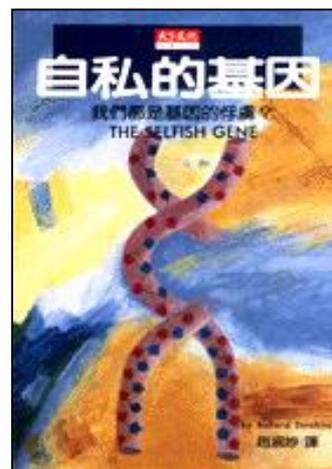
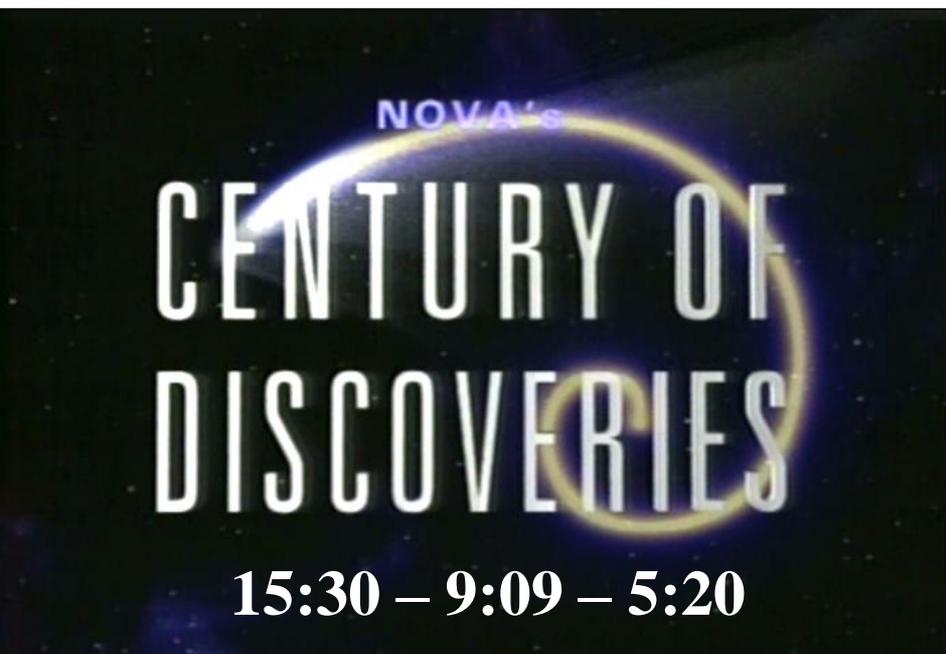


Crick 的 DNA 素描



生物遺傳竟然可用單純的機械性複製來說明之

所有生物都是 DNA 用來傳遞其自身的軀殼爾

Dawkins: *Selfish Gene*



0:00 - 15:30 [2]

# 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！



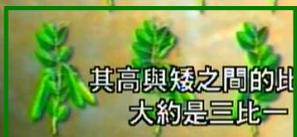
不管怎樣，葛雷哥孟德爾的實驗卻有了突破

觀察現象



外表型  
phenotype

F1



其高與矮之間的比率大約是三比一

F2

推論原因

假如當時你也在種豌豆

WHY?



