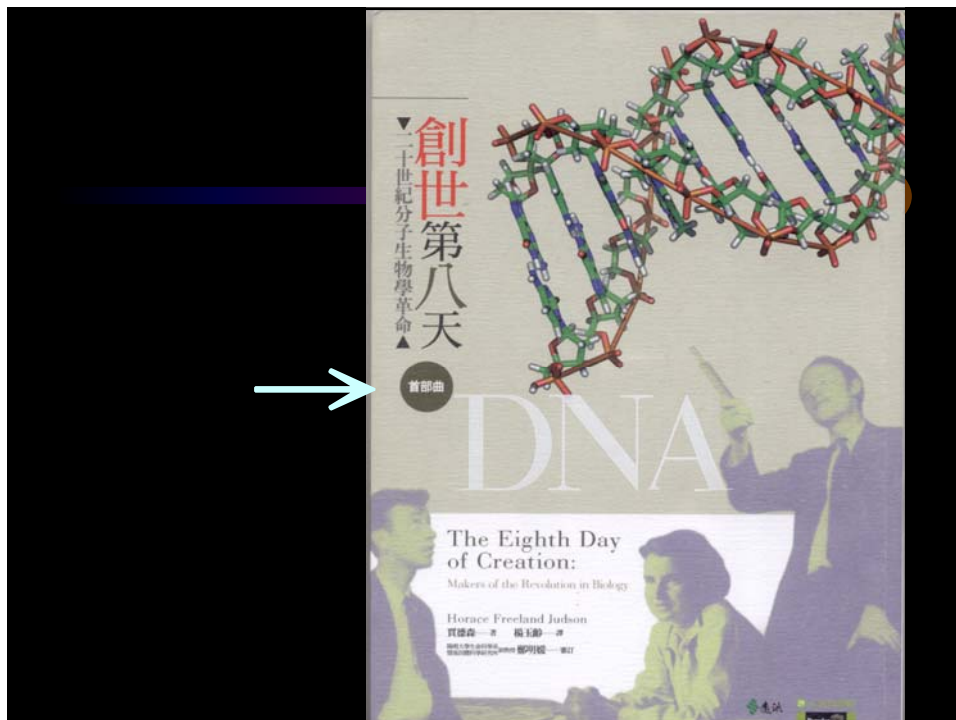


# 生命密碼的探索

## -- 染色體與DNA

中山大學生物科學系  
趙大衛 教授

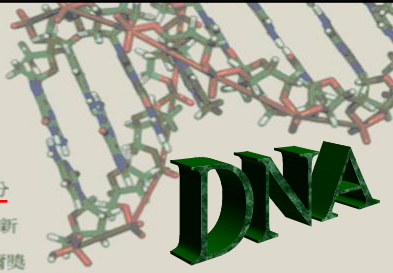


20世紀，科學界發生兩次重大的革命，一次在物理學領域，始於量子力學和相對論；另一次在生物學領域，即分子生物學的萌芽與鋪展。這兩次科學革命影響深遠，徹底改變人類對自身與大自然的看法。

《創世第八天》即描繪20世紀分子生物學發展的黃金時代，分為DNA、RNA、蛋白質三冊，回顧那段幾乎每天都有革命性新發現的偉大時期。本書作者費時7年，親自訪問120多位諾貝爾獎級科學家，並閱讀許多重要文獻、未公開信件、實驗筆記和備忘錄等，取其菁華撰寫成這部巨著，自1979年出版以來便成為分子生物學發展史的經典巨著。中文版依據的是1996年最新增訂版，作者並在書末補充其間20年的分子生物學最新發展。

本書以細膩的筆法詳述所有重要發現的來龍去脈，將每位重量級科學家的性格與特質描繪得栩栩如生，重現他們的合作與競爭、友誼與爭吵、智慧火花與箇中內幕，讀者如同身在現場一起辛苦實驗、腦力激盪，也一同品嚐失敗的苦果和勝利的滋味，得到的啟發與感動無可比擬。正如著名物理學家暨作家伯恩斯頓 (Jeremy Bernstein) 所說：「現代生物學的新發現，為人類和科學界創造出非凡的故事，而這故事沒有人講得比賈德森的《創世第八天》好。」

在「首部曲DNA」，作者帶我們跟隨當年科學家的腳步，從孟德爾的豌豆實驗開始，一步步解析遺傳的內涵與機制、追蹤基因的特性與本質、焦點逐漸聚集於DNA分子，最後回到華森與克里克相遇的那一天，重新走一次破解DNA雙螺旋結構的精采歷程，也開始體會這個結構所孕育的遺傳涵義。





20世紀，科學界發生兩次重大的革命，一次在物理學領域，始於量子力學和相對論；另一次在生物學領域，即分子生物學的萌芽與鋪展。其後，科學革命影響深遠，徹底改變人類對自然界的看法。


《創世第八天》即描述20世紀分子生物學發展的黃金時代，介紹DNA、RNA、蛋白質等，回顧幾十年來都有革命性新發現的偉大時期。本書費時7年，訪問多位諾貝爾獎級科學家，收集許多重要文獻、未公開信件、實驗筆記和備忘錄，其精華撰寫成這部巨著，自1994年出版以來，即成為分子生物學發展史的經典巨著。中文版依據2015年最新增訂版，作者並在書末補充其間20年的分子生物學最新發展。

本書以詳實的筆觸，將每位重量級科學家的性格與特質描繪得栩栩如生，重現他們在合作與競爭中，智慧火花與箇中內幕，讀者如同身在現場一起辛苦實驗、腦力激盪，也一同品嚐失敗的苦果和勝利的滋味，得到的啟發與感動無可比擬。正如著名物理學家暨作家伯恩斯坦（Jeremy Bernstein）所說：「現代生物學的新發現，為人類和科學界創造出非凡的故事，而這故事沒有人講得比賈德森的《創世第八天》好。」

在「二部曲RNA」，作者帶我們來到DNA結構破解後的花叢齊放時期，此時生物學門戶大開，新的人才與經費大量湧入，而最待解答的問題莫過於：RNA如何傳遞遺傳訊息？蛋白質又如何合成出來？其間牽涉眾多生化反應、基因的實質特性、遺傳訊息的編碼，各路人馬分進合擊、不斷從錯誤中摸索正確的方向，最終的結局是老手和黑马各有斬獲，令所有人大吃一驚。

盪，也一同品嚐失敗的苦果和勝利的滋味，得到的啟發與感動無可比擬。正如著名物理學家暨作家伯恩斯坦（Jeremy Bernstein）所說：「現代生物學的新發現，為人類和科學界創造出非凡的故事，而這故事沒有人講得比賈德森的《創世第八天》好。」

在「三部曲蛋白質」，作者帶我們認識每個人身上都有的「血紅素」，它是血液紅色的來源、血液攜氧的重要分子、最早定出分子結構的蛋白質，也是了解生物大分子結構與功能的關鍵角色。透過畢生研究血紅素的科學家之眼，我們以X射線晶體學一步步破解血紅素的原子結構、從令人嘆為觀止的精巧結構一窺蛋白質施展功能的絕技，更一舉打開分子生物學最後一道神秘大門。



比亨 高雄中學生物科教師  
李麗敏 建國中學生物科教師  
呂宗信 台中一中生物科教師  
鄭明媛 嘉訂育，陽明大學生命科學系暨基因體科學研究所副教授  
趙大衛 中山大學生命科學系教授，國際「生物奧林匹克」計劃主持人  
陳文盛 陽明大學生命科學系暨基因體科學研究所教授  
孫以瀚 中央研究院分子生物研究所特聘研究員  
周成功 長庚大學生命科學系教授  
李家維 清華大學分子與細胞生物學研究所教授

科學家與生物科老師好評推薦（依姓名筆劃排序）

建議分類：科學史／分子生物學／蛋白質

### 《創世第八天》推薦文

在上帝創世之初，宇宙經過了六天才由空虛渾沌進入規律次序，第七天在規律次序中安息。讀這本《創世第八天》，激起我在1980年聽華生演講前一天的那種興奮。要站上巨人的肩膀並不容易，但本書靈巧地串接了許多情節而使情境栩栩如生，能引領讀者與這些影響世界的科學家在書中面對面一如目睹。

### 《創世第八天》推薦文

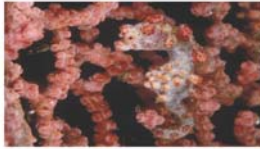
看他們各有人性上的超越與缺陷，需要別人的合作卻常常懷疑、批評、爭辯，他們才華出眾卻也會出錯。創世第八天，宇宙仍依律運行，故事卻多了人類的共寫，且看他們如何在理論的攻防中揭發生命規律次序的祕密。



# 生命的特徵



(a) Order



(b) Evolutionary adaptation



(c) Response to the environment



(d) Regulation



(e) Energy processing



(g) Reproduction



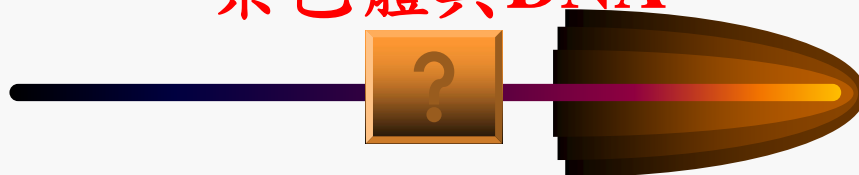
(f) Growth and development





# End of your trip!

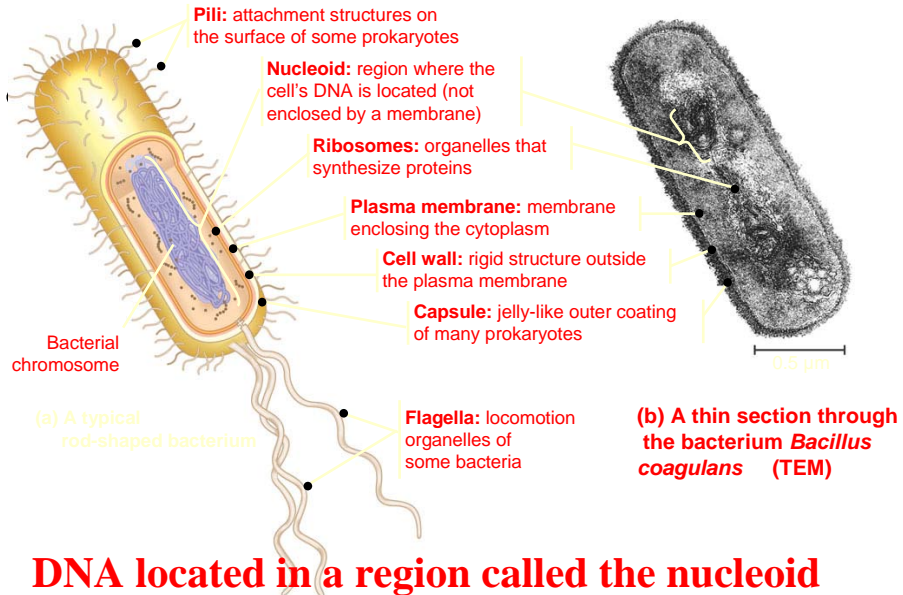
## 染色體與DNA



- 染色體是什麼？
- 染色體在哪裡？
- 染色體作什麼？



## Prokaryotic cells: Do not contain a nucleus



## 21世紀 生物科技 → 明日之星

What's New?

What's New?

What's New?

### 生活化詞彙生物化：

種子隊(球員)、病毒、疫苗、雛形、變態、小馬、鼠、神經網路、蘋果、(千禧)蟲...

