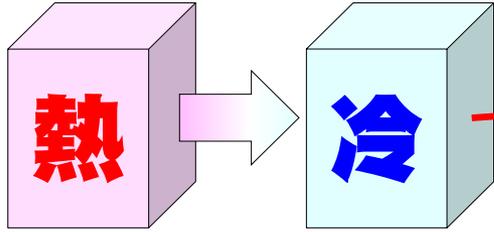
元素
 ↓
 週期表
 ↓
 小分子
 ↓
 大分子
 ↓
 遺傳分子
 ↓
 數位分子



自然科學之間的關聯

趨向高複雜度

格致



熱力學：宇宙趨向最大亂度

量子力學：原子的微觀世界

1

2

3

組合



String Theory

Singularity 奇異點?
趨向簡單歸一

生物學

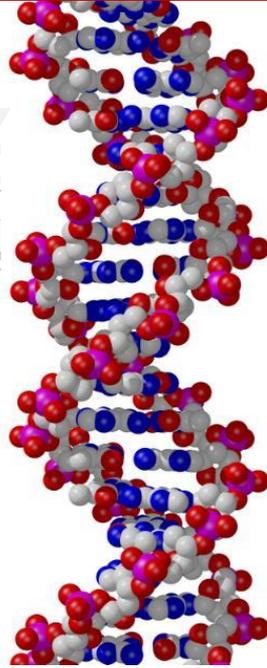
化學

物理

數學

?

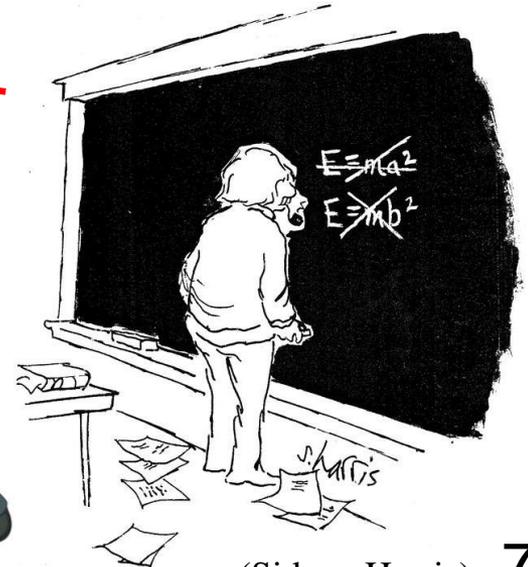
複製



文哲史社
終將合流



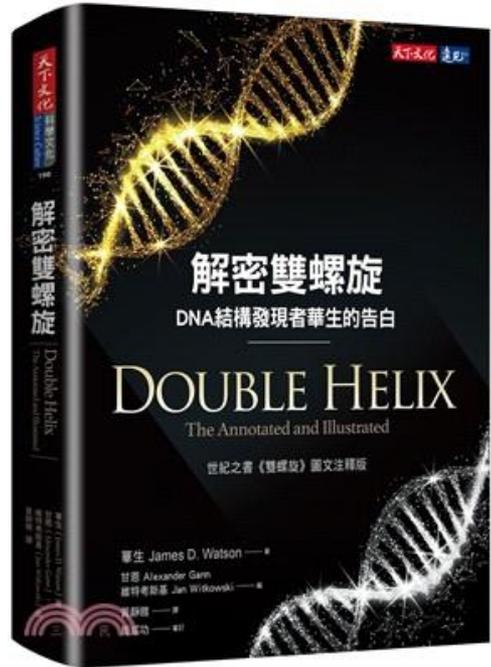
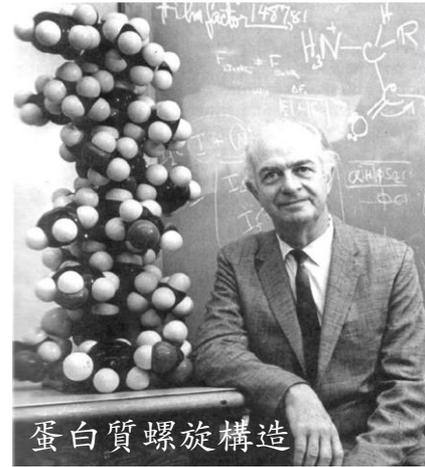
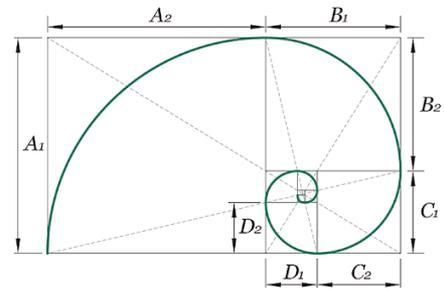
機率



(Sidney Harris) 7



{1} 構造 解密雙螺旋



大自然中螺旋構造的魅力



James D Watson 華生

- 1928 生於美國芝加哥 
- 1947 芝加哥大學動物學理學士 (19)
- 1950 印第安那大學哲學博士 (22)
- 1950 丹麥、義大利博士後研究
- 1951 劍橋大學 Cavendish Lab
- 1953 發表「DNA 雙螺旋構造」 (25)
- 1956 哈佛大學助理教授
- 1961 哈佛大學正教授 (33)
- 1962 諾貝爾生理學獎 (34)
- 1968 出版「雙螺旋」 (40)
- 1968 Cold Spring Harbor Lab
- 1988 人類基因體計畫 人體基因解碼





Watson 與 **Crick** 是一對奇異組合，並沒有做過任何實驗，只到處收集相關資料，竟然能推出 DNA 的確實構造，此構造可以完美解釋遺傳機制，也獲得諾貝爾獎。

從構造推測功能

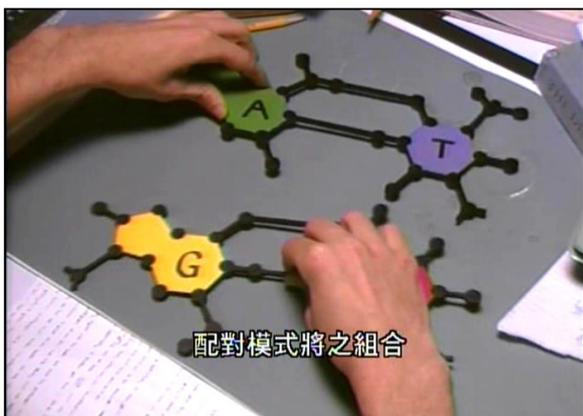
Cavendish Laboratory,
Cambridge University



早先，在倫敦王家學院的 Rosalind Franklin 以 **X光繞射法** 發現 DNA 是螺旋狀長條巨分子，正確無誤。



Watson 在參訪時得知此消息，是得以正確推出 DNA 構造之關鍵。



更早，哥倫比亞大學 Erwin Chargaff 分析發現組成 DNA 構造的四種小分子 (A, T, C, G) 有固定的比例；任何生物中，永遠是 **A=T** 且 **C=G**。這點使得 Watson 以模型拼湊出 AT 與 CG 的配對。

DNA 在酒精中
沈澱成為絲狀

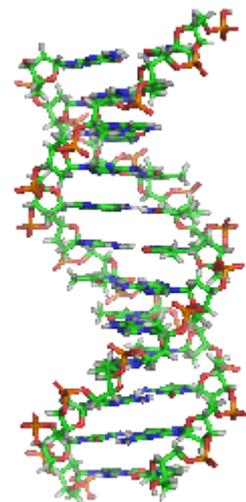


這個選萃出來的DNA，其實
就是一扇通往進化的窗口

DNA 是長條巨分子，有點像錄音帶般地貯藏著遺傳密碼 (A,T,C,G)；可以在酒精中抽取出來，並且分析這些密碼的序列。人體的全部密碼已經被解出，總共有 **30 億 (3 Giga)** 個密碼 (鹼基)。