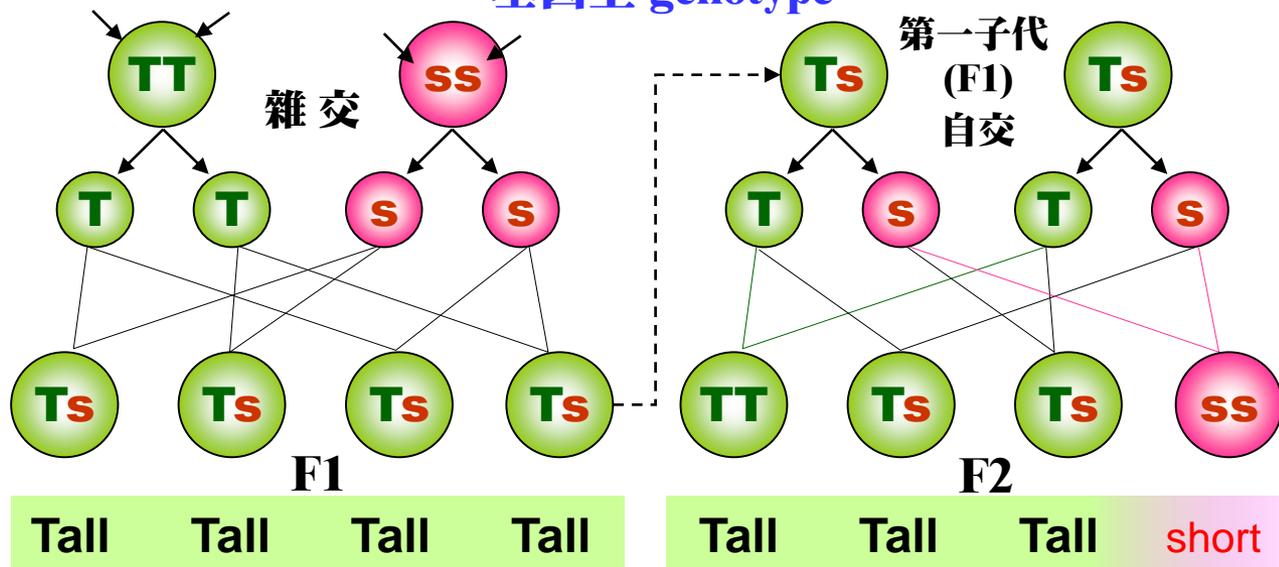
雖然孟德爾在1865年就已經非常清楚的證明基因的存在

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。

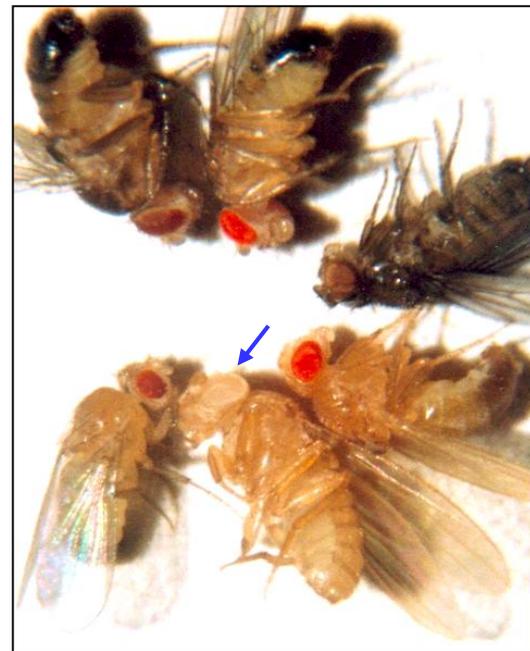
# 遺傳機制

## 二十世紀初**摩根**觀察果蠅遺傳奠定現代遺傳學基石

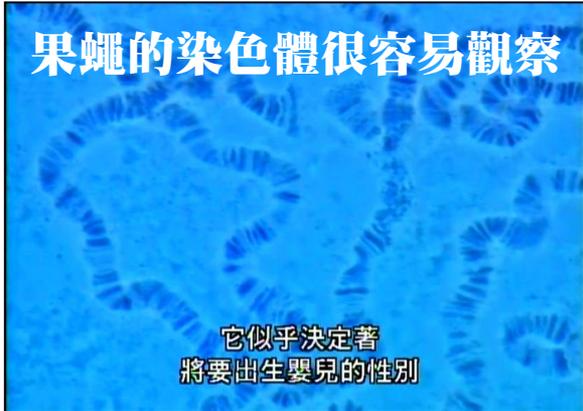


摩根看過孟德爾的論文，以**果蠅**重複其交配實驗，發現在動物中也大致依循相同的**遺傳定律** (但比例有差異)。

Marker

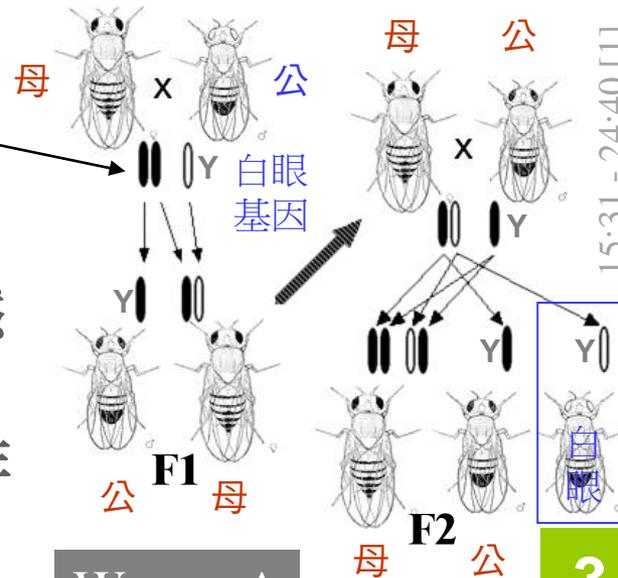


果蠅的染色體很容易觀察

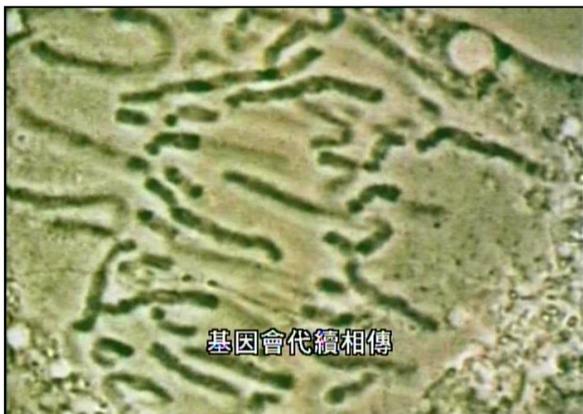


但是摩根觀察到白眼果蠅都是**雄性**，因而發現與性別連結的基因，這些基因都位於決定性別的**染色體**上。

決定性別的 X 染色體  
(上面也有眼睛顏色基因)