— 但生物科技的物質基礎何在？ —

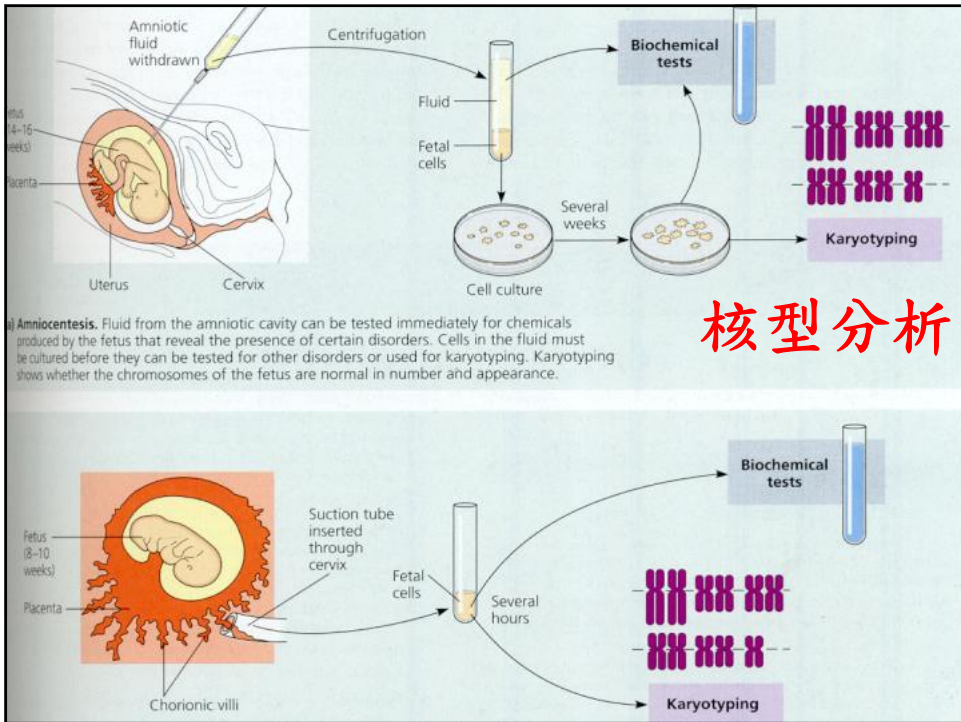
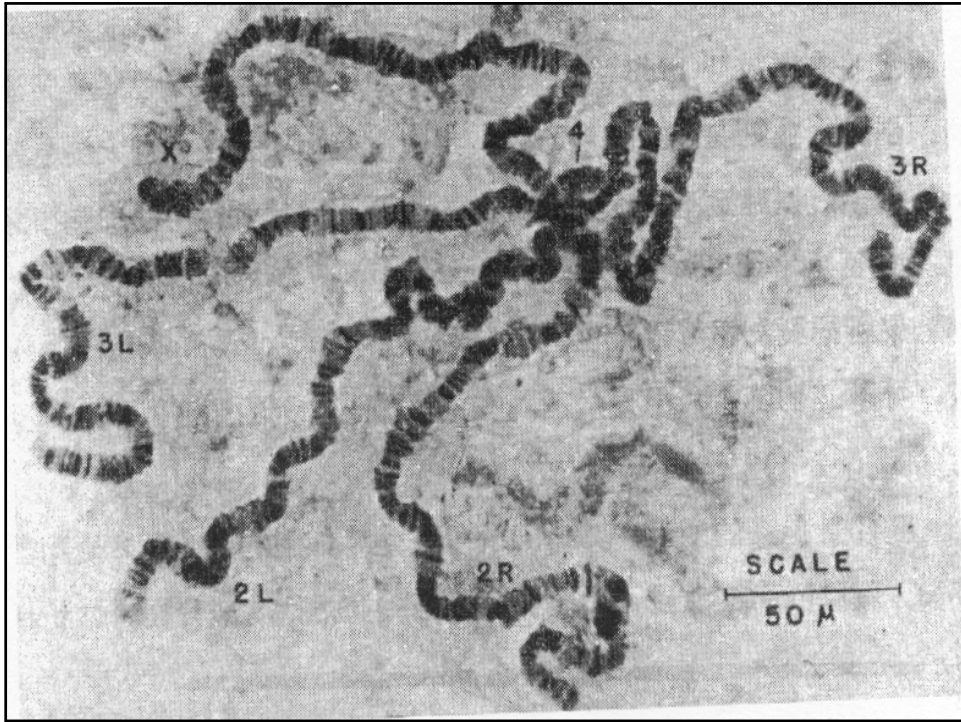


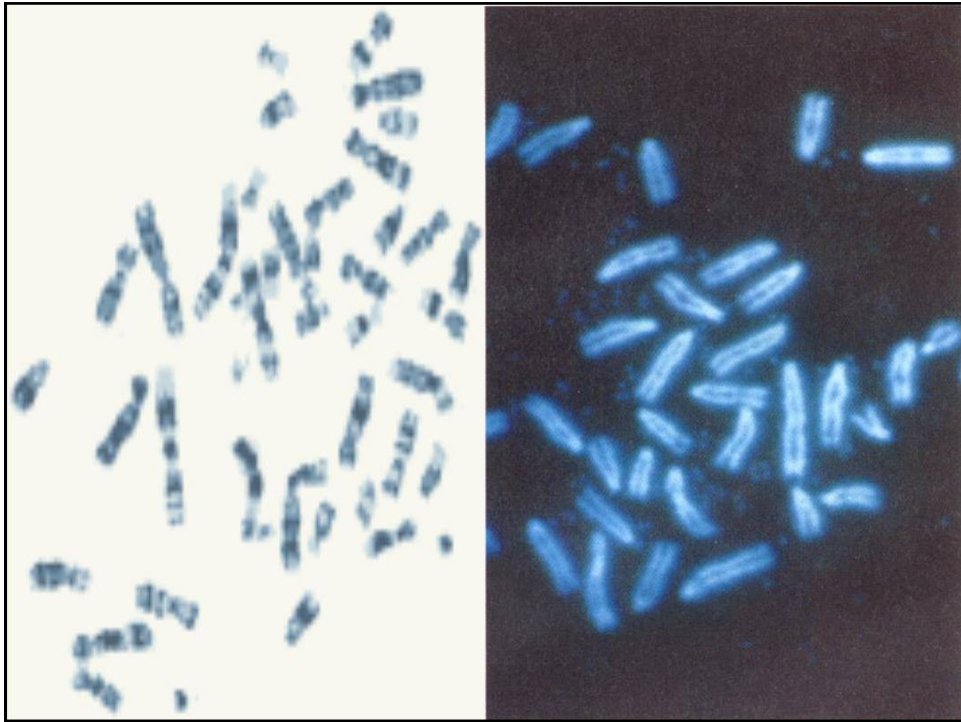
孟德爾遺傳：  
如何控制生物的遺  
傳特質是起自孟德  
爾教士的豌豆實驗







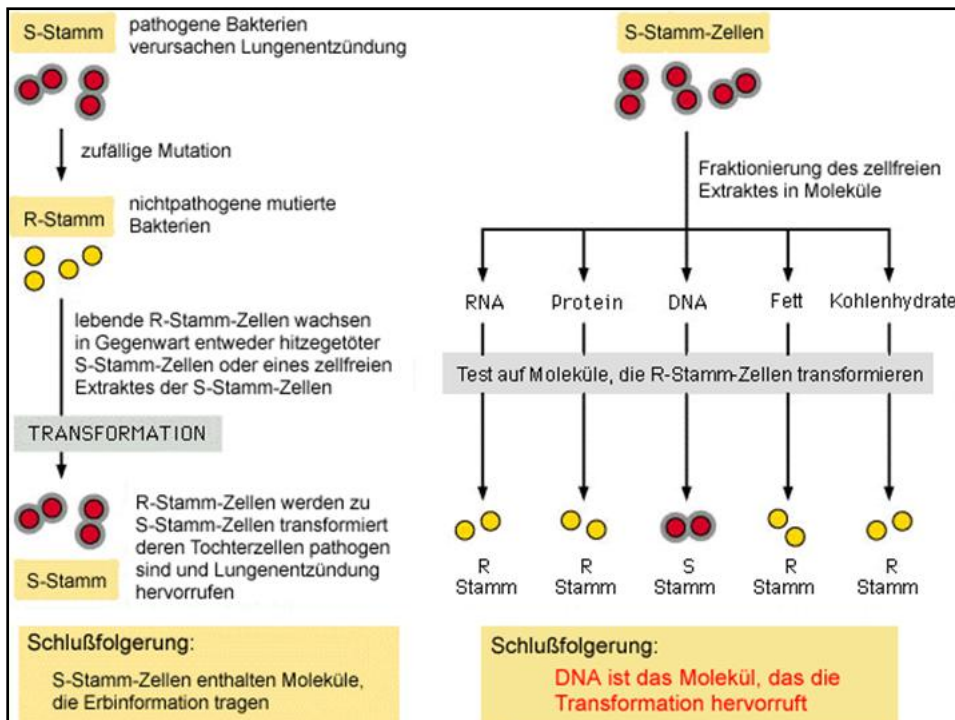
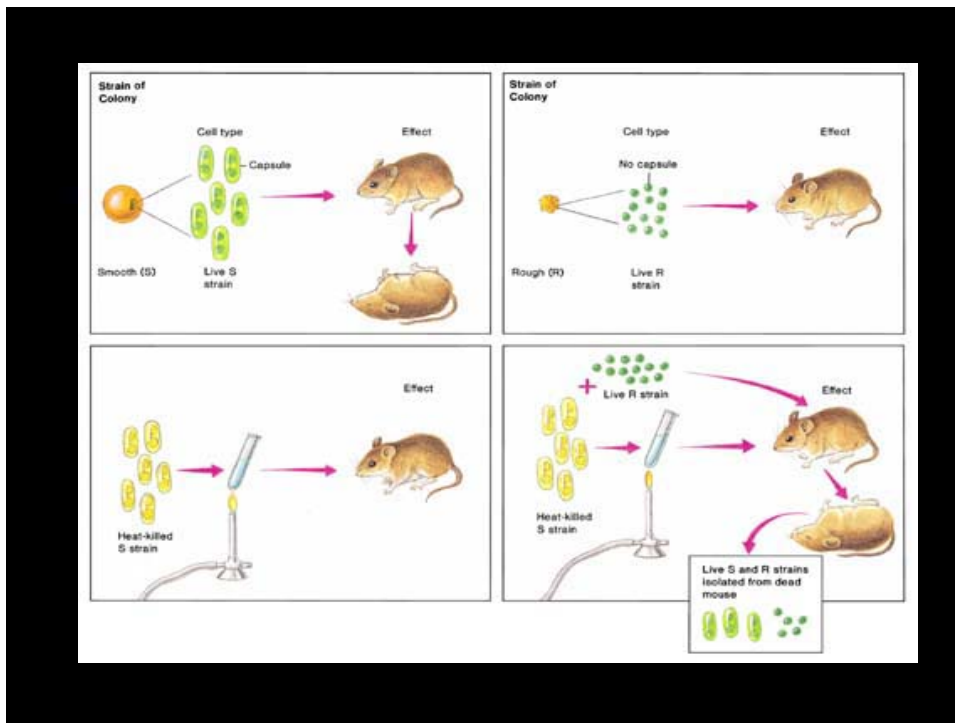