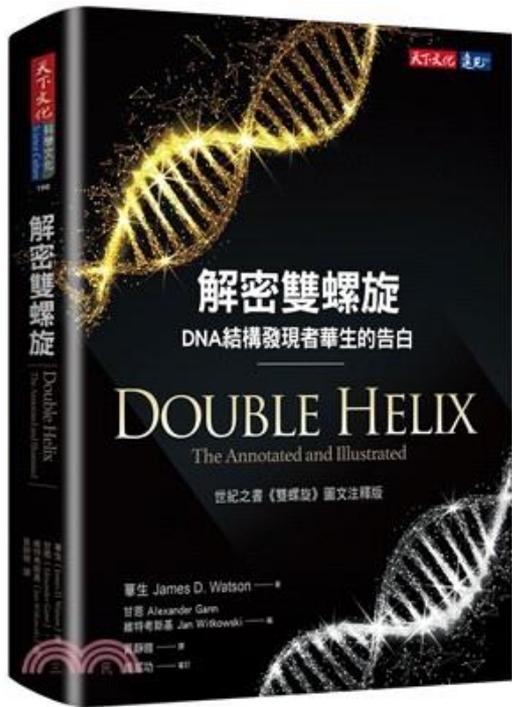
DNA = 去氧核糖核酸

DNA **雙螺旋** 由兩股長鏈相互捲繞而成，每股長鏈上有連續密碼，而兩股之間的密碼，是以 **A=T, C≡G 互補性配對**，以利其精確複製。

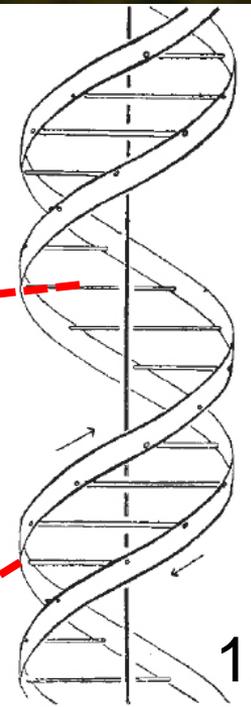
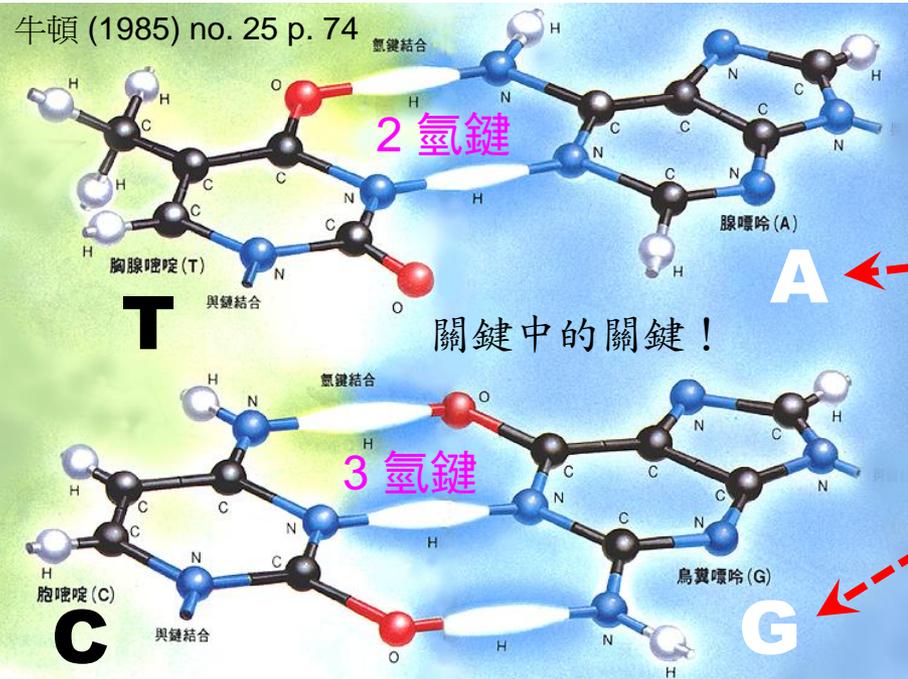
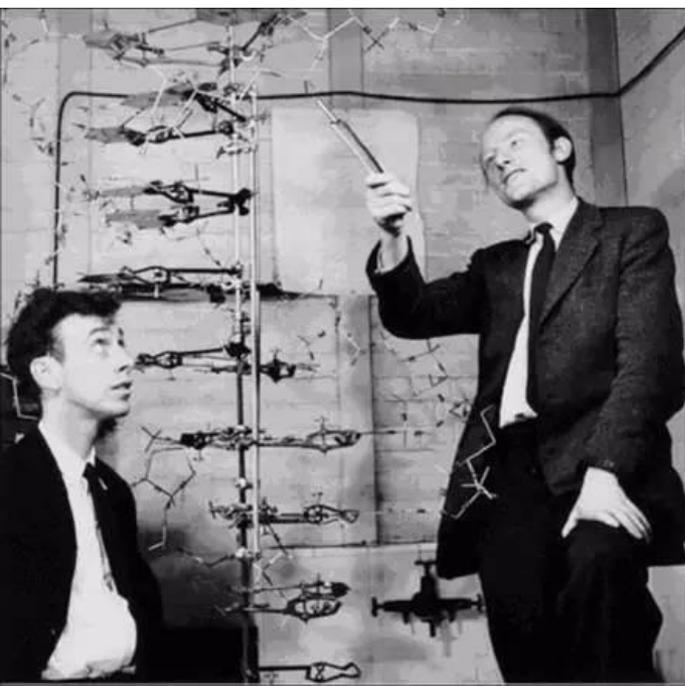
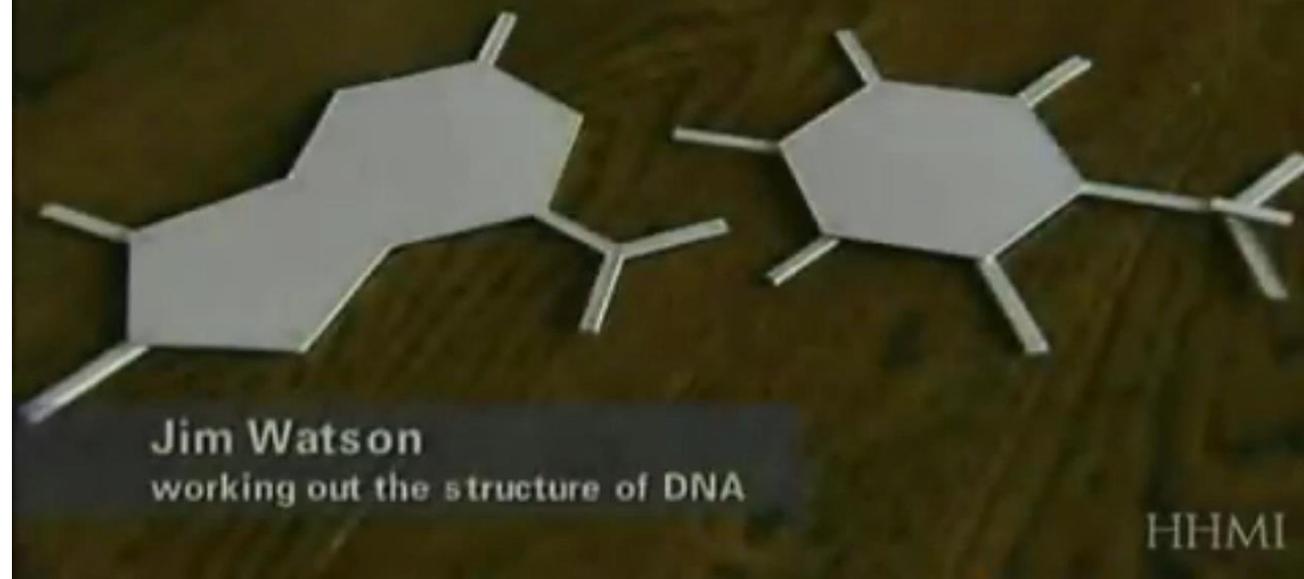


以上述配對方式，若兩股長鏈解開，各自可取用細胞的游離 A,T,C,G 分子，依照互補規則，各自複製成一條完整雙螺旋，這兩條完全一樣，就是遺傳的基本機制，完美解釋「龍生龍鳳生鳳」。

簡單到近乎完美



Watson 如何發現雙螺旋構造



What is Life?

1943 年薛丁格在都柏林大學的一系列通俗科學演講結集而成，影響後世甚深遠，包括發現雙螺旋的 Watson & Crick 二人組。

Double Helix: 他 (Crick) 之所以捨棄物理學，對生物學發生了興趣，一大因素是他在 1946 年讀了「**生命是什麼？**」這本書。

薛丁格自序

…我們當中應該要有一些人去大膽地對事實和理論進行綜合，即使其中某些知識只是「二手的」且不完整，而且還要甘冒因幹了蠢事而出醜的危險…

第一部：生命是什麼？(7 章 + 1) **負熵**

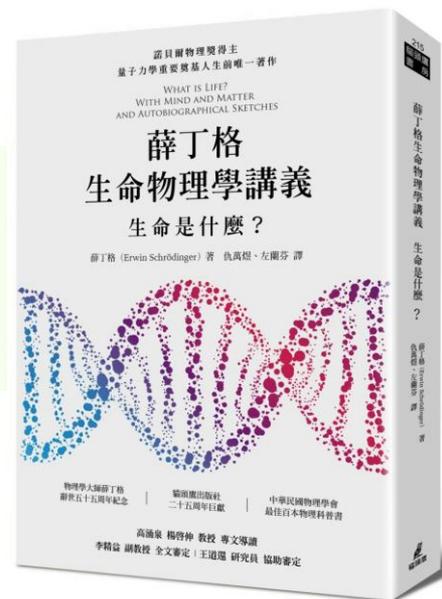
活細胞的物理學觀

- (1) 宇宙朝最大亂度發展
- (2) 生命構造卻降低亂度
- (3) 降低亂度需吸取能量
- (4) 生物圈都在搶奪電子

第二部：心靈與物質 (6 章)

探討意識的物質基礎 **洞見**

第三部：自傳概述 兩次大戰的顛沛流離



Erwin Schrodinger 薛丁格

1887 生於奧匈帝國維也納



幼年受父親教導影響極大

1910 維也納大學數學物理博士 (23)

1914 參加第一次世界大戰

1920 第一次浪跡天涯的年代

1926 量子物理「薛丁格方程式」

1933 二戰流浪年代與私生活

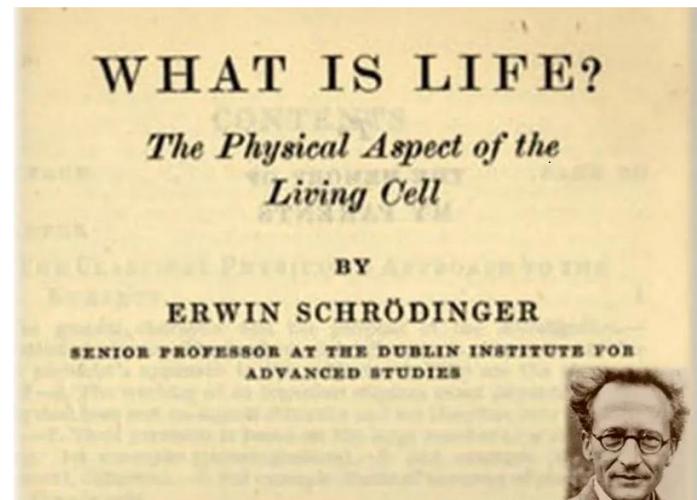
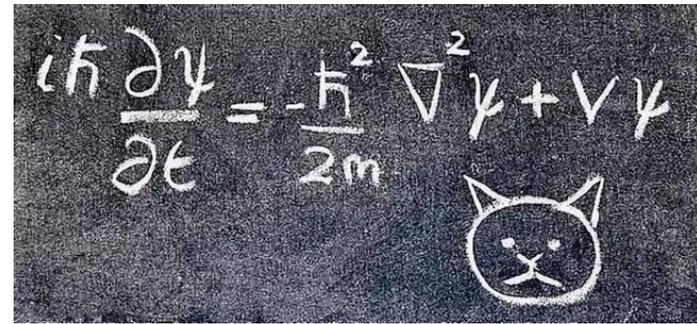
1933 諾貝爾物理學獎 (46)