染色體上含有遺傳物質，當時已知是核酸 **DNA**，然而還不明白遺傳的精確分子機制，一直等到 **1953** 年發生一件驚天動地的事。

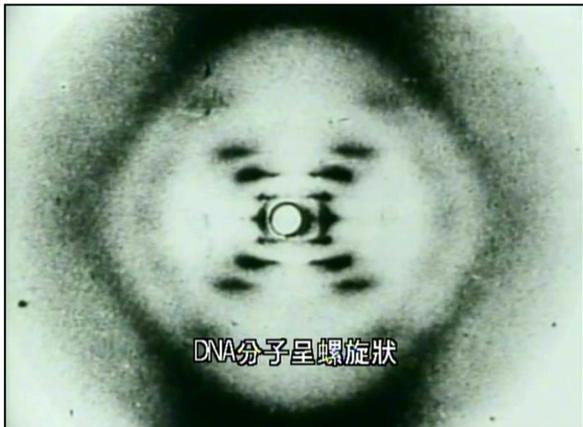




**Watson** 與 **Crick** 是一對奇異組合，並沒有做過任何實驗，只到處收集相關資料，竟然能推出 DNA 的確實構造，此構造可以完美解釋遺傳機制，也獲得諾貝爾獎。



Cavendish Laboratory,  
Cambridge University



DNA分子呈螺旋狀