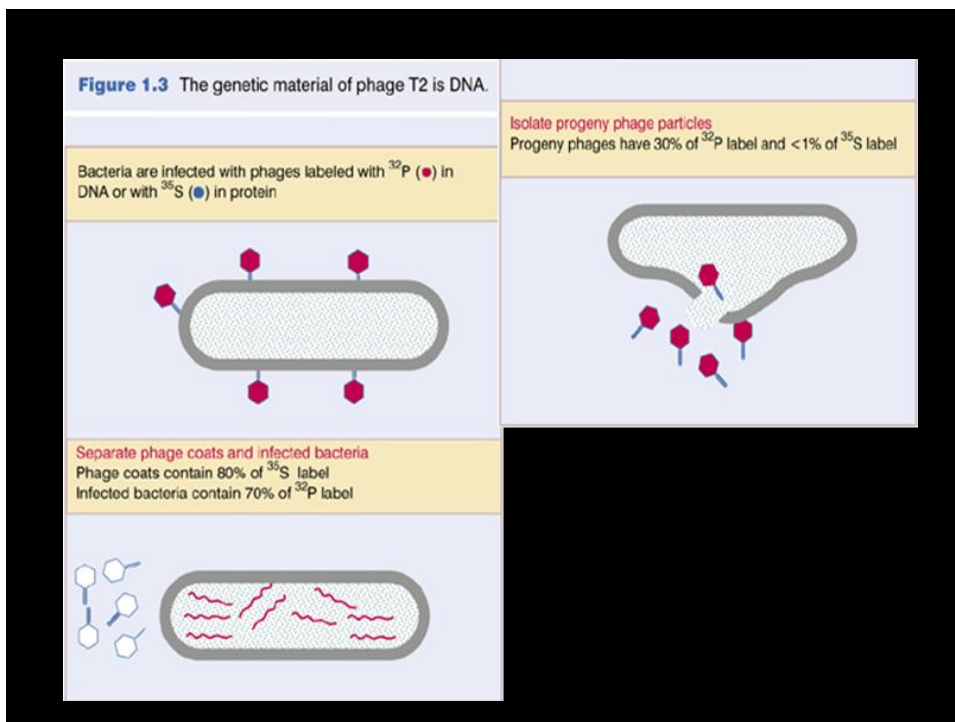
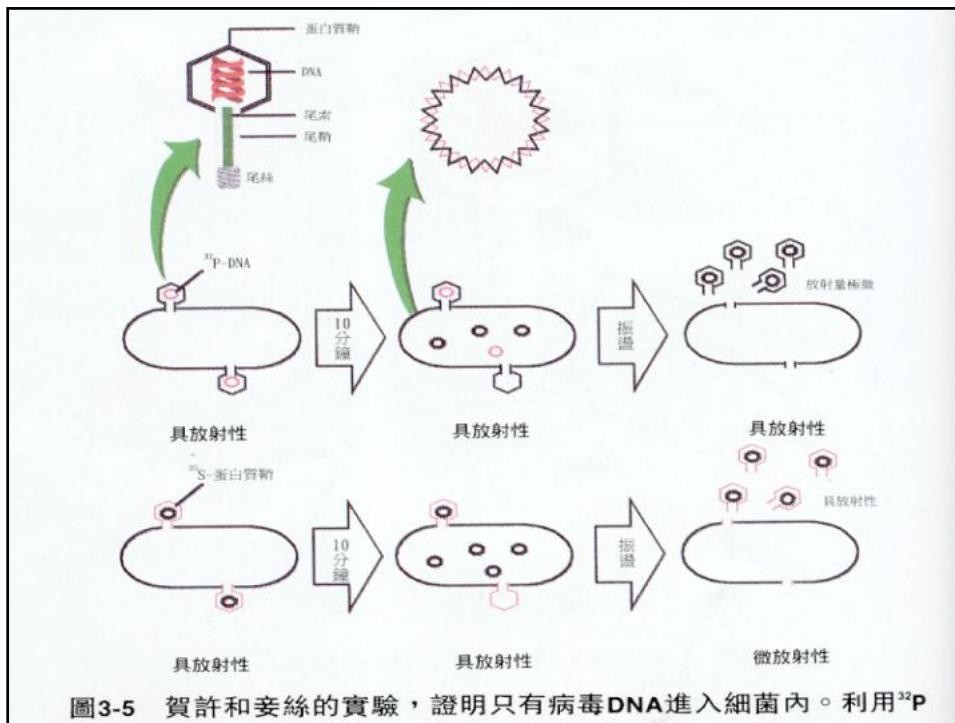
## DNA is the genetic material

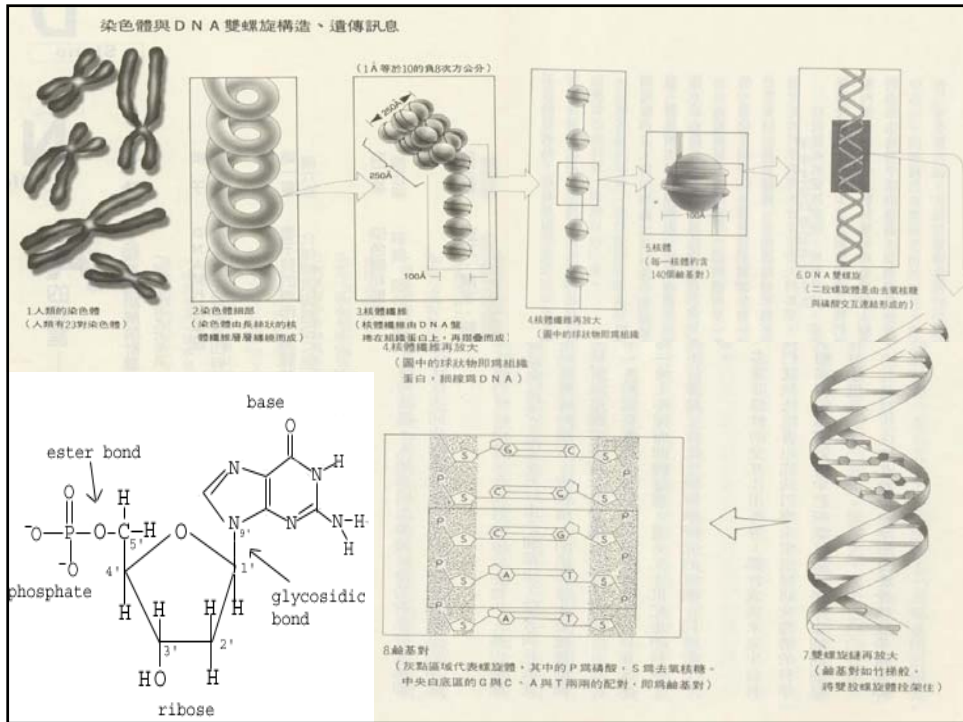
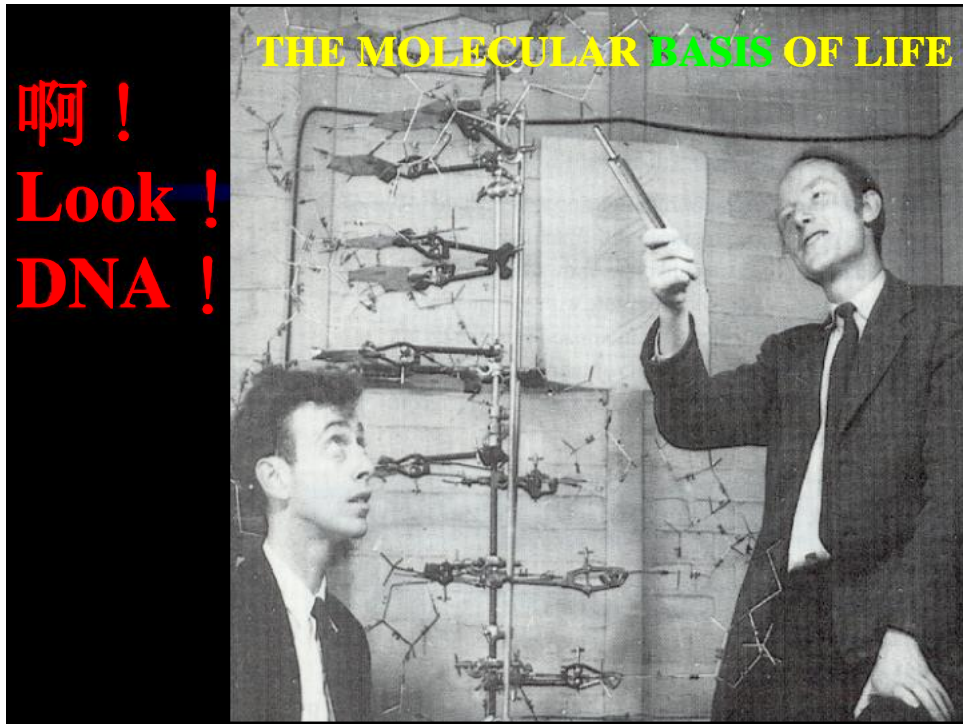
- **Griffith, 1928**
  - *Pneumococcus*
  - Transforming principle
- **Avery, 1944**
  - Protease K
  - DNAase
- **Hershey and Chase, 1952**
  - Phage T2





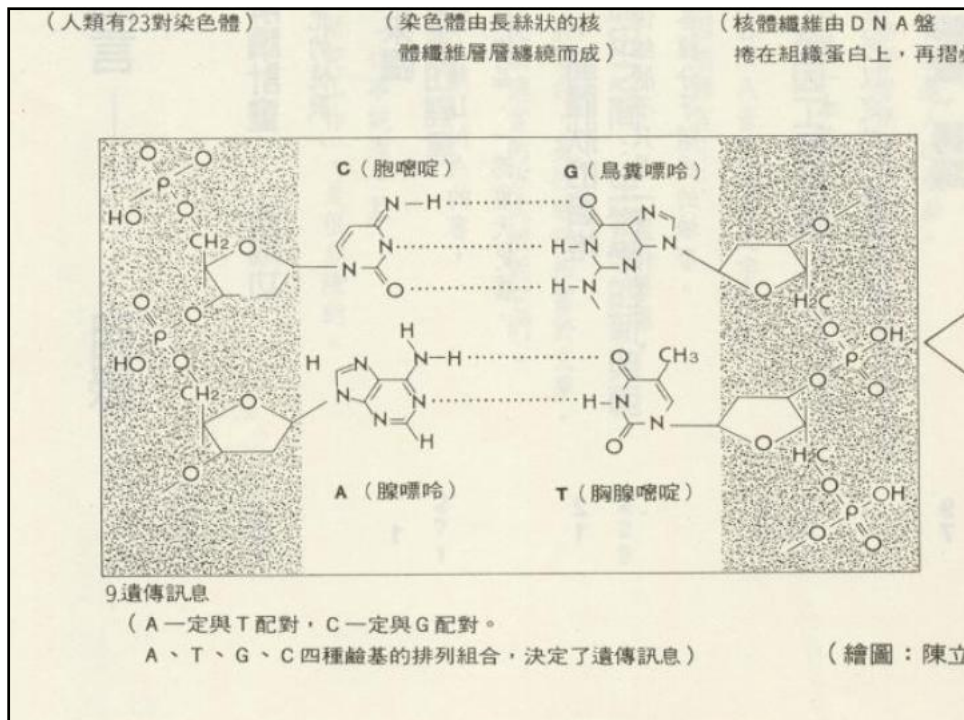


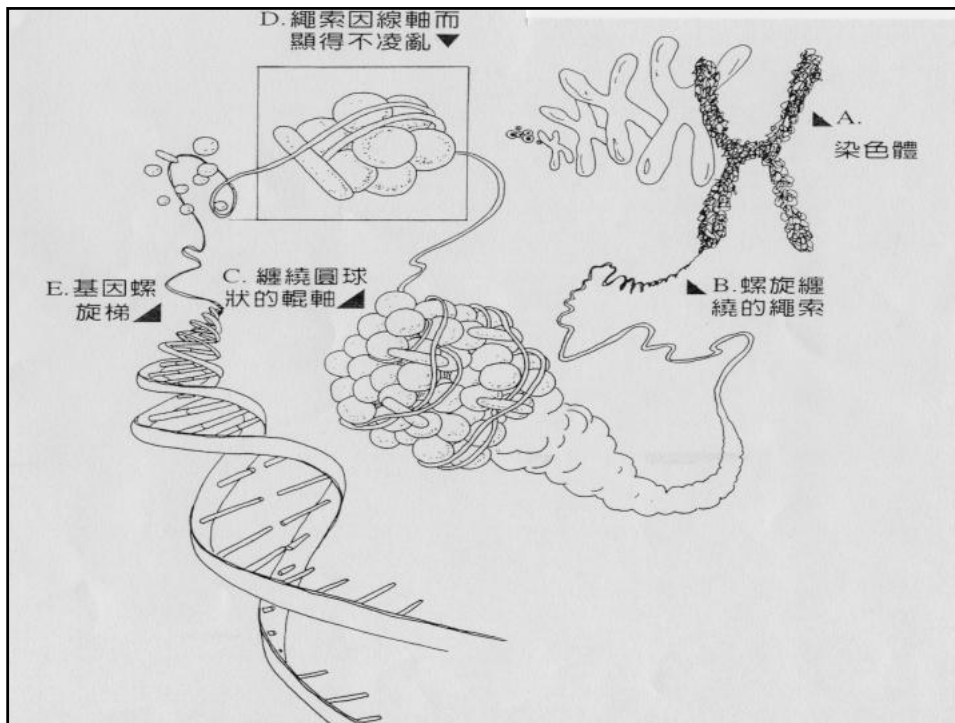




# Nucleotides

- Pentose
  - DNA : 2'-deoxyribose
  - RNA : ribose
- Phosphate
- Nitrogenous base
  - Purine base : adenine(A), guanine(G)
  - Pyrimidine base : cytosine(C), thymine(T), uracil(U)
- Nucleoside