1935 虛擬實驗「薛丁格的貓」

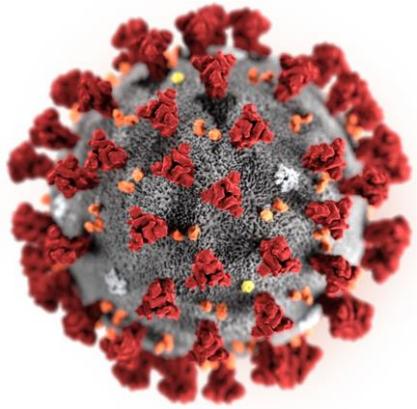
1944 發表「What is Life?」(57)

1956 返回維也納大學任教

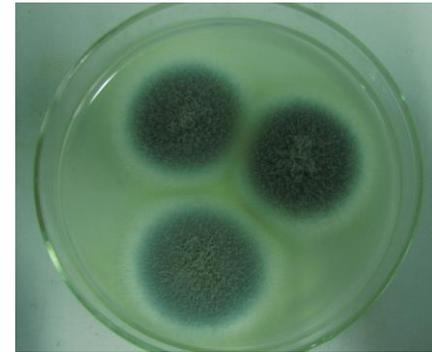
1961 在維也納因肺結核去世 (73)



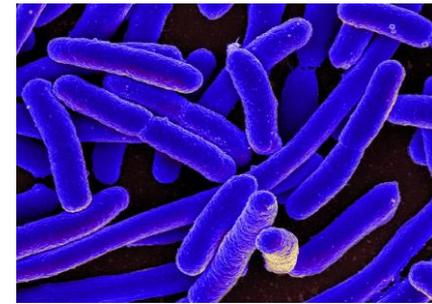
咖啡樹生來為人類服務？



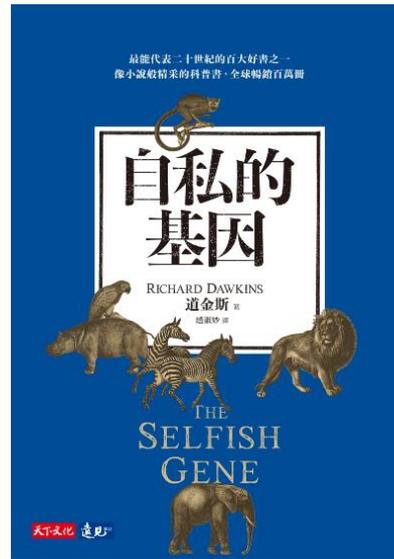
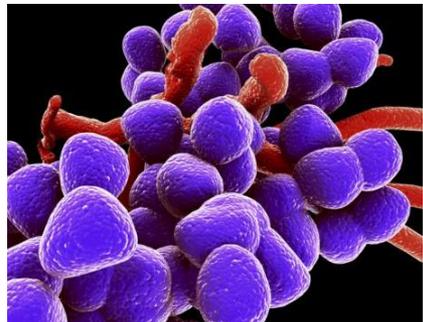
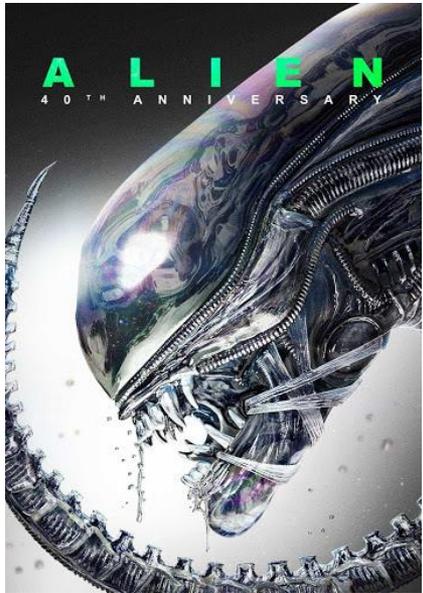
{2} 功能 自私的基因



生物戰爭



互利共生



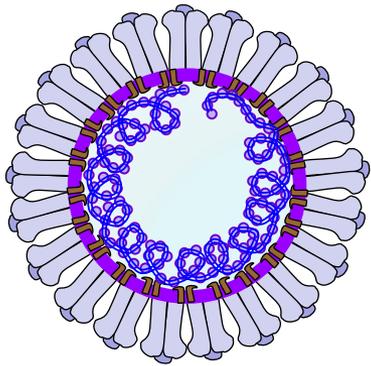
各種生物構成有其獨特功能

The Selfish Gene

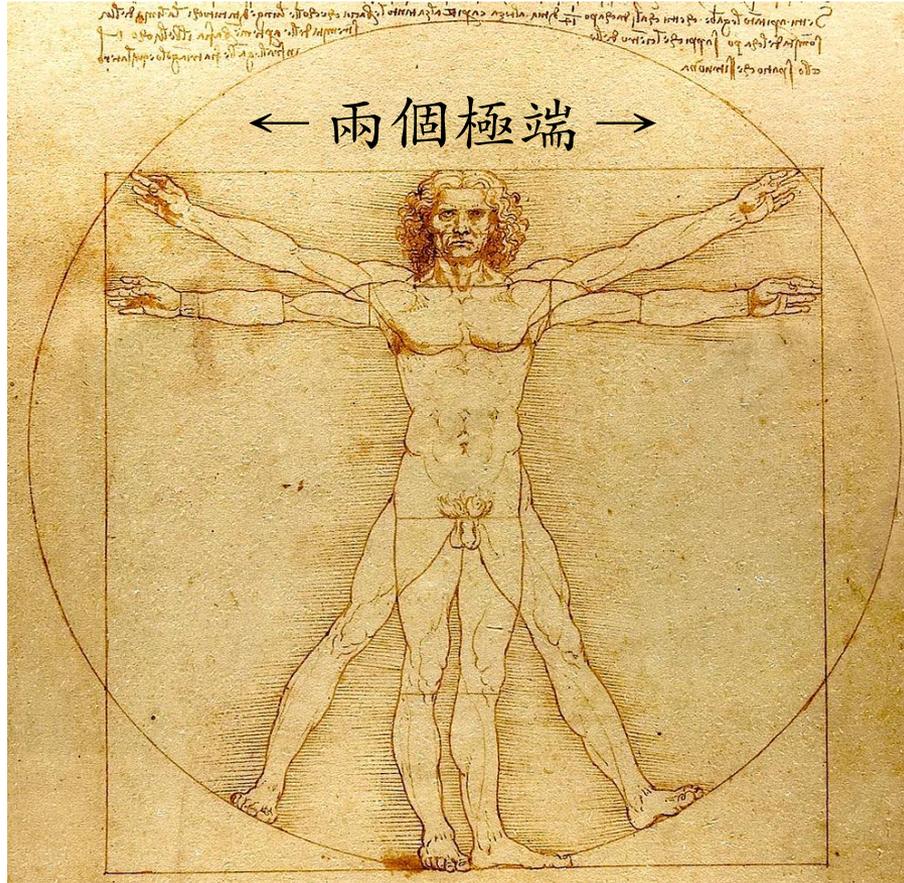
作者序：我們都是機器人的化身！

…暗地裡已被輸入某些程式，用來保養這些叫做「基因」的自私分子！…至今仍令我心驚膽寒的事實。

比較複雜的機器 →



↑ 最簡單的機器

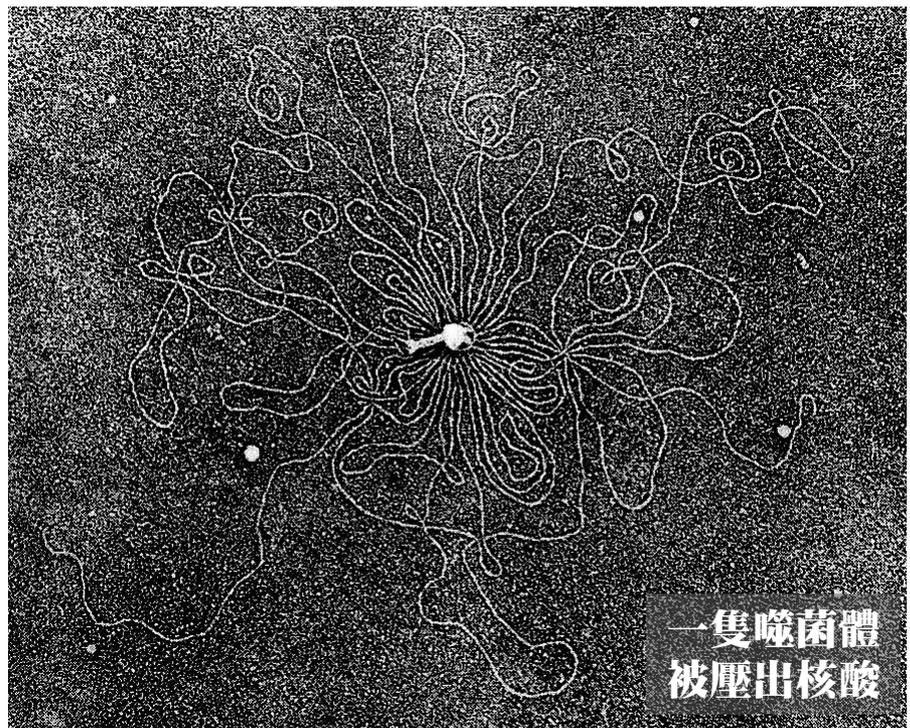
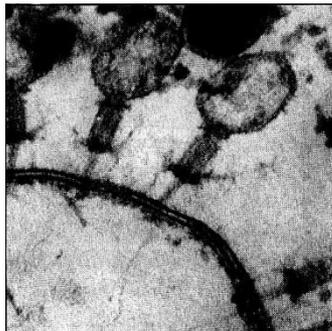
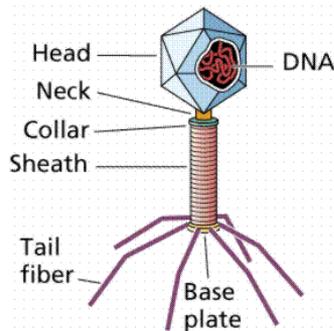


電腦病毒
數位基因
虛擬實境



病毒 是奈米級的基因獵人

是活生生的基因機器！



一隻噬菌體
被壓出核酸

一群噬菌體正在圍攻獵殺細菌
(以星際大戰造形凸顯內在小宇宙)