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。

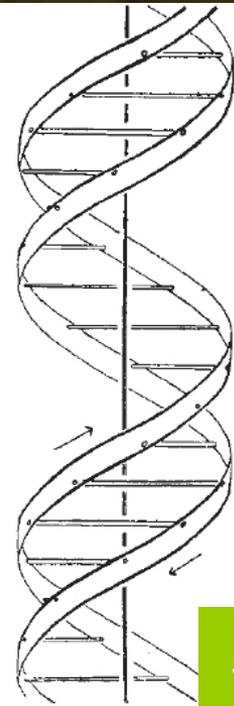
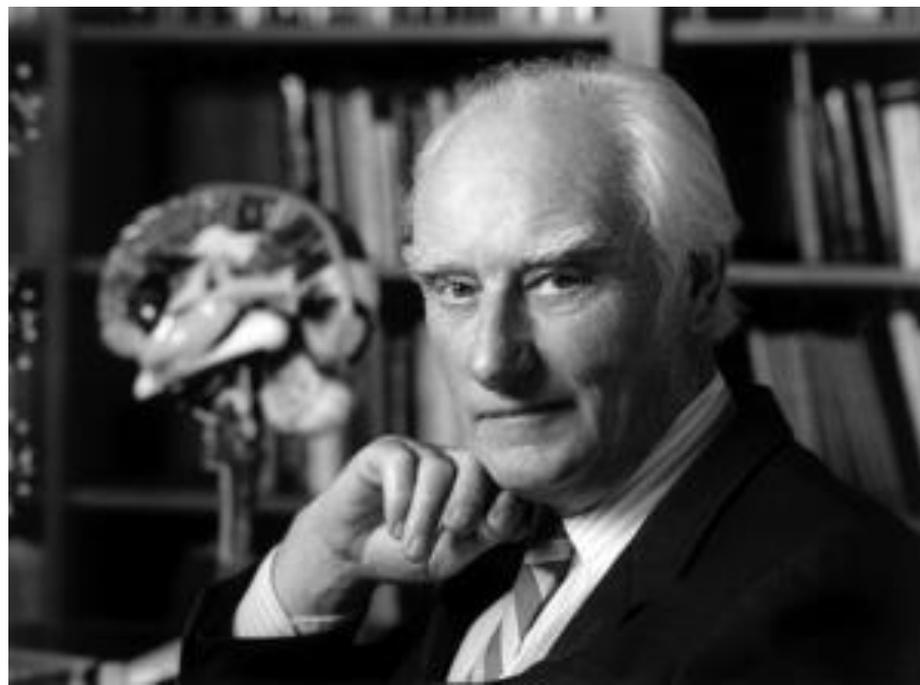
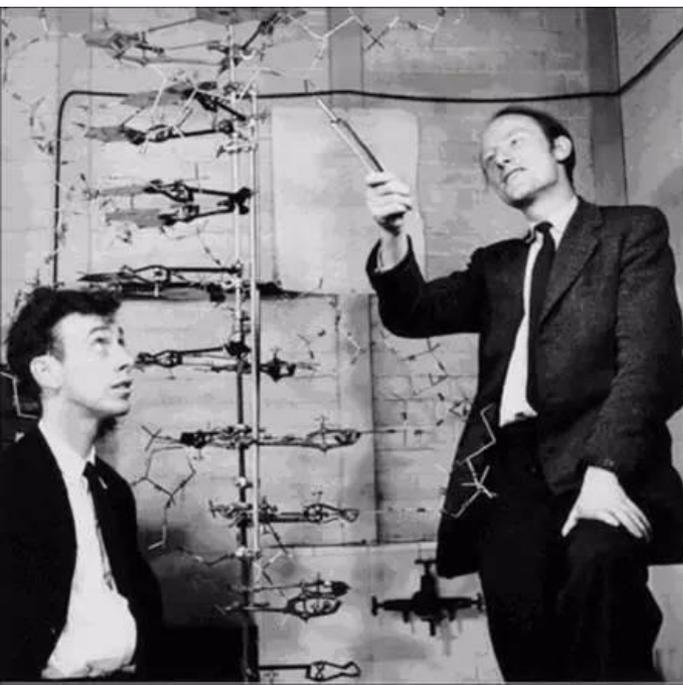
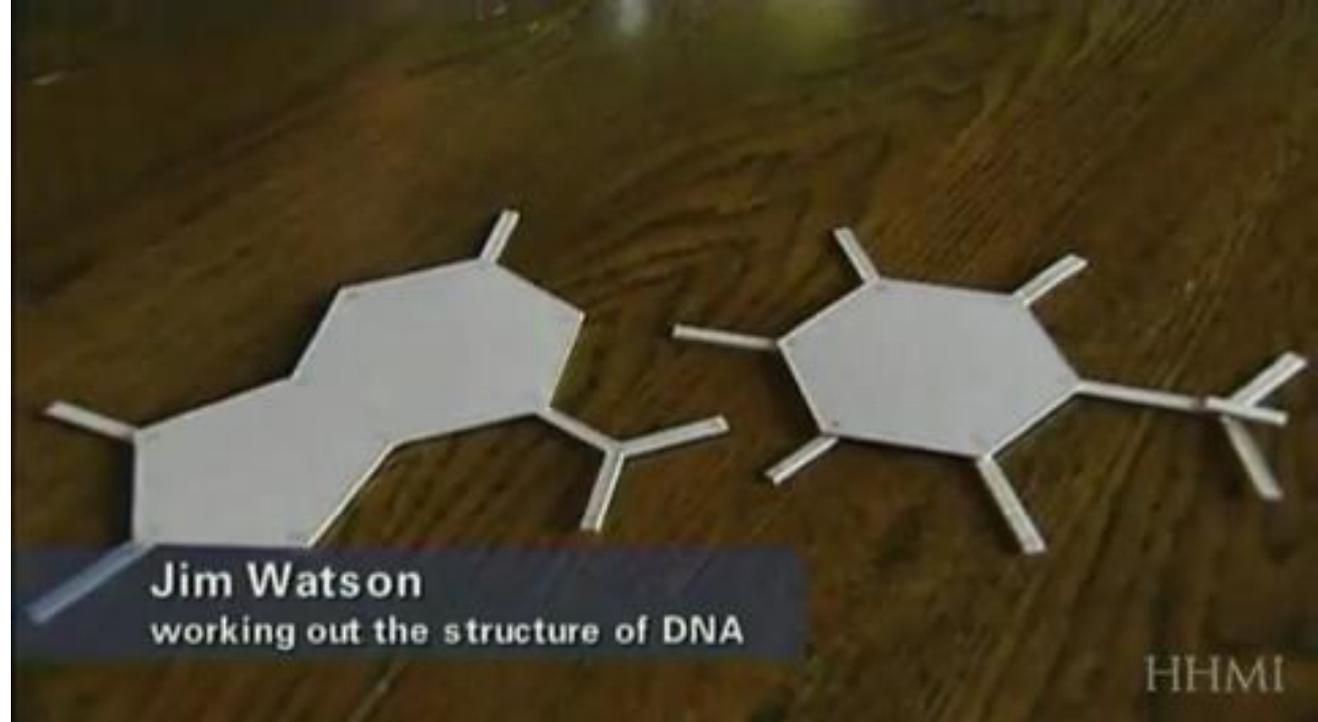
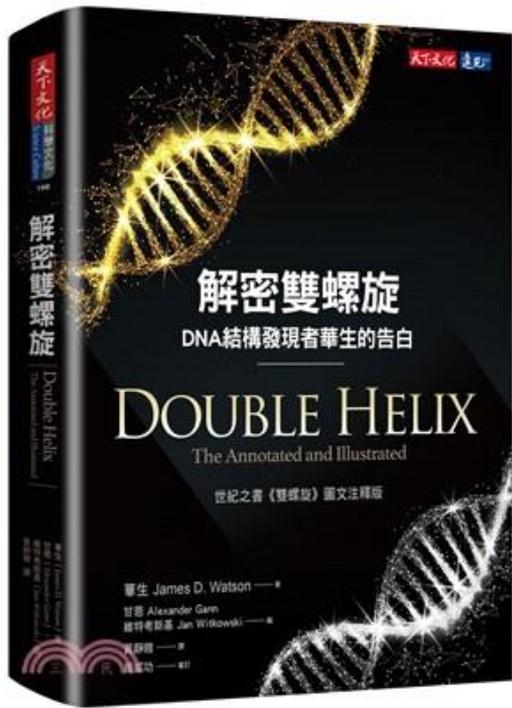