## Denature

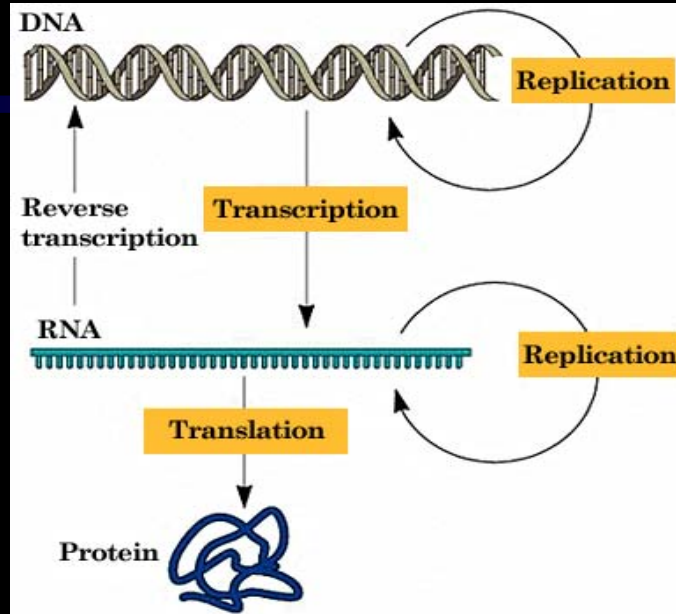
- Heat
- Acid
- Base
- Application
  - Homology
  - PCR
  - hybridization

## What is a gene ?

- The segment of DNA involved in producing a polypeptide chain

基因在染色體上

# Central Dogma



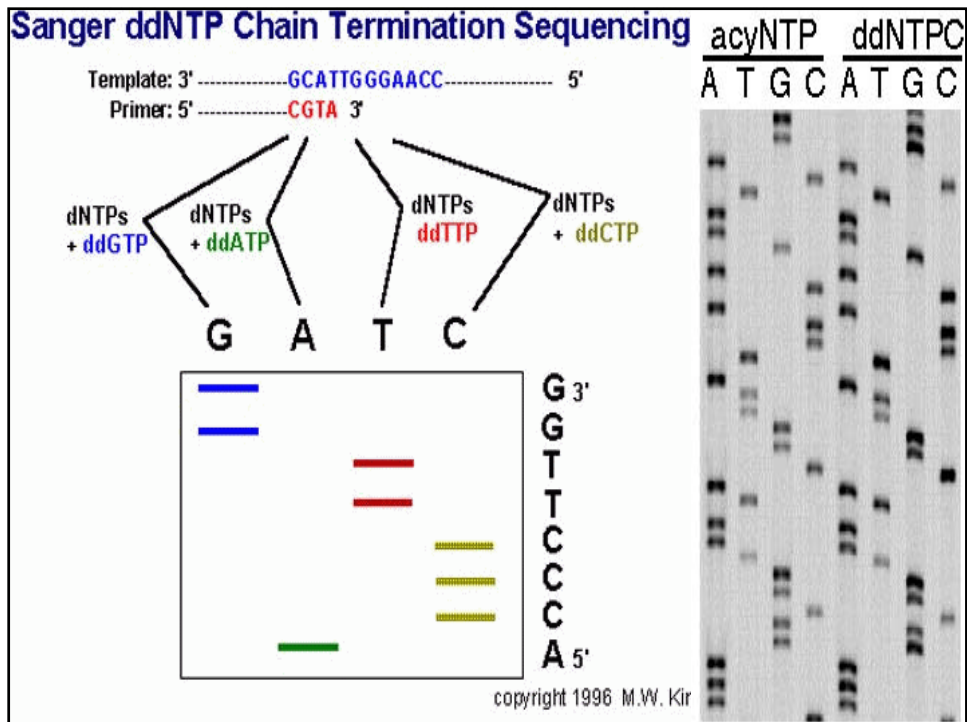
**How many genes are there ?**

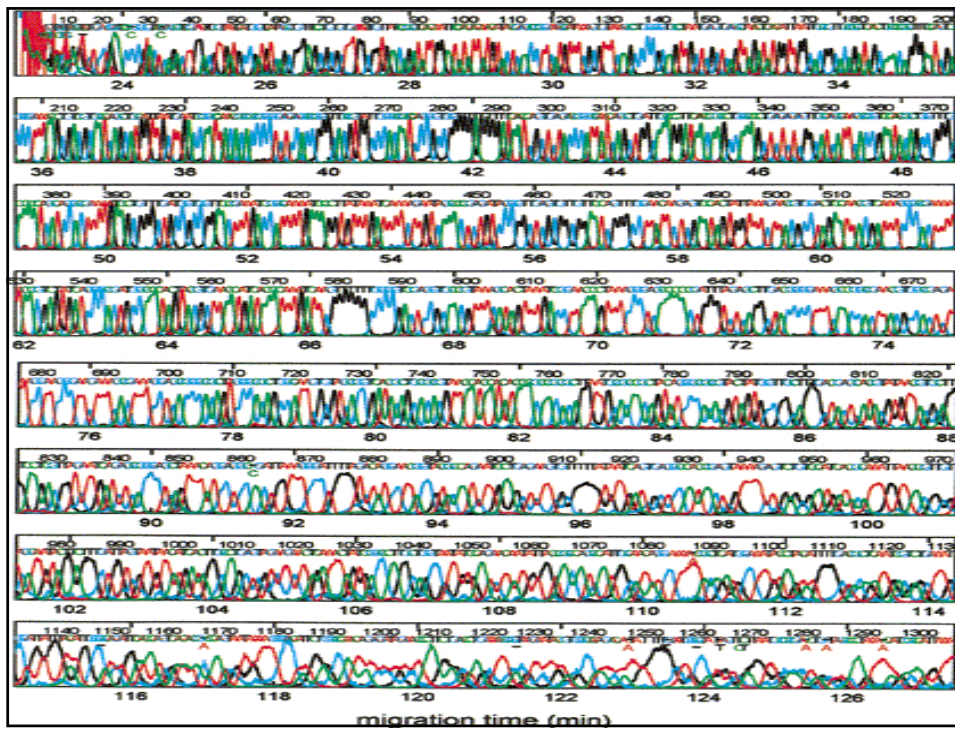
**Figure 3.10** Genome sizes, gene numbers and lethal loci.

Species	Genome (Mb)	Genes	Lethal loci
<i>Mycoplasma genitalium</i>	0.58	470	
<i>Rickettsia prowazekii</i>	1.11	834	
<i>Haemophilus influenzae</i>	1.83	1,743	
<i>Methanococcus jannaschi</i>	1.66	1,738	
<i>B. subtilis</i>	4.2	4,100	
<i>E. coli</i>	4.6	4,288	1,800
<i>S. cerevisiae</i>	13.5	6,034	3,600
<i>D. melanogaster</i>	165	12,000	3,100
<i>C. elegans</i>	97	19,099	
<i>H. sapiens</i>	3,300	100,000	



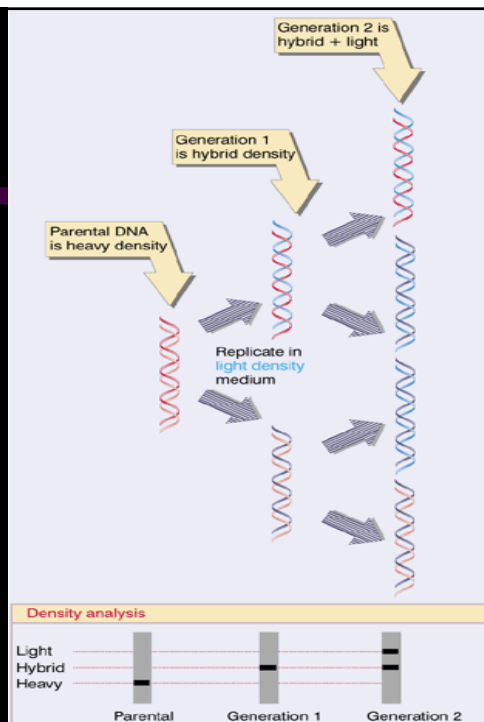
圖5-4 實驗室中經常使用的聚丙烯醯胺膠體電泳



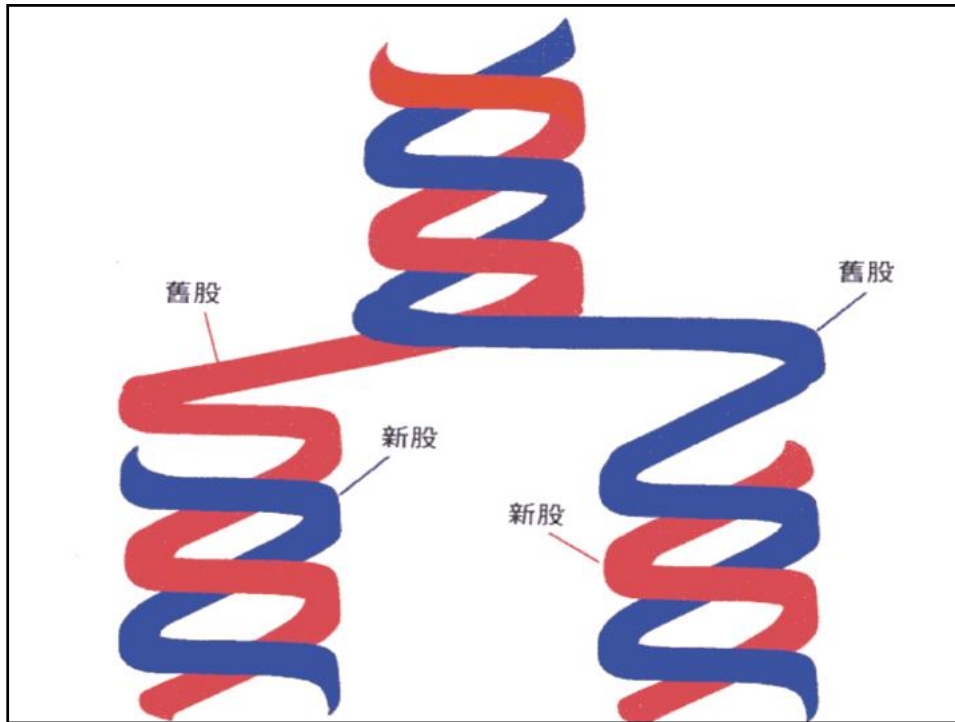


# DNA replication

## Semiconservative

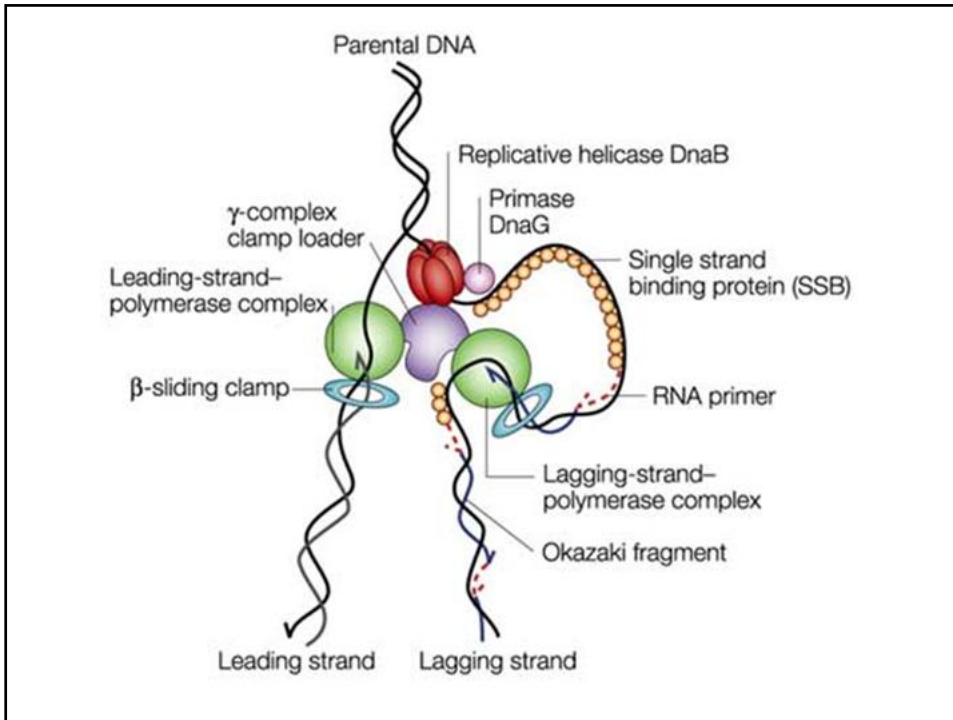




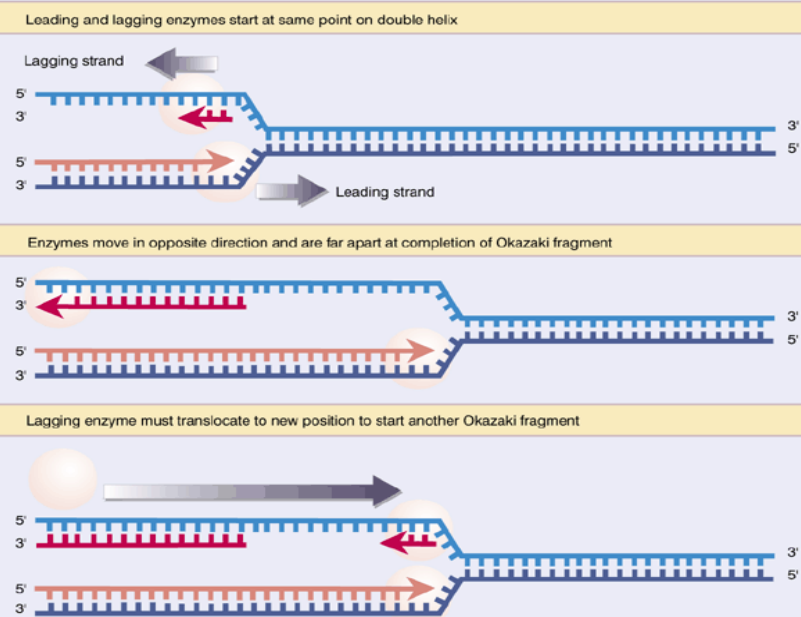


## DNA polymerase

- Bacterial DNA polymerase ( in *E. coli* )
  - DNA polymerase I : repair, removing RNA primer, filling in short single strand regions in dsDNA
  - DNA polymerase II : repair
  - DNA polymerase III : *de novo* DNA synthesis
- 5'-3' polymerase
- 5'-3' exonuclease
- 3'-5' exonuclease