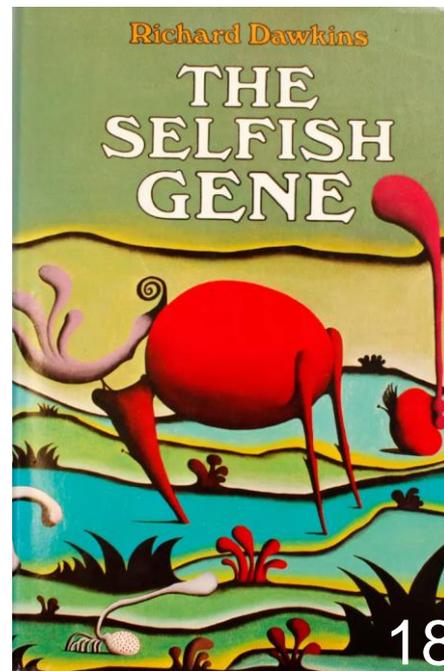
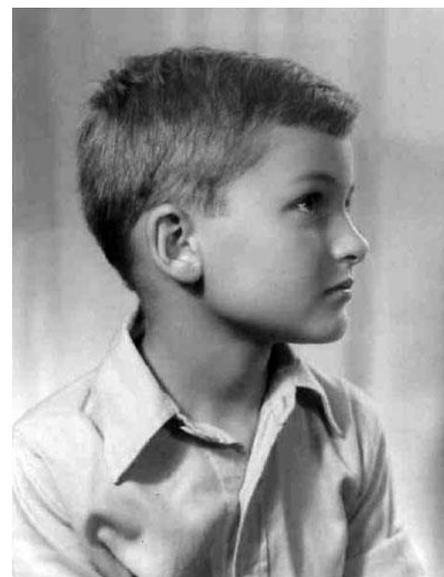
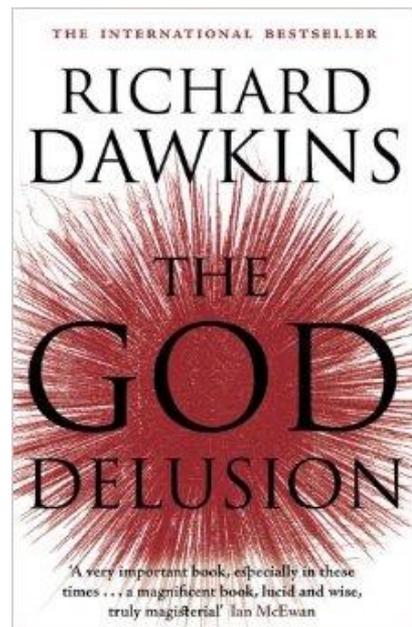
GENETIC ATTACK launched by T7 bacteriophage against *Escherichia coli* bacteria has been studied using a detailed computer simulation.

Scientific American (2001) September; August, p. 46

Richard Dawkins 道金斯

- 1941 生於非洲肯亞 Nairobi 
- 1962 牛津大學動物學學士
- 1966 牛津大學哲學博士 (25)
- 1967 加州大學 Berkeley 助理教授
- 1970 牛津大學講師
- 1976 出版「自私的基因」(35)
- 1986 出版「盲眼鐘錶匠」
- 1990 牛津大學正教授
- 2001 英國皇家學會會士

無神論者
演化論支持者
科普推動者



The Selfish Gene 目錄

第一章

為什麼我們是人？

第二章

複製者傳奇

第三章

不朽的雙螺旋

第四章

打造求生機器

第五章

生存策略

第六章

基因的自私算盤

第七章

動物早懂得家庭計劃

第八章

兩代的戰爭

第九章

兩性的戰爭

第十章

你幫我搔癢，我幫你抓背

第十一章

自私的「瀰」

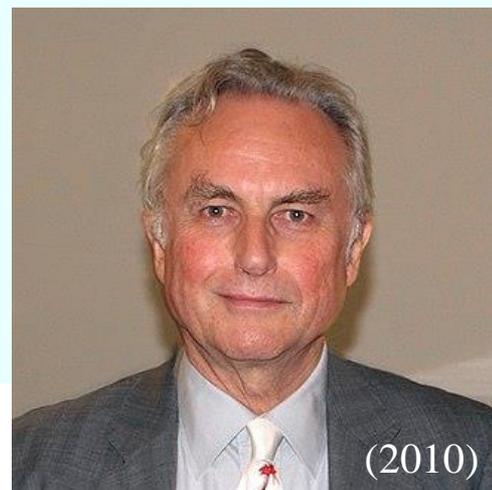
第十二章

好人還是會出頭！

第十三章

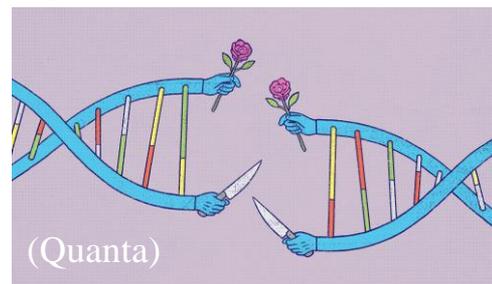
基因無遠弗屆

基礎生物學



看透生命與基因之實相
反思人類的意義及未來

自私
↓
↓
利他



大老闆？

基因 (gene)
瀰 (meme)
= 迷因
≠ 網路迷因

第一章 為什麼我們是人？

達爾文明確問到「我們為什麼存在？」

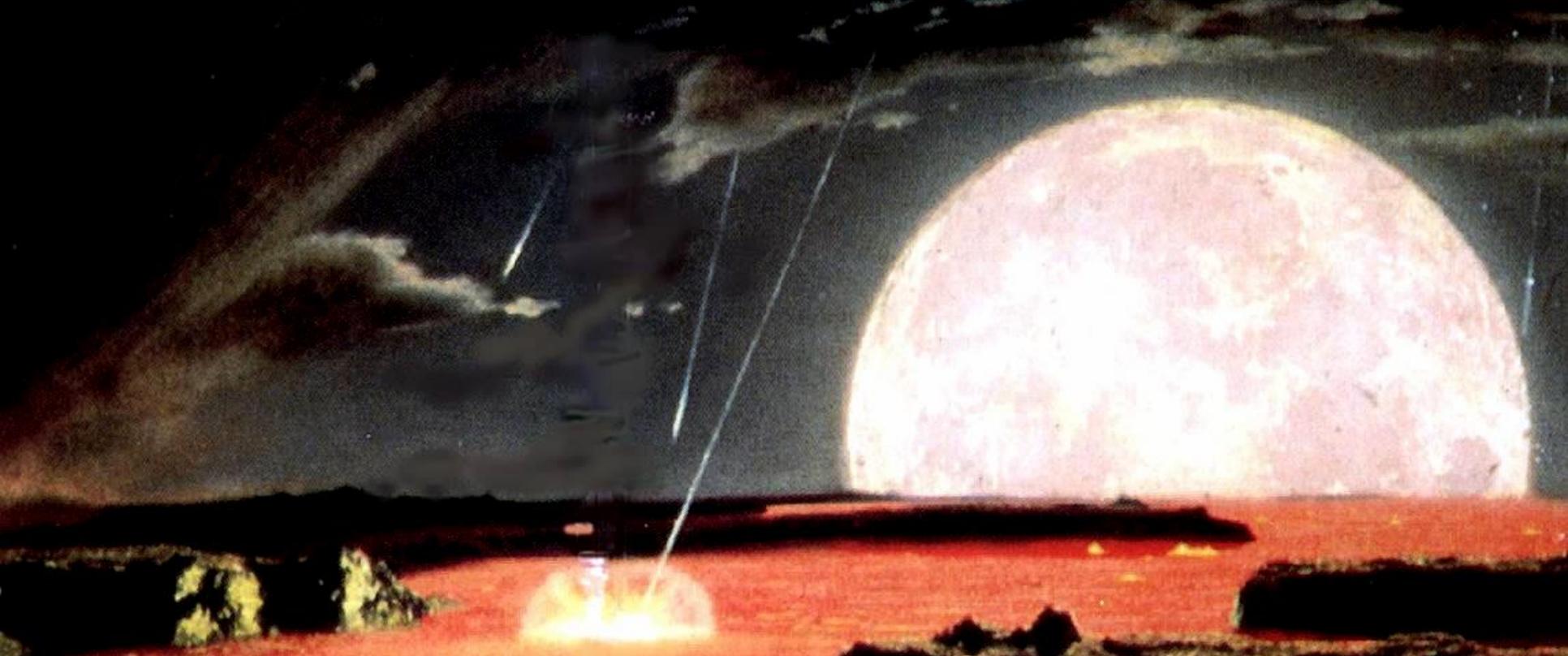
若更高智慧的外星生物造訪地球，他們的第一個問題？

成功的基因有個主要特性，就是「極端的自私」：

基因的自私本性，往往會在個體行為表現出來；然而，我們會發現特殊的景況下，動物個體的基因會借用有條件的利他主義，來達到它本身自私的目的。

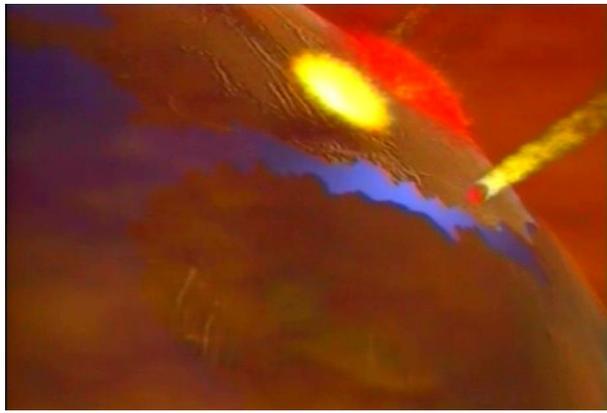


第二章 複製者傳奇



- (1) 地表溫度很高，地殼活動非常旺盛。
- (2) 原始大海中充滿各種基本元素或小分子。
- (3) 還沒有大氣層，因此紫外線直射地面。
- (4) 沒有氧氣，可能有**甲烷**、**氨氣**、**含硫化合物** (H_2S)。
- (5) 殞石還是不斷襲擊地球，帶來外空物質。
- (6) 好像一個巨大的化學反應槽。