Watson 在參訪時得知此消息，是得以正確推出 DNA 構造之關鍵。



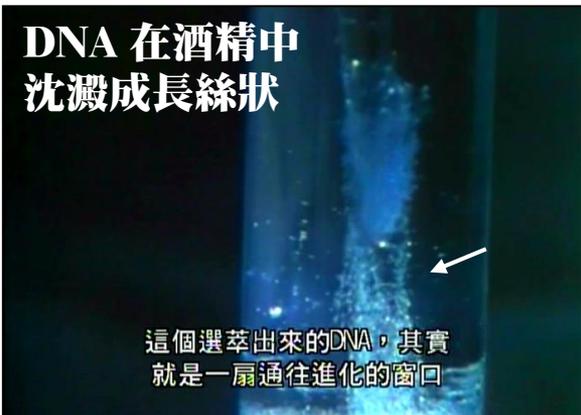
配對模式將之組合

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。



24:41 - 30:00 [4Q]

DNA 在酒精中  
沈澱成長絲狀

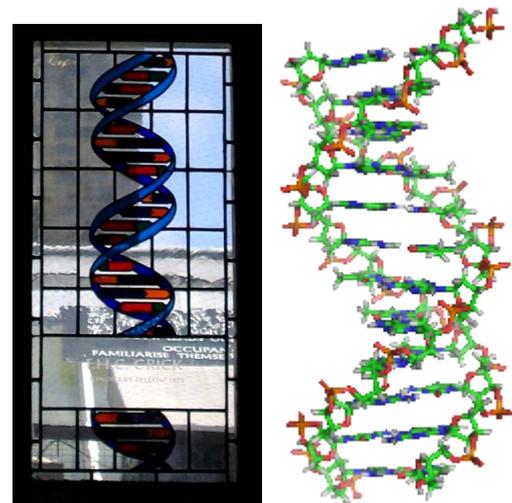


這個選萃出來的DNA，其實  
就是一扇通往進化的窗口

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)** 個密碼單位。

**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**」。

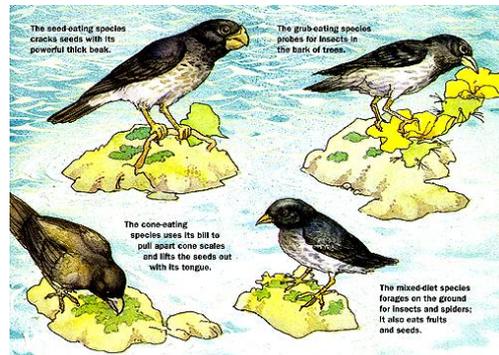
分解後的各一半  
會成爲一個“模板”