**Figure 13.12** Leading and lagging strand polymerases move apart.





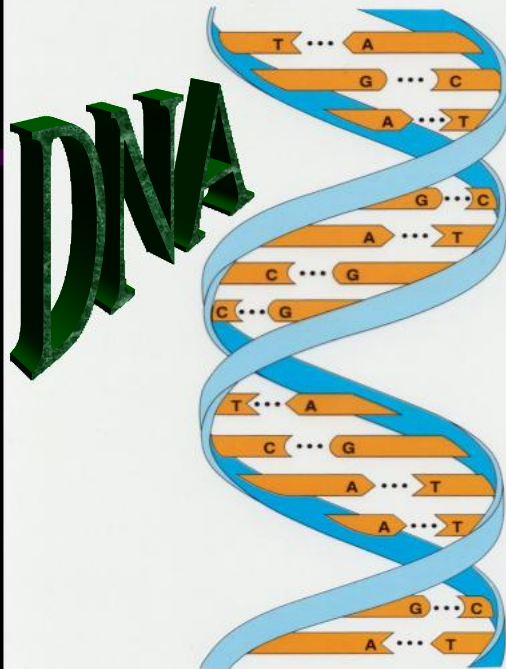
## DNA時代

基因學被譽為20世紀最為重要的科學研究，影響所及甚鉅，人類在新世紀中許多疾病可以治癒，壽命可以延長到 100 餘歲，結合複製技術還可以按照所要條件訂做後代，衝擊現存各層面的法律和道德秩序，也改變整個社會的生活。

## 生物科技

定義：

利用生物特性來  
製造生物產品、  
解決生活問題、  
增進生活素質的  
科技





## DNA與生物科技的發展

- 1953年Watson and Crick的DNA雙螺旋
- 1973年Cohen and Boyer的基因重組質體
- 1975年Kohler and Milstein的融合瘤細胞
- 1982年FDA核准基因工程製造的胰島素
- 1993年基因食品(GMO)的綠色革命開始
- 1996年複製羊桃莉的誕生
- 2001年基因改造猴安迪的誕生
- 生產醫療、工業、農業、能源產品，為健康、糧食、環境提供有希望的遠景

### 生物科技 的誕生：

今日的重組 DNA 技  
術全都仰賴...

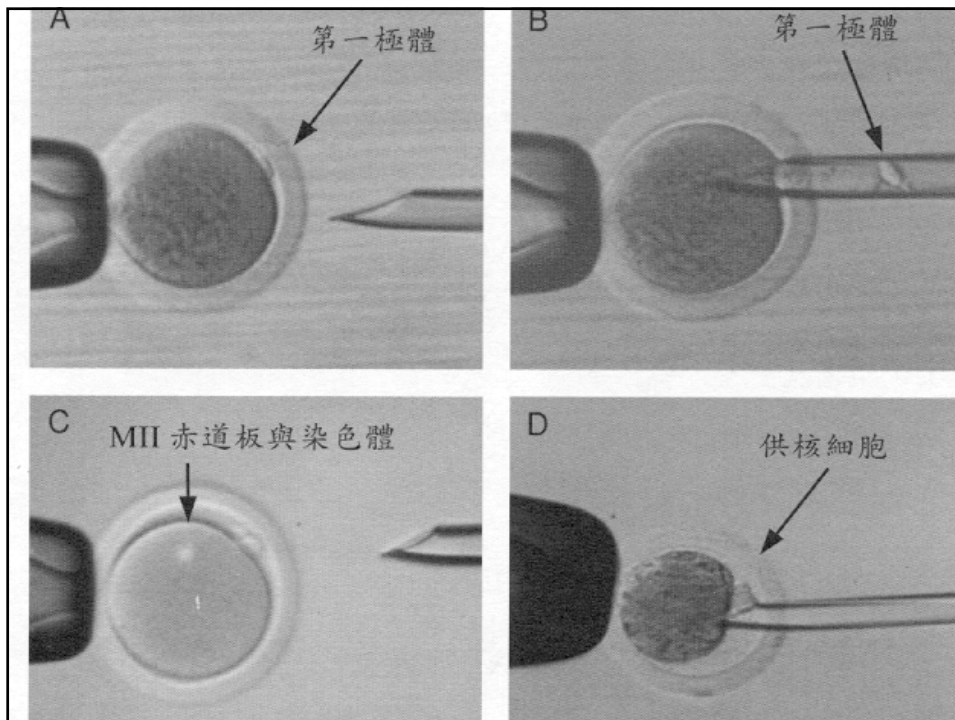
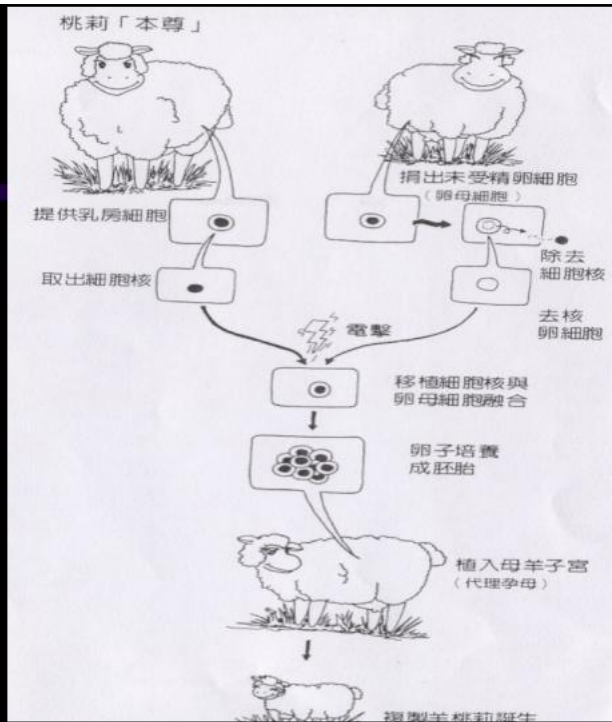
1953年Watson and  
Crick 的DNA雙螺  
旋



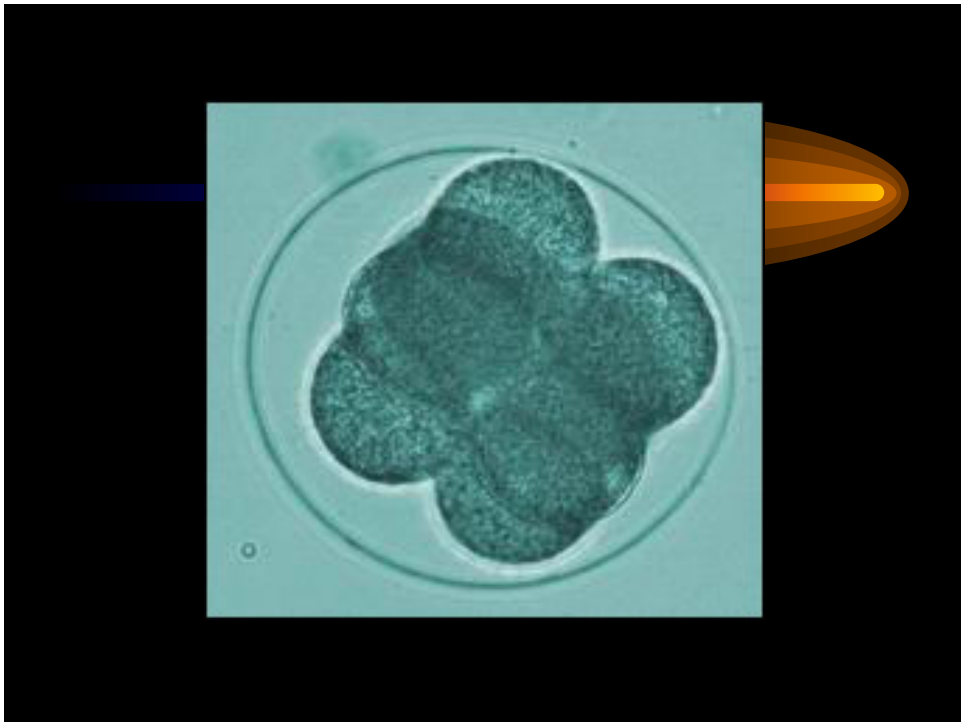
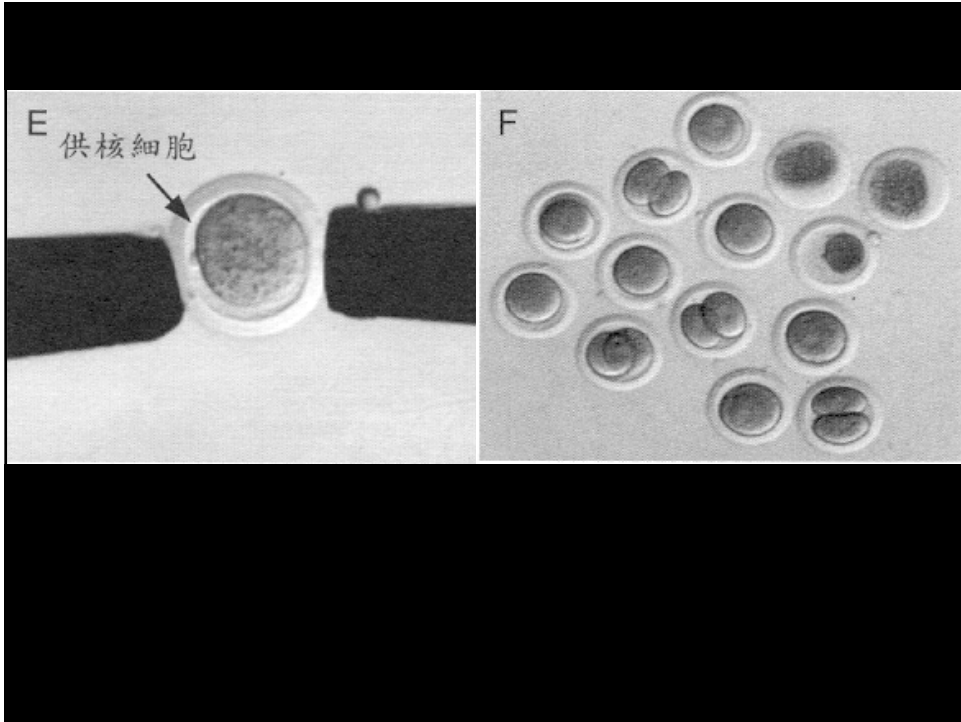


## 複製羊桃莉的誕生：

1. 乳腺細胞的細胞核
2. 卵母細胞的細胞質
3. 代理孕母羊的子宮









# 國造複製羊

農委會與台大合作 以阿爾拜因乳羊體細胞



## 基因複製的魅力

我國首例體細胞複製阿爾拜因乳羊體細胞正式亮相，顯得活力充沛，食量超大。  
(許榮宗攝)