組成生命的物質可以在原始地球的環境中產生



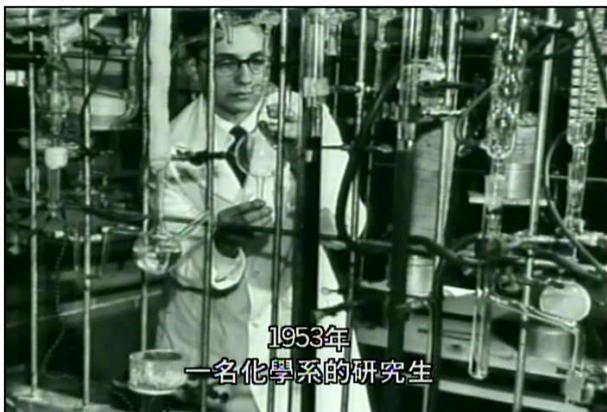
地球剛形成之後，不可能有生物存在，但是充滿簡單的小分子 (如水、氨與烷類)，以及取用不盡的能量。



組合

原子 → 小分子 → 單位分子 → 巨分子

米勒 Miller 在實驗玻璃瓶中模擬早期地球上的狀況，只給予簡單的小分子，但是充滿了熱與能，是有效的反應器。



反應一週後，發現產生很多有機物質，尤其有十多種**胺基酸**，這些胺基酸的種類，與最近發現的古老蛋白質之組成很相近。

M D R I W G C T E G K

複製

胺基酸

蛋白質

核苷酸

RNA

A G U C G U U A C G G

M

D

R

22

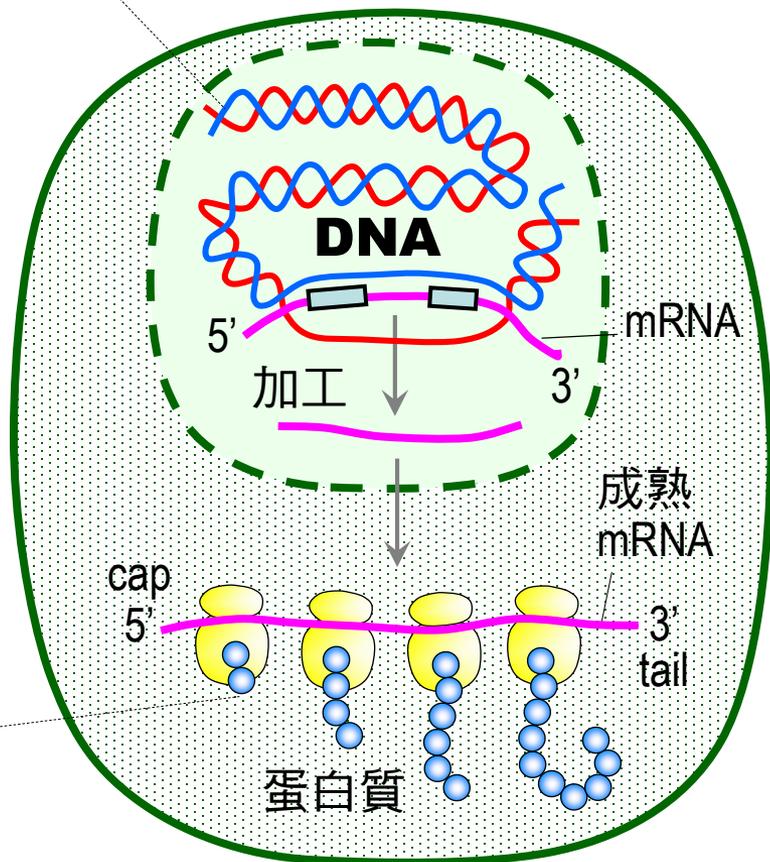


第三章 不朽的雙螺旋

生物都是求生機器，其建構藍圖寫在 DNA 上面。



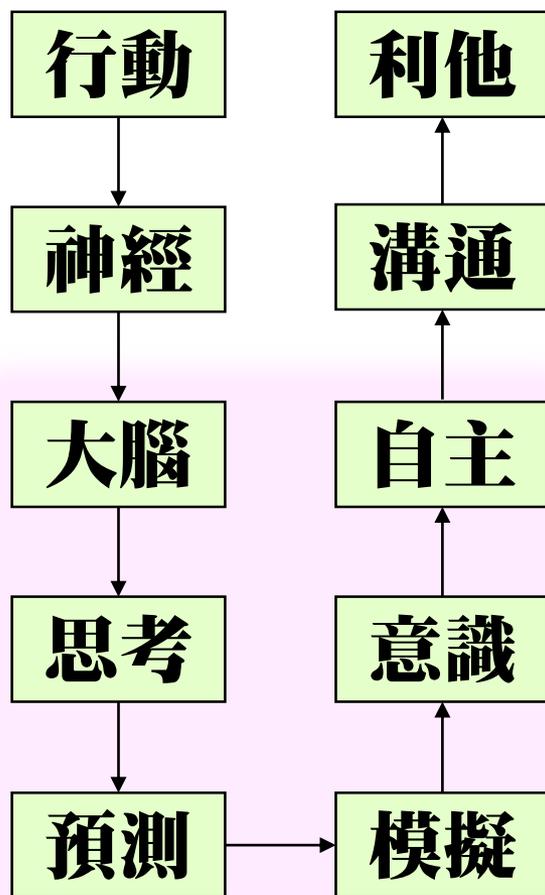
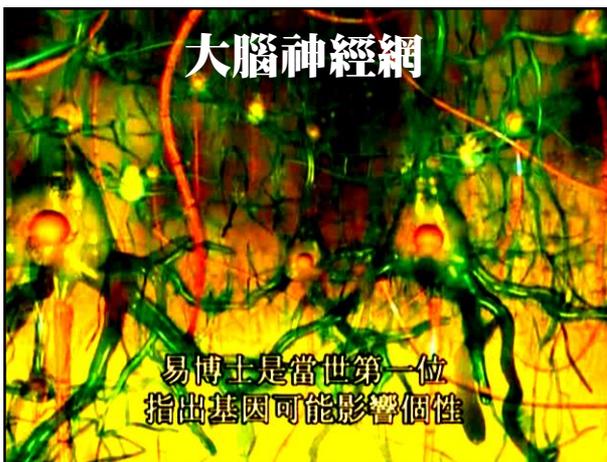
Central Dogma
DNA → RNA → 蛋白質



第四章 打造求生機器

奪取資源：異營（動物）、自營（植物）、寄生（病毒）

生物體或細胞其實是基因的殖民地，一切都是利害關係。



基因決定一切



終於成功了！

杜鵑鳥的蛋先孵化出小鳥
小杜鵑鳥本能地把其他蘆鶯蛋擠出鳥巢
這樣可以排除其他小鳥競爭食物

小壞蛋非常努力

蘆鶯沒有發現這隻鳥不是她的小鳥
杜鵑鳥把蛋偷放在蘆鶯的巢裡

Arthur Homan: Rhythms of Nature in the Barycz Valley

為何杜鵑幼鳥有此本能？小壞蛋是否道德淪喪？

第十一章 自私的「瀰」

作者序：我們都是機器人的化身！

…暗地裡已被輸入某些程式，用來保養這些叫做「基因」的自私分子！…至今仍令我心驚膽寒的事實。

人類之所以不尋常：**文化** (culture)

一種無法測量又處處存在的氣質

…所有生命都是由「複製」繁衍演化而來，基因、DNA 就是此複製本質…但早有一種新的複製者出現在地球。

複製



模仿



文化

Gene



Meme



Internet meme

mimeme
memory
même

基因



瀰/迷因



網路迷因

旋律 觀念
口號 服裝
福音 信仰

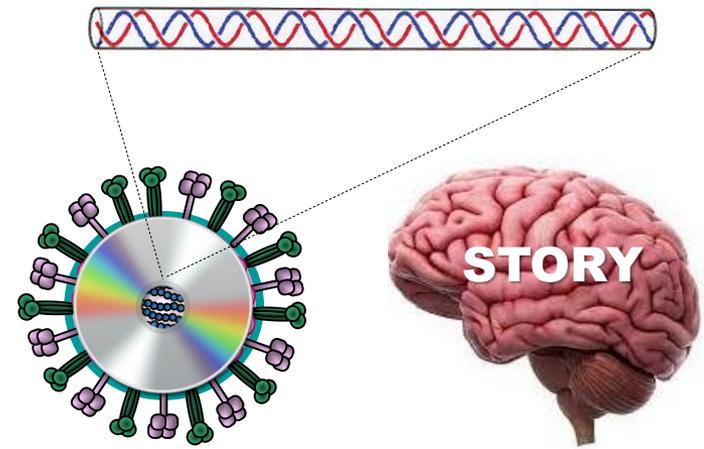
網紅 梗圖
長輩圖
病毒行銷

由基因到迷因，然後呢？

基因好像不是生命之最終目的？

- (1) 生物只是用來複製基因的機器
- (2) 生物只是用來傳播迷因的機器
- (3) 有沒有這個基因或機器不重要
- (4) 只要把迷因的信息傳下去即可
- (5) 紙筆或一張光碟就能取代基因
- (6) 那麼人生的根本意義是什麼？

推測最早的基因是 RNA
RNA 病毒是最早的機器
RNA 後來被 DNA 篡位

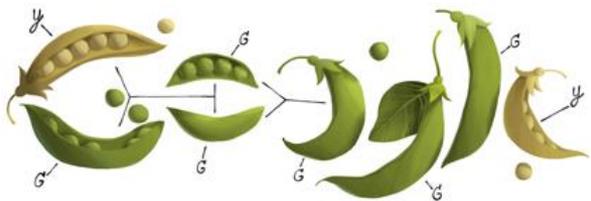


文化 → 反思 → 認知 → 意識

- (1) 在大量迷因中辨認誰胡說八道
- (2) 反思自己的看法是否站得住腳
- (3) 時時意識自身所處的時空座標
- (4) 看住自私的基因蘊育利他主義
- (5) 珍視每一天講好你一生的故事