許榮宗／南縣報導  
繼九十年九月複製牛誕生後，大畜產學研究所攜手進行之重大突破，畜產所以阿爾拜因乳細胞複製羊「寶吉」、「寶祥」場洋溢喜氣。  
農委會畜產試驗所和台大畜「畜寶」複製牛，但僅存活六十二月著手展開複製羊產製計畫。自畜產所台東種畜繁殖場，親羊產次為第二胎，每日平均產特優乳羊之冠。  
複製羊產製計畫執行團隊，畜分所、台東種畜繁殖場以及長李善男總其成，第一次共產頭受胎羊，但均失敗。  
第二次在畜產所恆春分所產受胎羊，其中兩頭成功懷孕，率為九點五%，懷孕一百五十一另頭七月五日自然分娩產下「寶祥」。  
李善男說，雙胞胎複製羊多二個多月細心照料，如今體重三公斤，發育良好，食量超去昨天正式公開亮相，一直爭食飼料，活潑亂跳，顯得李善男指供核細胞來源，係羊之小塊耳朵細胞，經細切後用，執行複製試驗前，將已去核羊卵母細胞內，經電擊最後再以核轉實體操作，已去核羊卵母細胞內，經電擊養，始進行核移植。  
目前全世界利用體細胞複製

http://www.scimonth.com.tw/

創刊於民國 59 年

# 科學月刊

389

SCIENCE MONTHLY

2002.5月號

行政院 金鼎獎

## 複製動物

禽流感—趕流情

重返侏羅紀公園

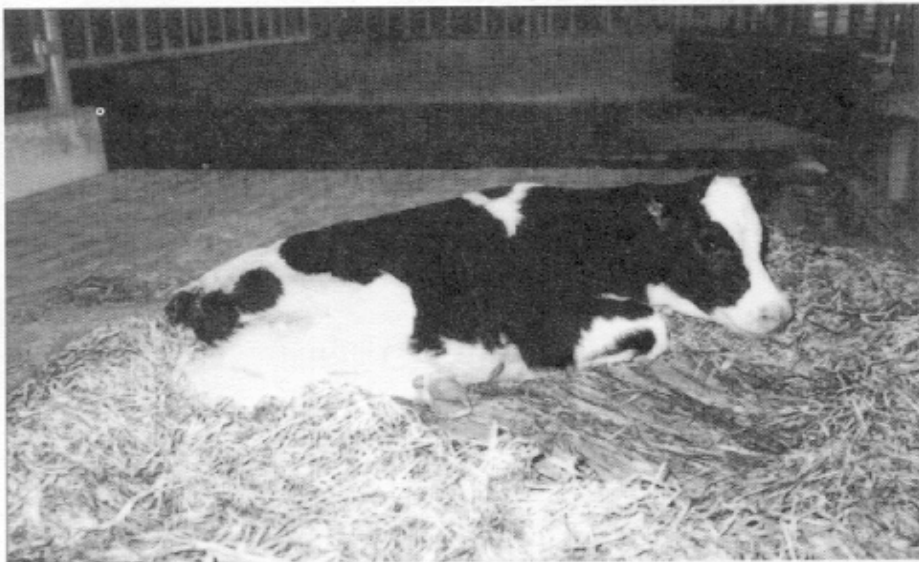
定價 NT 140

ISSN 0250-1519

7702307811001



圖四：台灣第一頭雙基因轉殖複製豬，於民國 91 年 2 月 15 日誕生。



圖一：利用卵丘細胞為供核源所產製的國內首頭複製牛——畜寶。



第一隻帶有人類生長激素基因的基因改造鼠



**FIGURE 18.16**  
Genetically engineered human growth hormone. These two mice are genetically identical, but the large one has one extra gene: the gene encoding human growth hormone. The gene was added to the mouse's genome by human genetic engineers and is now a stable part of the mouse's genetic endowment.



## 生物技術與人類生活



## 生物技術的應用

- 遺傳育種山綿羊、馬鈴茄
- 植物發育調控
- 影響產量性狀
  - 抗蟲, 抗病, 固氮作用, 光合效率
- 速長家禽、家畜、養殖漁業、高蛋白米、
- 環境逆境
  - 耐旱, 耐鹽, 耐熱, 耐浸水, 耐寒
  - 耐重金屬, 耐空氣污染



2002 宜蘭綠色博覽會

# 馬鈴薯就造細胞融合

薯鈴馬茄番讓程工改基  
可科花字十、科茄前目

### 細胞融合

細胞融合是一項將兩種或兩種以上不同種類的細胞融合在一起，使其融合成一個新的細胞。這項技術在生物學、醫學、農業和工業中都有廣泛的應用。在農業中，細胞融合可以用來改良作物品種，提高作物的抗病性和產量。在醫學中，細胞融合可以用來治療某些疾病，如癌症和糖尿病。在工業中，細胞融合可以用來生產藥物和疫苗。

細胞融合的過程通常包括細胞的融合、融合體的篩選和融合體的培養。細胞融合的方法有很多，如電融合、PEG融合和病毒融合等。電融合是將細胞放在電場中，使細胞膜發生局部融合。PEG融合是將細胞放在PEG溶液中，使細胞膜發生融合。病毒融合是將細胞與病毒一起培養，使病毒介導細胞融合。

細胞融合技術的應用非常廣泛，如：
 

- 植物細胞融合：將不同種類的植物細胞融合在一起，產生新的植物品種。
- 動物細胞融合：將不同種類的動物細胞融合在一起，產生新的動物品種。
- 微生物細胞融合：將不同種類的微生物細胞融合在一起，產生新的微生物品種。

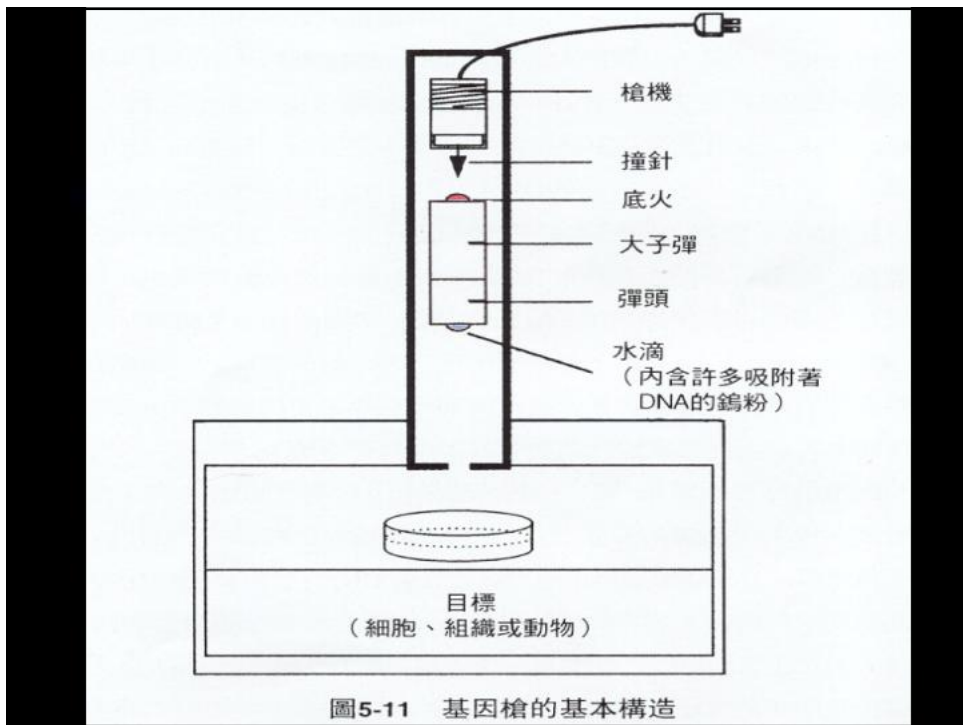


以人工方法，將茄與馬鈴薯加以細胞融合，培育出馬鈴薯茄。這是培育出的新植物「馬鈴薯茄」。

培育出新種的「馬鈴薯茄」，就是地下塊莖長出馬鈴薯，而地上莖枝結出番茄。顯而易見，基因工程被廣泛的使用於動物身上，然而若直接利用動物細胞融合，則必須先利用植物細胞與動物細胞融合，經過特殊方式培養，例如：馬鈴薯(2n=48)與番茄(2n=24)細胞融合成的馬鈴薯茄(4n=72)。具有馬鈴薯的營養特性，目前在茄科、十字花科等植物中尚未成功，確實未來的發展空間是廣大的。



Fusing a "pomato" 馬鈴薯



## 要轉殖那些有用的植物基因？

抗病毒基因：菸草抗TMV病毒N基因

抗細菌基因：阿拉伯芥抗細菌斑點病基因

抗真菌基因：抗真菌*Melampsora lini*

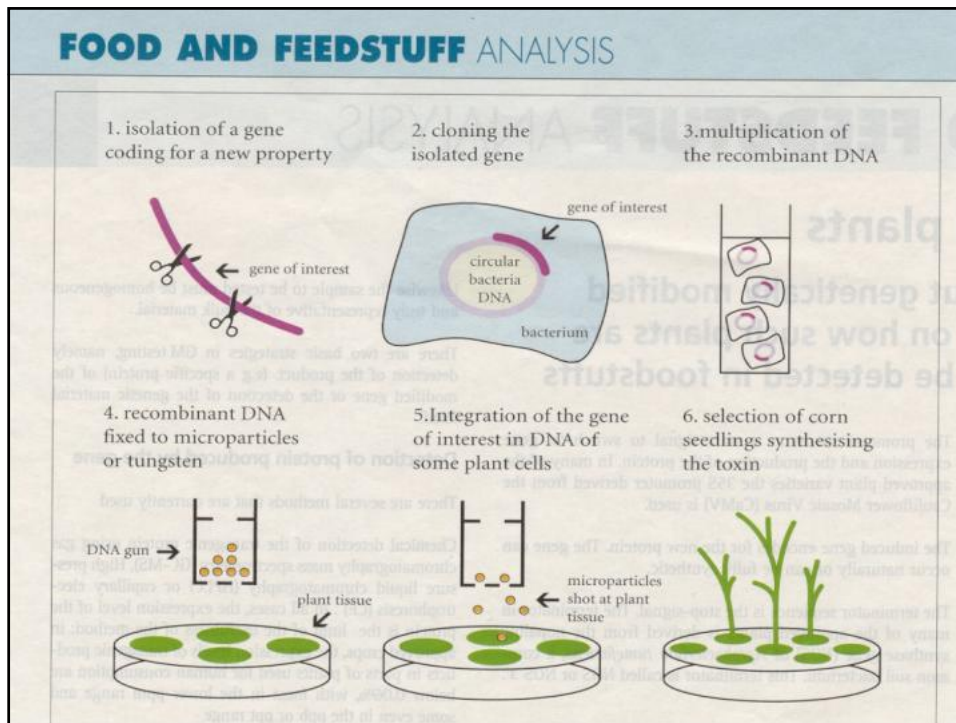
抗線蟲基因：chitinase, collagenase

花色基因：花青素、類胡蘿蔔素合成基因

植株型態基因：高度、分枝性基因

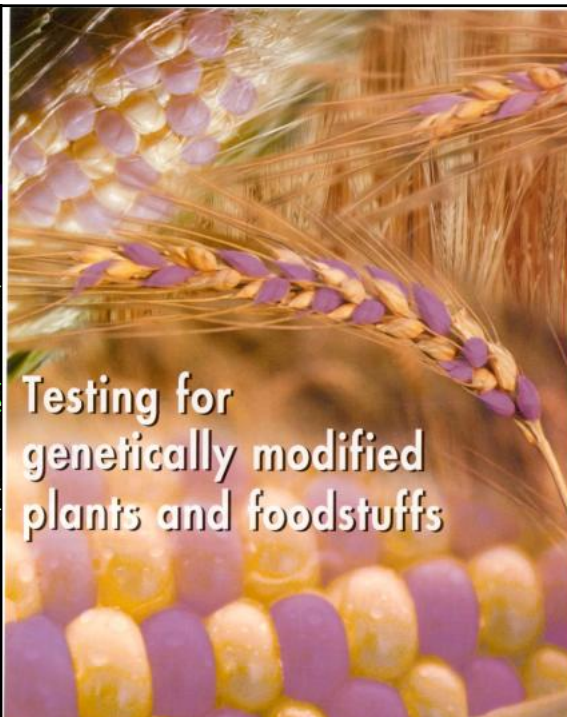
## 基因食品優點：

- (1)增加耕地面積，解決糧食短缺
- (2)減少農藥使用，避免環境污染
- (3)節省生產成本，降低食物售價
- (4)增加食物營養，提高附加價值
- (5)增加食物種類，提昇食物品質
- (6)促進生產效率，帶動產業發展