生態圈 → 凍人 → 凍卵 → 生化人 → 全數位

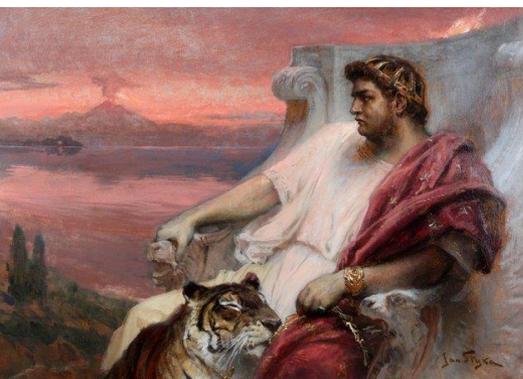
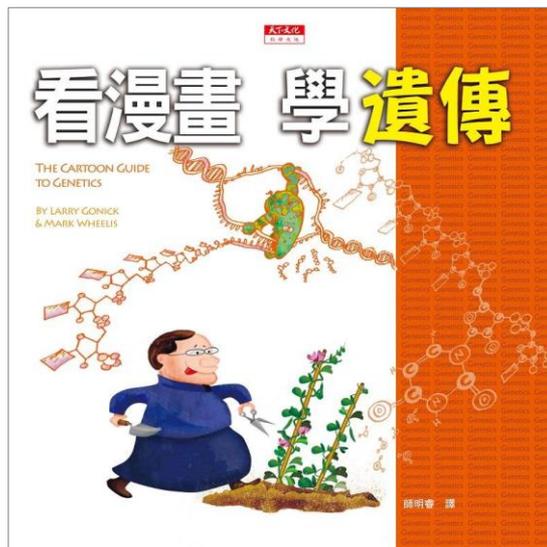
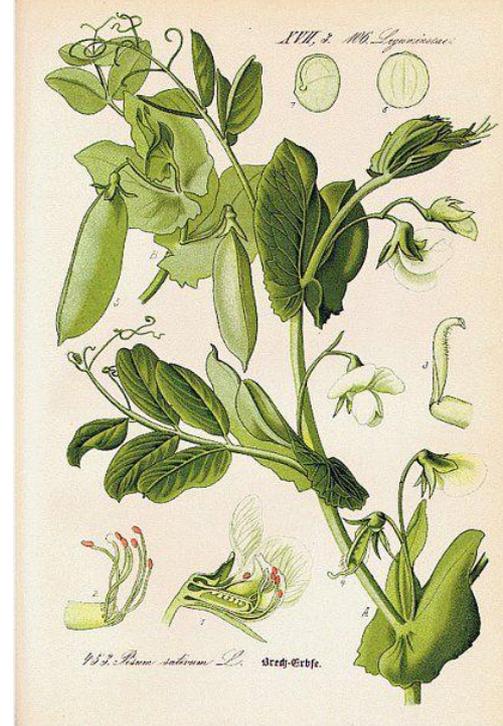




Google 致敬孟德爾

{3} 現象

遺傳學原理



神秘的生物遺傳其實有跡可循

遺傳機制

奧地利神父孟德爾觀察豌豆外型變化發現遺傳定律

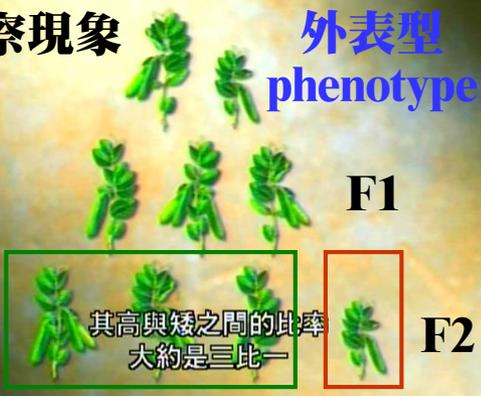
我的時代將會來臨！



不管怎樣，葛雷哥孟德爾的實驗卻有了突破

觀察現象

外表型
phenotype



其高與矮之間的比率大約是三比一

推論原因

假如當時你也在種豌豆

WHY?



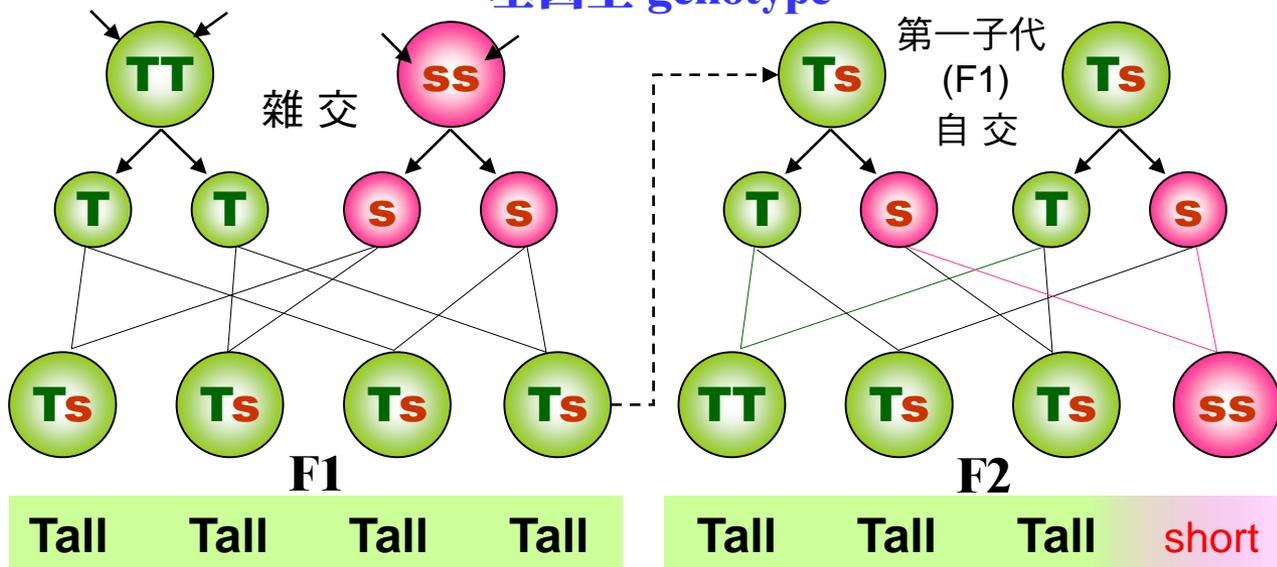
雖然孟德爾在1865年就已經非常清楚的證明基因的存在

觀察豌豆的七種形質，初見遺傳學定律：

- (1) 個體的每種遺傳形質都有兩個控制單位。
- (2) 此二單位在生成配子 (精子、卵子) 時分開。
- (3) 每個配子只分得其中之一種單位。
- (4) 來自父母雙系的配子經雜交後結合成胚。
- (5) 胚胎回復兩個單位，但各來自父母雙方。
- (6) 此二單位對形質影響力不同：顯性、隱性。

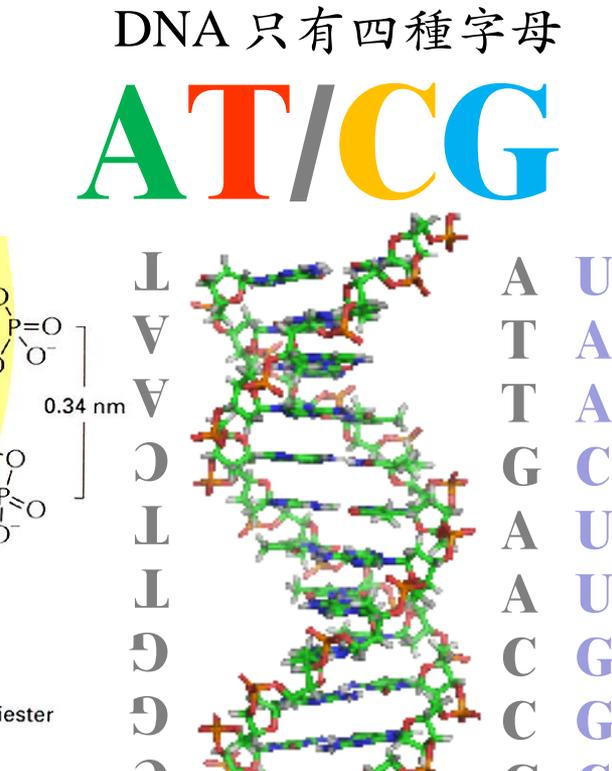
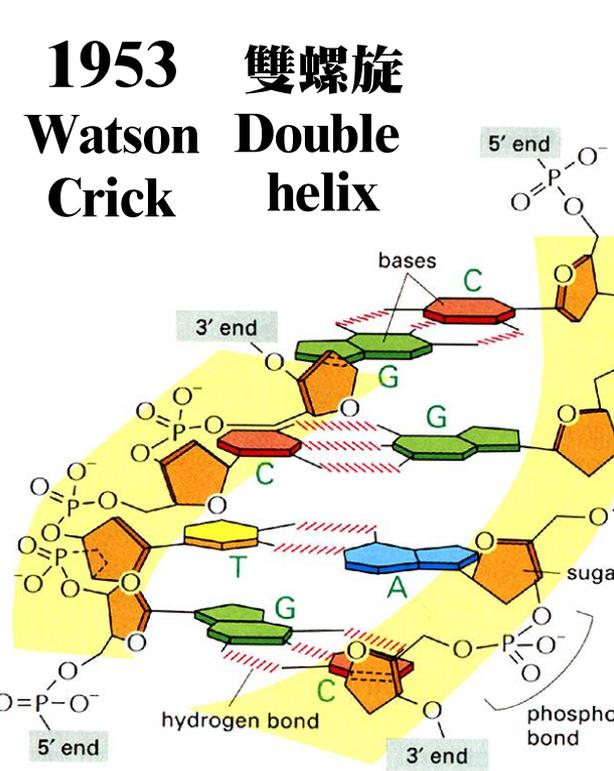
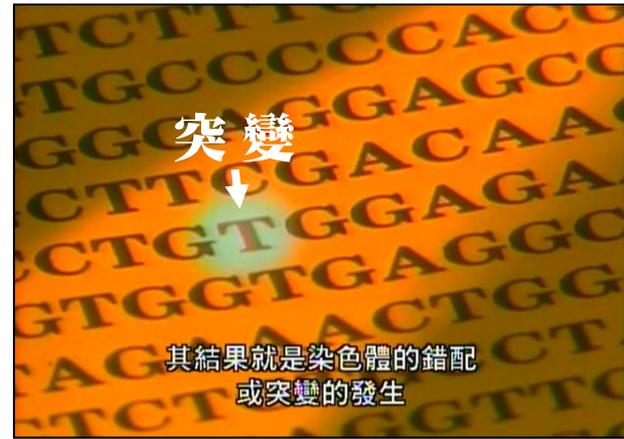
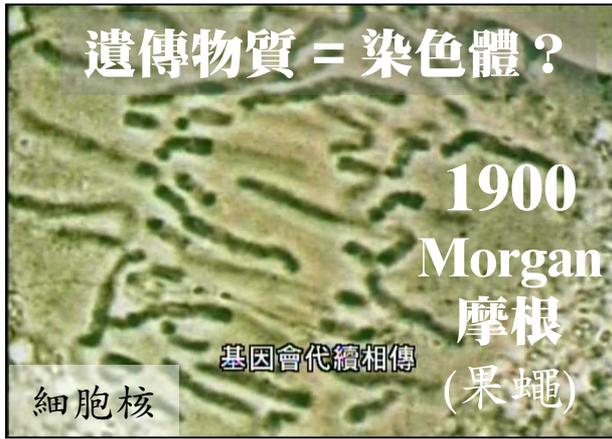
高 T
矮 s