## 基因改造食品 疑慮重重

食用不會有危險性嗎？  
 真的可以減少殺蟲劑的  
 環境污染嗎？  
 真的不會破壞食物鏈或  
 生態的平衡嗎？  
 昆蟲或病菌真的不會產  
 生抵抗力嗎？  
 販賣時要特別標示嗎？





## GMO3W

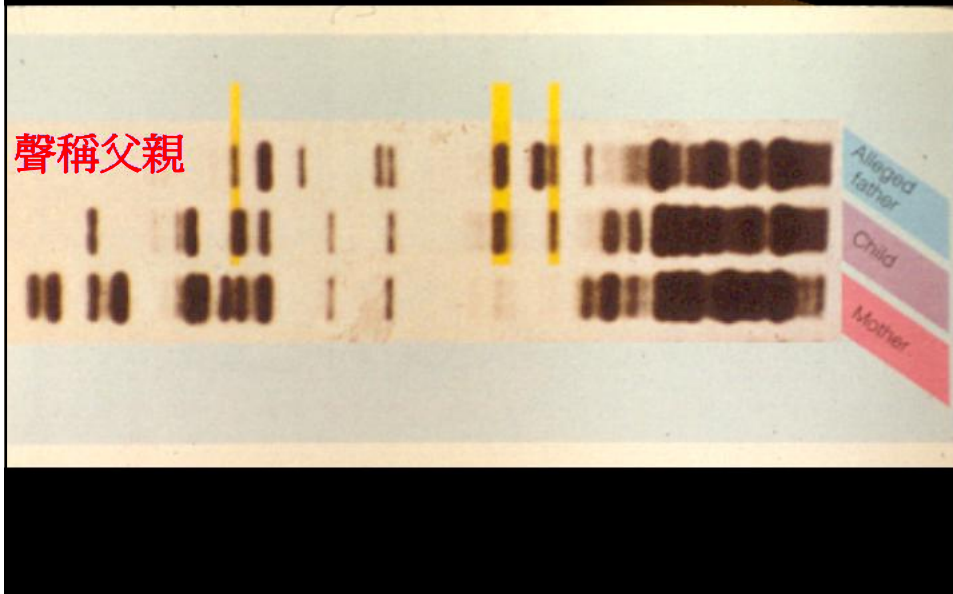


## 生物科技的未來

- 野生物種基因銀行建立
- 掃描及修改有缺陷的基因
- 基因破解是否破解人類命運
- 疫苗與環保大量使用生物科技
- 親源鑑定、先存DNA的研究
- 器官移植、胚胎複製、人工授精、醫藥科技、低溫生物學(Cryobiology)



## 親源鑑定





## 基因改造猴 帶有水母基因

首度靈長類精卵加工成功 人類醫療研究又進一步 但也引發爭議及批評

【溫州/綜合奧立岡波特蘭市士百外電報導】美國奧立岡州波特蘭市的科學家今天表示，他們在一枚恆河猴卵子中，注入水母的去氧核糖核酸，而成功地產出一隻帶有額外基因的恆河猴。此項發展讓科學家更接近改變人類，但此舉也引發科學界的爭議及批評。

以夏騰博士為首的「奧立岡地區靈長類中心」研究團隊表示，他們運用基因工程技術，把水母能在暗處發出綠色螢光的去氧核糖核酸注入兩百多枚恆河猴卵子，產出四十個胚胎，而讓五隻母猴懷孕，除兩胎死產外，共有三隻恆河猴出生。但其中只有一隻名為「安迪」(ANDY)的小猴細胞中，證實有該水母的基因。安迪出生於去年十月。

夏騰博士等科學家表示，他們相信這是第一次運用基因工程技術，來改造靈長類。

長類的未受精卵。然而，雌性幼猴安迪細胞中雖有水母基因，卻未生產出能發光的蛋白質。同時目前要判定安迪的精細胞裡會不會有該外加基因也過早。

夏騰博士說，他的終極目標在產出成群的改造猴，體內含有會引發人類疾病的基因，如老年痴呆症、糖尿病、乳癌及愛滋病等，以便用來研究新的治療方，在基因的層面上就阻絕疾病。

但是，全球科學界也傳出批評聲浪。造出複製羊「桃莉」的英國皇家學會基因改造動物委員會主席貝特森便表示，雖然產出基因改造猴可以帶來醫學進步，但這項工作必須受到嚴格的監督。而「醫學會責任委員會」發言人葛立克也質疑說，科學家已運用基因改造靈長類到卅年，試圖治療人類癌症及心臟病，但迄未成功，而運用猴子的成功機率也極為渺茫。



美國奧立岡州靈長類中心運用基因工程技術，將水母的去氧核糖核酸注入恆河猴的卵子中，成功產出一隻帶有額外基因的恆河猴「安迪」。(路透)

第一隻基因改造猴 安迪

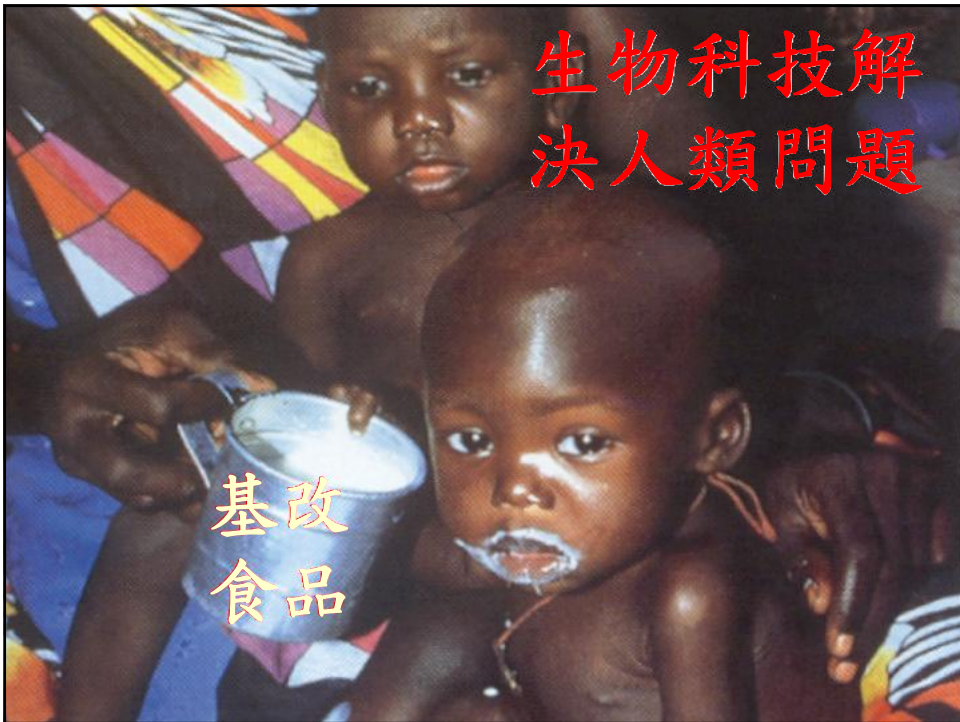


基因改造？從此不再弱肉強食？



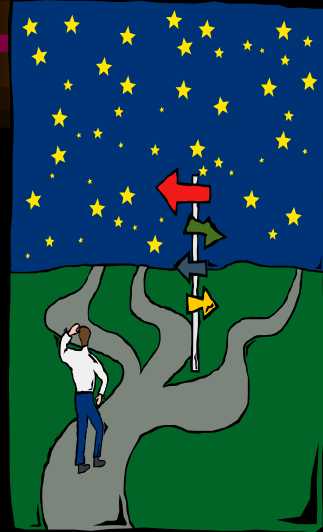
生物科技解決人類問題

基改食品



## 生物科技也帶來新的挑戰

- 安樂死、墮胎、器官移植、胚胎複製、基因工程、生態倫理、低溫生物學，牽扯問題非常複雜，不宜過分簡化。



## 生物科技發展引起的爭議

- 生命專利權？
- 道德及法律問題
- 噴藥等於噴細菌
- 聲稱母親
- 反基因聖戰、誓死反對、盲從反對
- 由誰來控制生物遺傳的特質？
- 環保、動植物保護、農、漁、牧、宗教人士、及一般民眾心裏憤怒的反對聲音
- 生命成爲一組可以隨時修改的程式，可被人任意隨人意來操控？

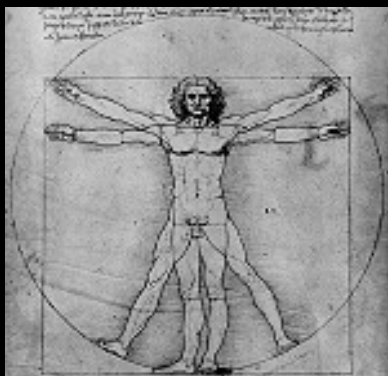


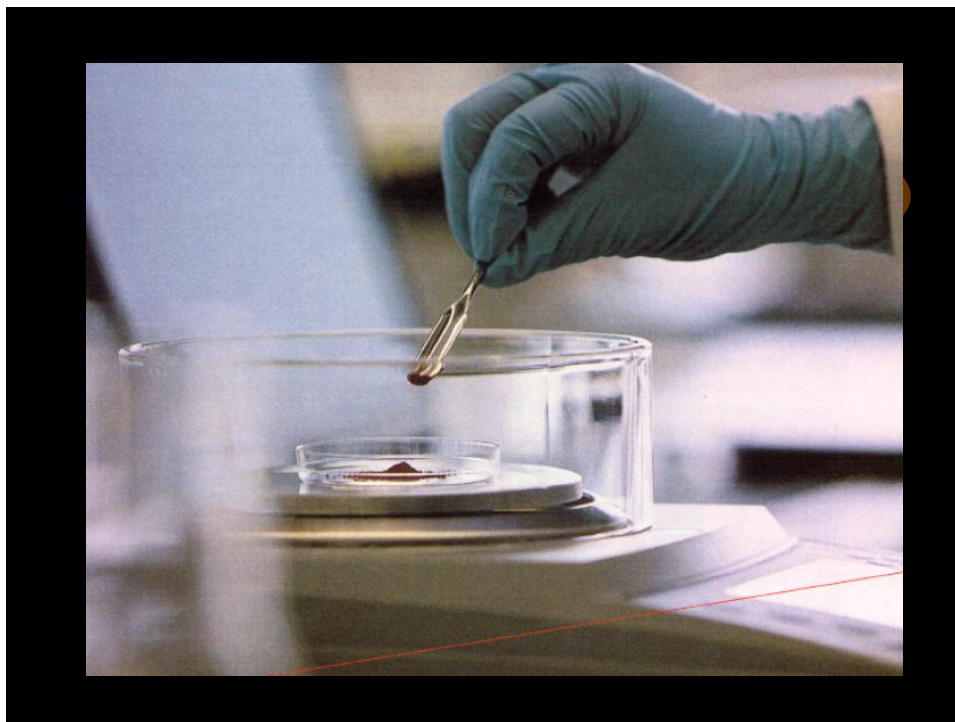
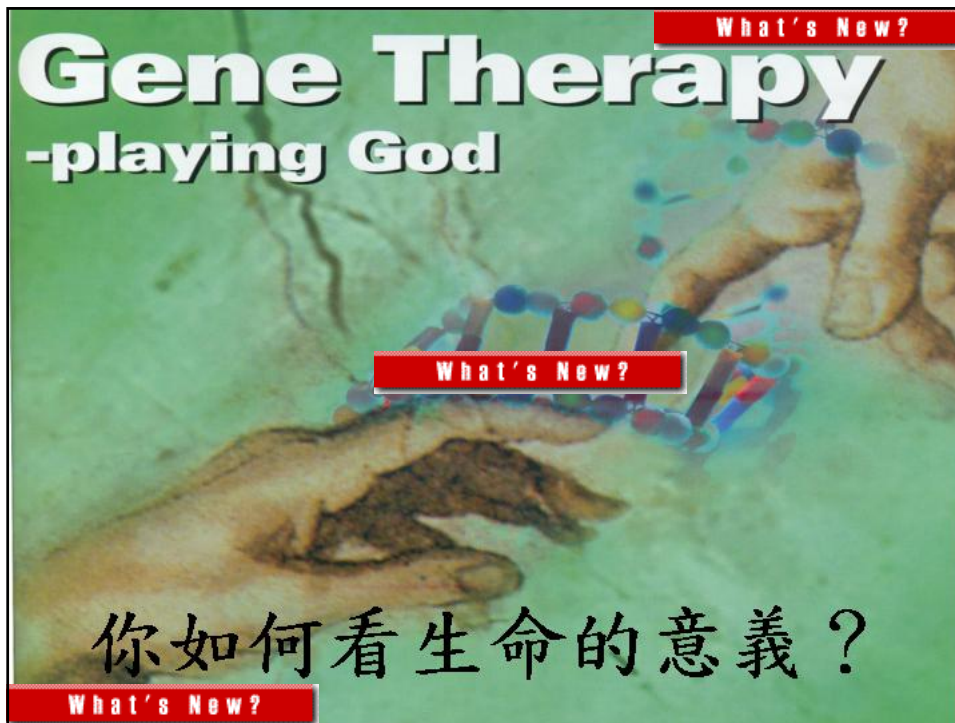
# 思考題