基因型 genotype

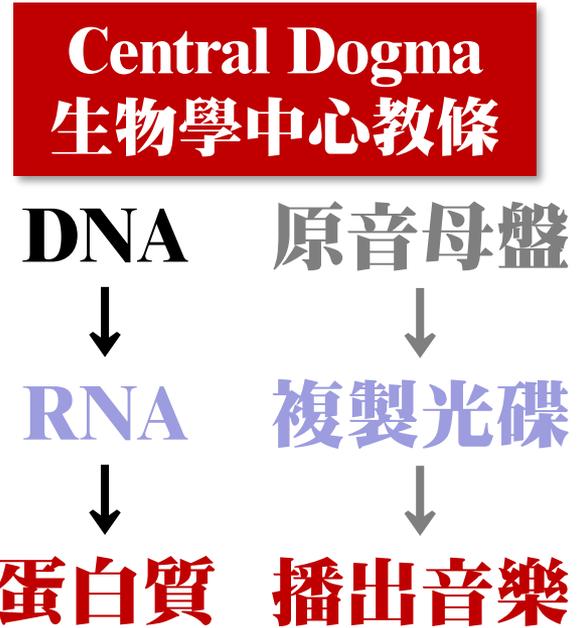


此論文最初遭退稿，發表後也被埋沒了35年！

生物的遺傳密碼全紀錄在 DNA 上



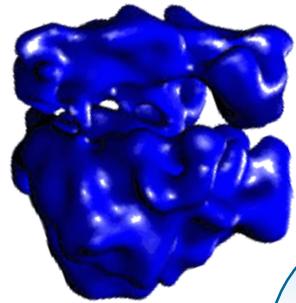
遺傳密碼錯誤造成的突變是生物演化基礎



DNA 抄錄成 RNA 再翻譯為蛋白質

T A C T T C G A T C G

DNA



(Mundo Microscópico)

[翻譯機]

Ribosome 核糖體

Transcription 轉錄

[抄錄成 mRNA 送出細胞核]

messenger

A U G A A G C U A G C

mRNA

[一直翻譯下去]

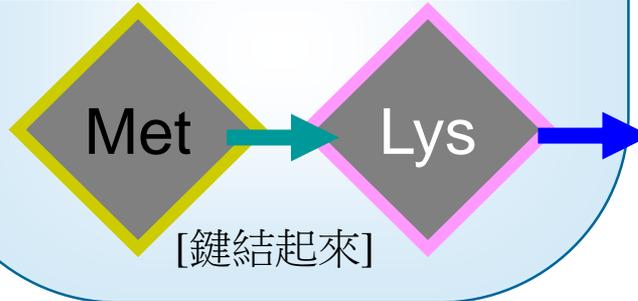
[三個字母一組密碼]

U A C U U C
1 2

tRNA

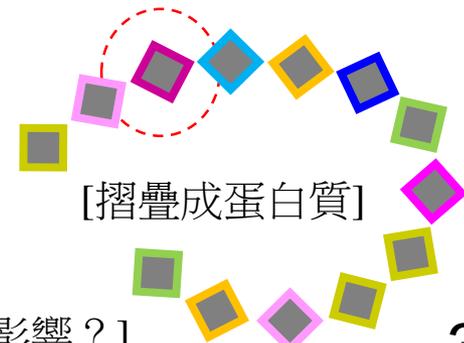
transfer

[開始翻譯]



G A U
3

Leu



Translation 轉譯

[有無影響?]

DNA 抄錄成 RNA 再翻譯為蛋白質



DNA時代

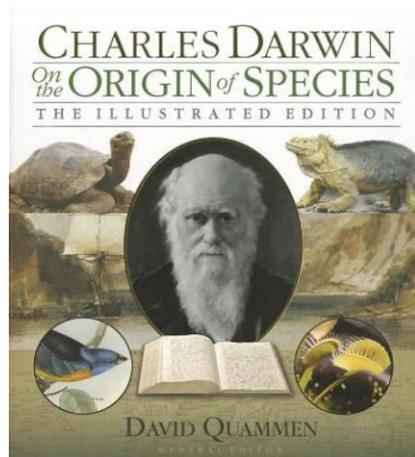
生命解碼 人體的藍圖

{4} 機理

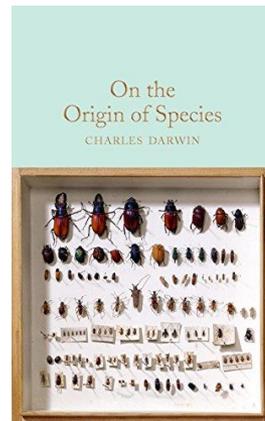
物種源始論



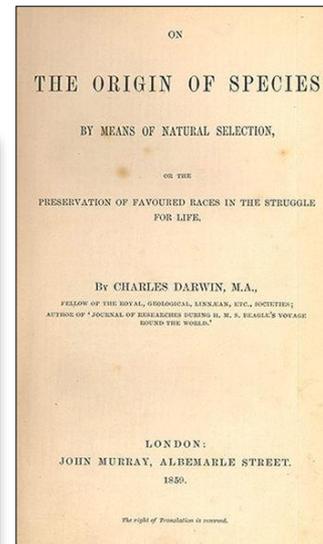
中文版 (貓頭鷹)



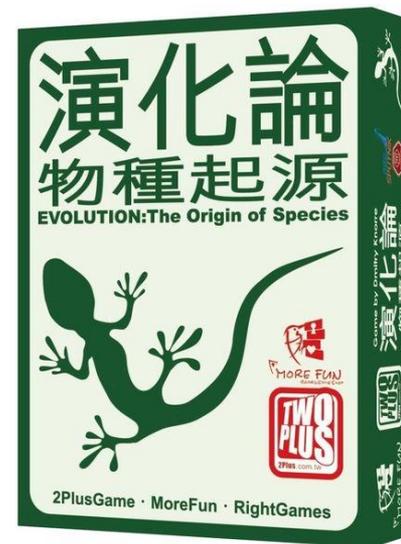
圖解版



袖珍版

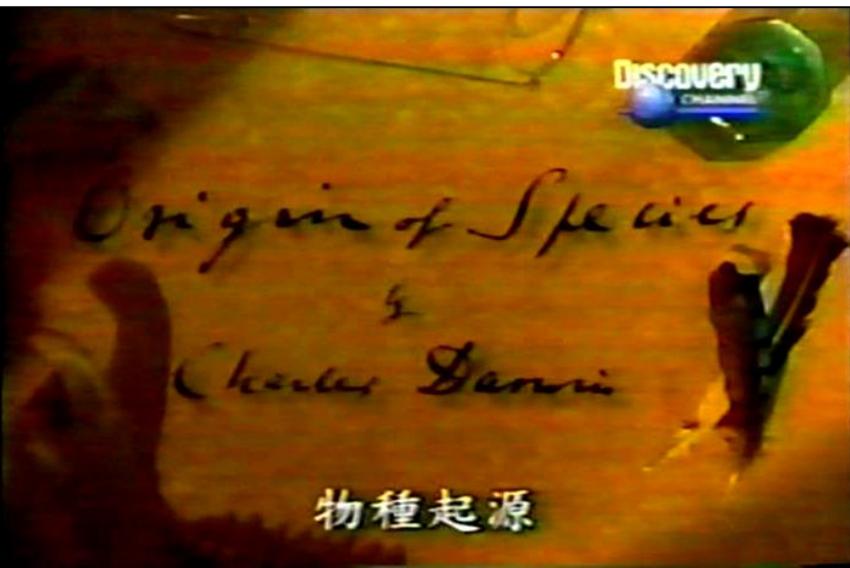


最早原版

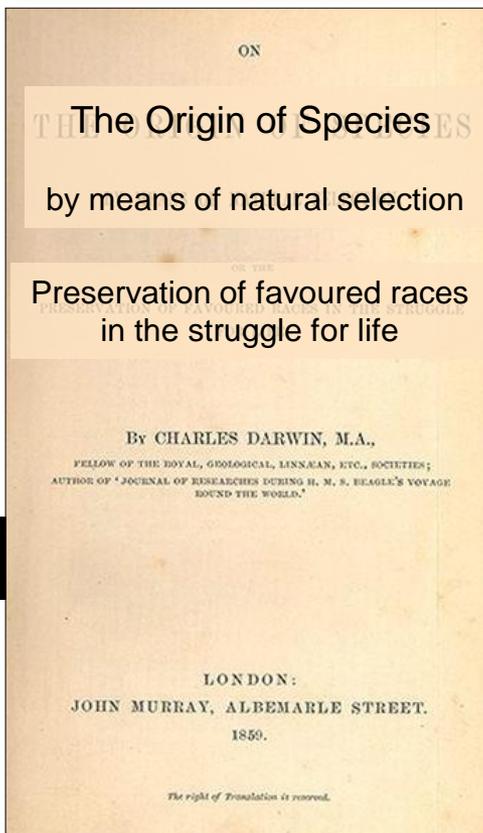


桌遊版

無所不在的生命運行天機



馳騁古今的智者



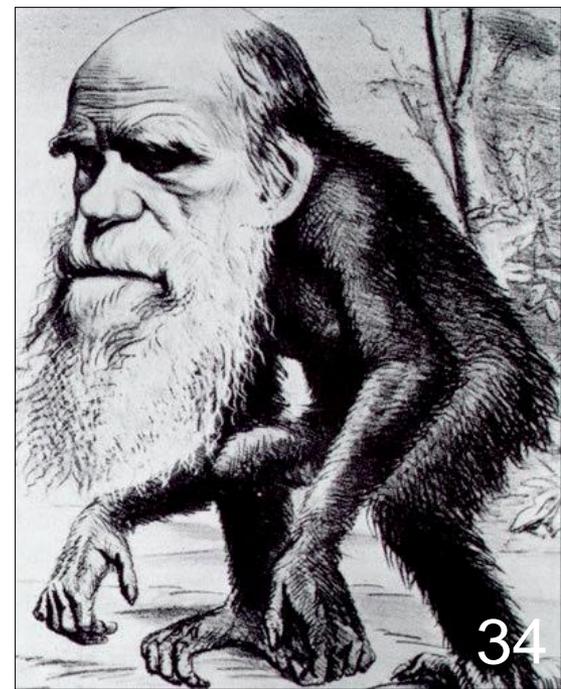
Discovery: Great Books 物種源始論



Natural selection 天擇

由自然環境選擇生存者

1831~1836 小獵犬號之旅 (到 Galapagos)





為何有如此多的不同物種？
 他們之間兼有相似與變異。
 長久時間下累積細微變化，
 可能逐漸造就優勢新物種。

(很像 Big Bang 理論的反推方式)



鬣蜥



物種演化乃經由**天擇**實現

- (1) **變異產生多樣**
- (2) **天擇沒有方向**
- (3) **保留優勢物種**

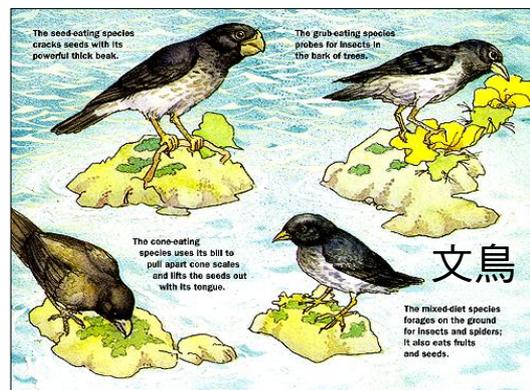
機率

科學有時很難說誰是原創

長頸鹿的脖子為何那麼長？



象龜

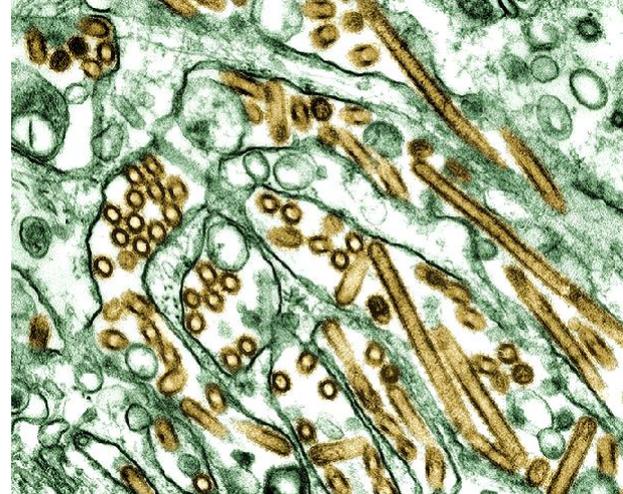


文鳥

年輕的壯遊與見識

演化論

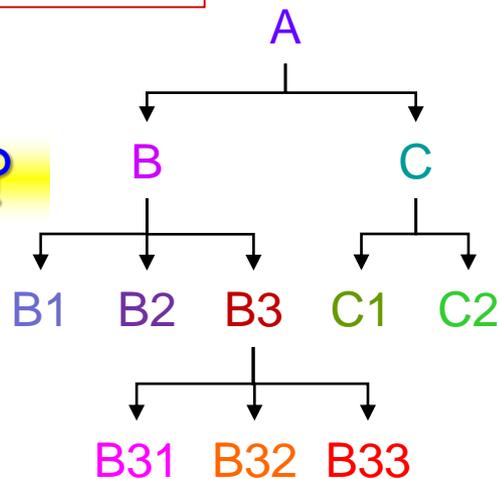
演化論在分子層次也同樣適用



H5N1 流感病毒
每年演化出新形式病毒
(要逃避宿主免疫系統)

達爾文最早的演化樹構想

集體抄襲例



發現三篇報告內容相似 36

細菌快速演化出可耐**抗生素**的新種，**殺蟲劑**也對蚊蟲失效，整個自然界都在執行**演化**及**天擇**。

生物資訊學

由**基因序列**的比對，可以清楚看到人類和其他生物間的相似與差異，也可方便地推出演化樹。

巨觀、微觀都遵守演化論

宇宙生滅是否遵循演化論？

演化有很強的**機率**成份，這種機率可預測演化流向。

若恐龍沒有滅絕，可能會演化成類似人類外表與功能？



我們是自找麻煩



科學家利用這種最新科學
回答一些最古老的問題

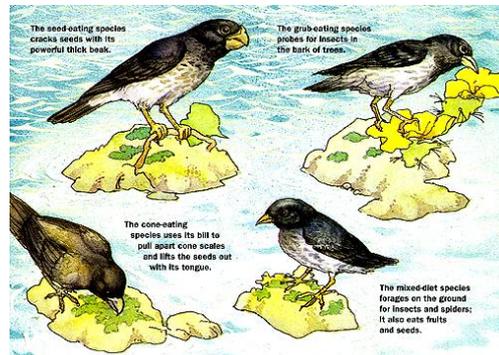


做了這種假設

突變

其結果就是染色體的錯配
或突變的發生

DNA 複製可能 **出錯** 而造成變異，對生物的影響好壞都有可能。變異造成**生物多樣性**，產生各種不同的生命形式，豐富整個地球生物圈。



人類與黑猩猩的基因差異不到 **1%**。這麼小的不同就足以造成兩者在智慧、文化與生理的懸殊對比？單從基因差異而言顯然無法解釋這一切。

可能**基因的表現與調節**，對生物的最後發展有重大的影響。

各種生物的**胚胎**，在發育過程中有段時期非常相似，顯示生物間的密切演化關係。

人類之珍貴可能不只是生物層面



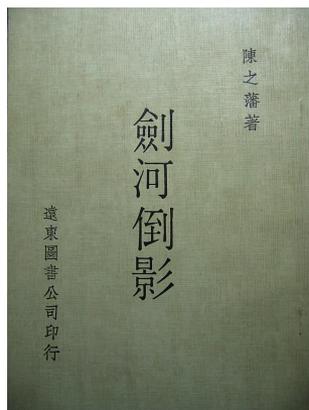
人類的DNA與黑猩猩的DNA
之間只有1%的差異

這無疑詮釋了
生命共同體的美妙



{0} 反思

一本小經典



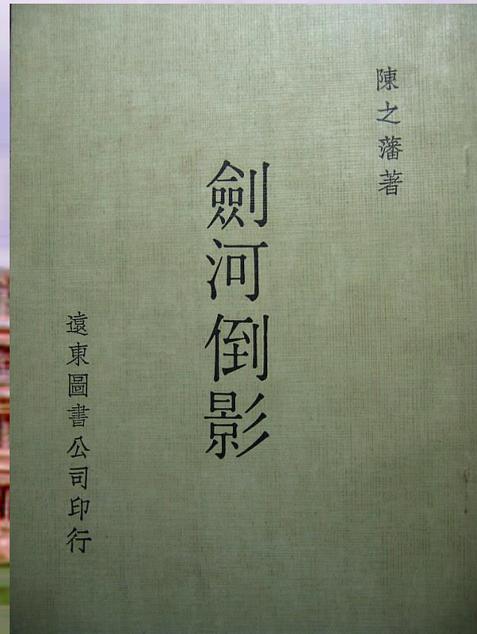
劍橋
Cambridge



陳之藩：劍河倒影

(13) 不鑄大錯：Cavendish Lab

(11) 風雨中談到深夜



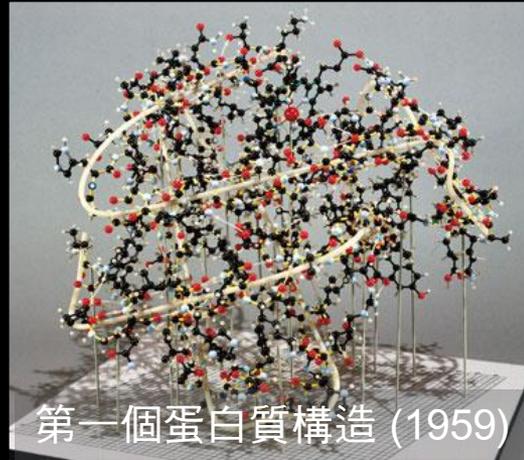
... 對於在風雨中談到深夜的學院生活，都有一種甜蜜的回憶。
... 到深夜而仍口敝舌焦的在辯論 ... 桌上狼藉的咖啡杯 ...
... 你絕難聽到什麼結論，最後是把你心天上堆起疑雲，腦海裡捲起巨浪，
進來時曾覺得清醒的不得了，出去時帶走無數的問題。

Maxwell (1871)
劍橋大學
物理系

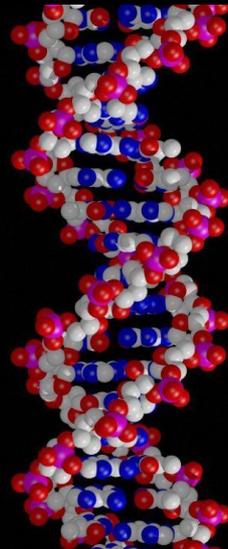
Cavendish Lab



發現波霎星 (1974)



第一個蛋白質構造 (1959)



到目前共有 30 諾貝爾獎得主