你贊同複製人嗎？



# “Human cloning”





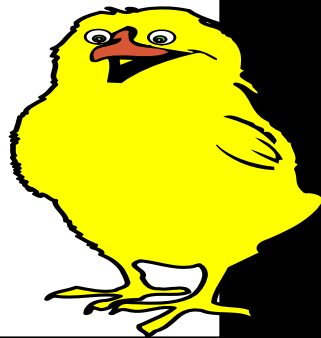
## 現代社會宜有的心態

- 阻止生物科技發展為時已晚
- 防護措施應該走在應用之前
- 生物科技雖然專門，仍應設法多多了解，特別是它的發展情況
- 生物科技怎樣發展，看誰在揮舞神的權杖
- 人人有責：可以用關心、輿論、立法來導引生物科技的方
- 正如醫生首重醫德，操縱生命密碼的人，應該有科學良心
- 生物科技是中性的，為善為惡在乎一心





在科技發達以前，倫理已經存在了數十個世紀，作為人類生存與社會生活的最高指引







哥哥  
(2歲)  
重慶地中海貧血

← 臍帶血移植 (預計今年4、5月) →

妹妹  
(救人寶寶)



反对

## 「量身打造 破壞自然法則」

【記者陳惠惠、詹建富／台北報導】該不該訂製救人寶寶？衛生署認為若涉及器官捐贈、危及救人寶寶生命，就有倫理爭議；台北醫學大學人文所所長蔡篤堅認為，救人寶寶因為挽救另一個人生命才被生下來，違反生命自由、等值觀念。

另外，蔡篤堅也認為，醫療是很私密的事，台大醫院以開記者會的方式說明訂做救人寶寶的技術及過程，做法「有點粗暴」，廣告意味太濃，保守一點比較好。

台大基因醫學部主治醫師蘇怡寧和台大生殖內分泌科主任陳思原則認為，國際間已誕生的「救人寶寶」至今只有十來例，但由於家長已經過倫理諮詢過程，而且胚胎著床前基因診斷技術並不會傷及胚胎本身，收集臍帶血也不像骨髓移植有手術風險，已使爭議降低許多。

衛生署醫事處處長薛瑞元則表示，為了生出健康寶寶而在胚胎植入前進行基因診斷，較無倫理爭議，此次重點是這名健康寶寶將如何挽救哥哥的生命。他認為，若捐贈臍帶血或骨髓，不致造成後遺症，但若是要捐贈器官，或可能帶來健康風險，甚至危害生命，就有倫理爭議。

蔡篤堅說，生命本來就是物競天擇，若是透過基因技術，量身訂做一個救命寶寶，形同破壞自然法則，他更擔心，若一個人是為了挽救另一人才被生下來，違反生命自由、等值的概念。

他說，在美國等國家政府並不支持這類研究，英國則是採獨立監護人制度，保障這類訂製的救命寶寶的自由等相對權益。蔡篤堅認為，國內這方面的討論仍不足，也缺乏相對的配套。

林口長庚醫院血液腫瘤科主治醫師江東和也說，該院曾為五十多名地中海貧血的病童進行臍帶血移植，成功率達九成，但多數家長都選擇自然懷孕，而未經刻意的人工挑選胚胎，多少還是考慮倫理上的爭議。

```

LINE 112270 COLUMN 1 INPUT
1
CCGGCACGTACTTTCTCCACGGGGCGAATCTCGTCCTTCAGGAGGCTGGACAACA  CONSENSUS
> > > > >> >> ? >> ? >
CCACGGGGCGAATCTCGTCCTTCAGGAGGCT-GACAACA 1
CCGGCACGTACTTTCTCCACGGGGCGAATCTCGTCCTTC-AGGAGGCT-GACAACA 8
CCGGCACGTACTTTCTCCACGGGGCGAATCTCGTCCTTC-AGGAGGCT-GACAACA 3 2
ACGGCACGGACATTCGCGACGGGGCGAATCGAGTCCTTC-AGGA,GG 5
CCGTACTGT,CTTTCTCCACGGGGCGAATCTCGTCCTTC-AGGAGGTYT-GAC 6
GGTCTGGTCAACA 7
G-GTCGACAACA 4

61
AATTTGATTCTCTCTTCTCCATGAGACTTCAGGGCAGACCTCAACTTCGGTCCGACC  CONSENSUS
> >> ? >> > ? >> >> <>><<
AATTTGTA-TCTCTCTTCCATGAA-CTTCAGGGCAG 1
AAT TCCATGAG-CTTCAGGGCAG-CCTCAACTTCGGGT,CGACCG 8 10
AATTTGATTCTCTCTTCTCCATGAG-CTTCAGGGCAG-CCTCAACTTCGGGTCCGACC 2
CTYCATGAG-CTTCAGGG, G-CC,CAACTTCGGGTCCGACC 9
AATTTGATTCTCTCTTCTCCATGGC-CTTCAGGGCAG-CYCAACTTCAGG-CCG-TCG 7
AATTTGATTCTCTCTTCTCCATGAGACTTACGGGAGACCTCAACTTCGGG---G 4

121
TGCCGTTCTCGAAGTCGATGAGCGCGCCGCGTTTACCTTGGAGGGCCAGGGGAGG  CONSENSUS
> >> ? >> > >> X ? >
TGCCGTTCTCGAAGTCGATGAGCGCGCCGCGTTTACCC-T.GAGGGCCARGGGAGG 10
TGCCGTTCTCGAAGTCGATGAGCGCGCCG-CGTTTA-CCTTGA 2
TGCCGTTCTCGAAGTCGATGAGC-CGCCGCGCGTTTGC--T.GAGGGCCARGGGAGG 9

```

人究竟是什麼？

## 面對問題：人是什麼？

帶了多少個人類的基因之後  
就可以算是一個人？器官移  
植、胚胎複製、人工授精、  
安樂死、墮胎、胚胎複製、  
基因工程、生態倫理、醫  
藥科技、低溫保存、複製人

請你思考的問題

## 複製人？

你贊成複製人嗎？  
被複製人的人有自己的意願嗎？  
他知道自己複製人能快樂嗎？  
人可以沒有自我意識而存在嗎？





量的不同呢？或是質的不同？



## 柯林斯、蘇爾頓的謎之旅

本報綜合外電特稿

領導「人類基因組計畫」的美國科學家柯林斯（五十歲）是遺傳學專家，他相信人類終將從其研究中獲得莫大好處，但對其研究的潛在危險亦心裡有數。

這項計畫的另一重要成員，英國科學家蘇爾頓（五十八歲），則堅信「生命之書」，必須免費公諸於世，不能為商業、專利及利潤服務。

柯林斯的遺傳學研究，促使造成許多疾病的基因得以被辨認出來，這些疾病包括囊腫性纖維化、神經纖維瘤及抗亨頓症。他在耶魯大學從事身為生物化學家的首項研究時，親睹到掌握生命之鑰的DNA（去氧核糖核酸）。一九九三年，他加入「國家衛生研究院」（NIH），主持一項繪製並解開人類基因組密碼的三百萬美元計畫。此時柯林斯是NIH旗下「國家人類基因組研究所」（NHGRI）所長，他領導由十八國的國際研究中心所組成的「人類基因組計畫」（HGP）。

由無神論者變成宗教狂熱者的柯林斯，從未放棄任何機會警告遺傳科學的進展所衍生的倫理風險，尤其是企圖透過基因工程改善遺傳特質的誘惑。雖然基因組已完成初步解碼，他曉得其艱鉅工作距完成尚遠。接下來的工作是辨識特定基因，他以古諺在「大乾草堆中尋針」（海底撈針之意）形容這項工作，但該工作甚至更困難，因為「至少針與乾草外觀不一樣，而基因卻只是DNA的另一部分」。

至於蘇爾頓則主持劍橋大學著名研究單位「桑格中心」達八年，該中心致力於促進對基因組的了解，是「人類基因組計畫」的主要參與者之一。

在耗費了數十年時間研究線蟲類動物（*Caenorhabditis elegans*）後，一九九〇年蘇爾頓與華府的同儕出版了此蟲的基因圖譜，並著手為其定序。兩年後即他轉任桑格中心任職，從事測繪人類基因圖工作。

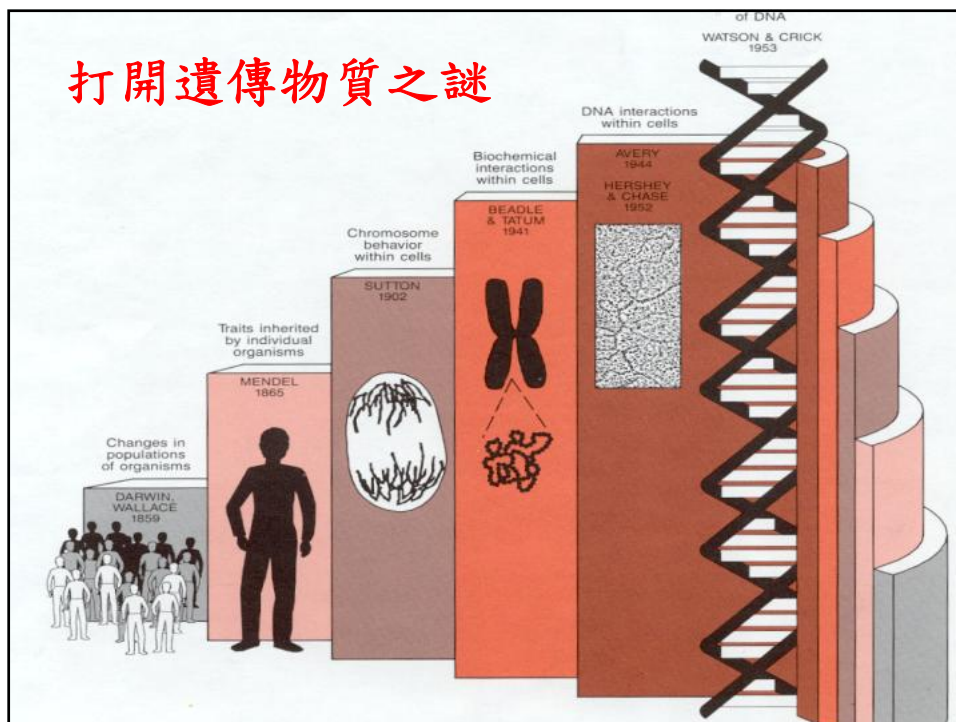
（王嘉源譯）



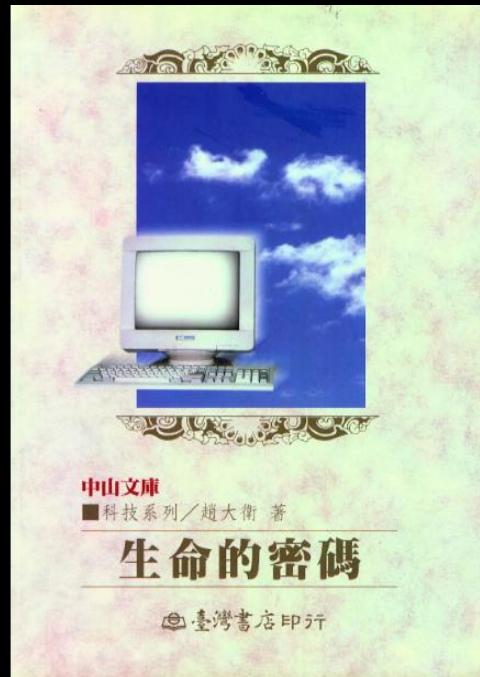
# 人類真正的福音？

## 生物科技明日之星

生物科技改良人類及動植物遺傳性質，生產醫療、工業、農業、能源產品，為人類健康、糧食、環境提供有希望的遠景，是否為人類真正的福音？



打開了一本  
屬於高中生的  
生命科學



基因改造能改變生命的特質？