**簡單到近乎完美**

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**

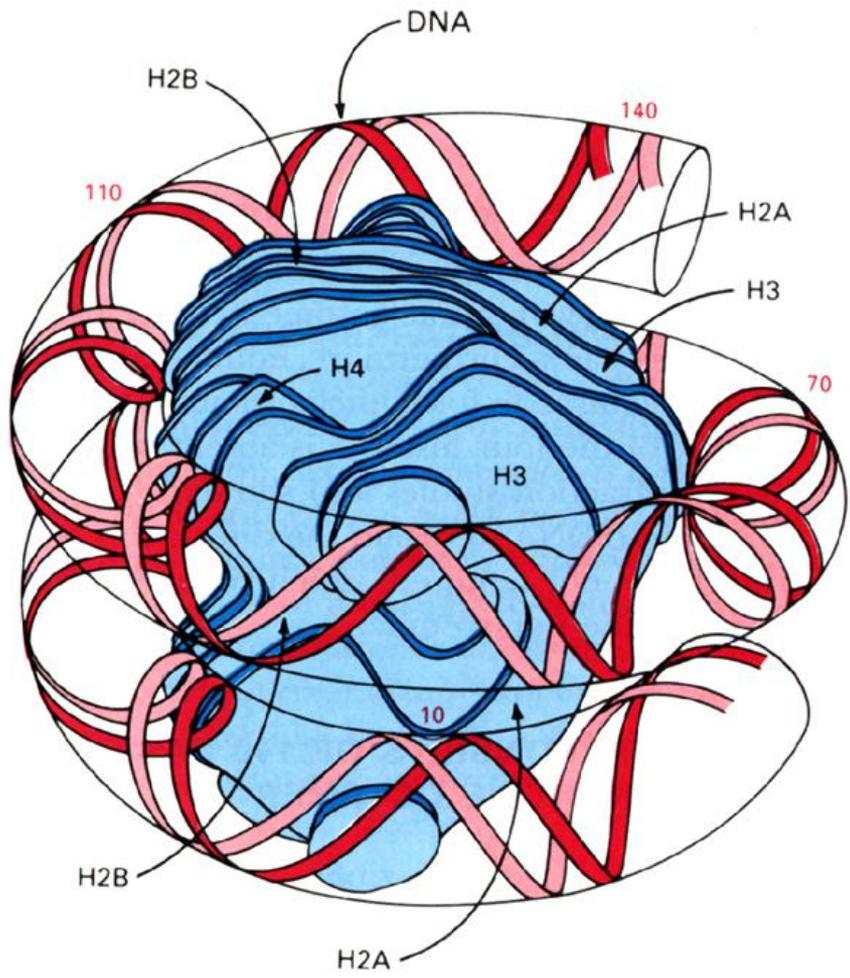
鳥類確定是由恐龍演化而來

人類的DNA與黑猩猩的DNA  
之間只有1%的差異

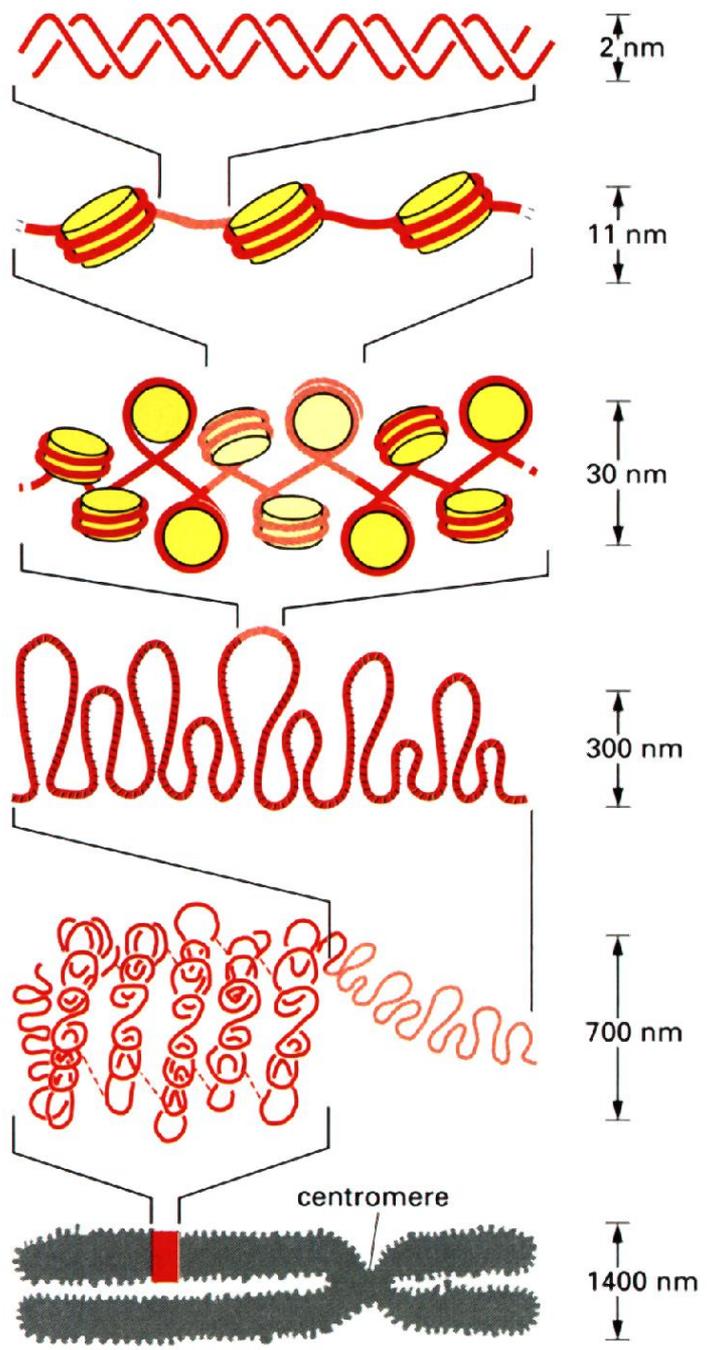
這無疑詮釋了  
生命共同體的美妙

# 染色體緊密包裹核酸

如何堆疊雙螺旋？



核酸緊密纏繞在 histone 上面



**孟德爾對生物學的最重要貢獻？**

**『生物遺傳是以「基因」為控制單位』**

**摩根研究果蠅得到何種重要結論？**

**『基因是貯藏在細胞核中的染色體上』**

**基因基本上是如何組成？**

**『染色體 DNA 鏈上的 A,T,C,G 序列』**

**發現 DNA 雙螺旋構造有何重大意義？**

**『基因是貯藏在互補的雙股 DNA 上』**

**『雙股 DNA 分開後可各自精確複製』**

# 有關基因描述何者**不正確**？

- (1) 染色體上的全部序列就是基因
- (2) 基因在細胞中可表現出蛋白質
- (3) 基因位於細胞核中的染色體上
- (4) 基因化學組成是雙螺旋的 DNA
- (5) 基因的突變是物種演化的基礎

# 有關遺傳基因何者正確？

- (1) DNA兩股螺旋的序列組成不同**
- (2) 遺傳學理論最早由摩根所提出**
- (3) 基因是由密碼 A,T,C,G 所組成**
- (4) 基因之複製不容許有任何錯誤**
- (5) 細胞所有基因的表現能力相同**

# 關鍵名詞

孟德爾 Mendel

遺傳學 genetics

基因 gene

摩根 Morgan

表現型 phenotype

基因型 genotype

雙螺旋 double helix

鹼基 base (A,T,C,G)

顯性的 dominant

隱性的 recessive

30 億對 (3 G)

人類兩萬基因

複製 duplication

突變 mutation

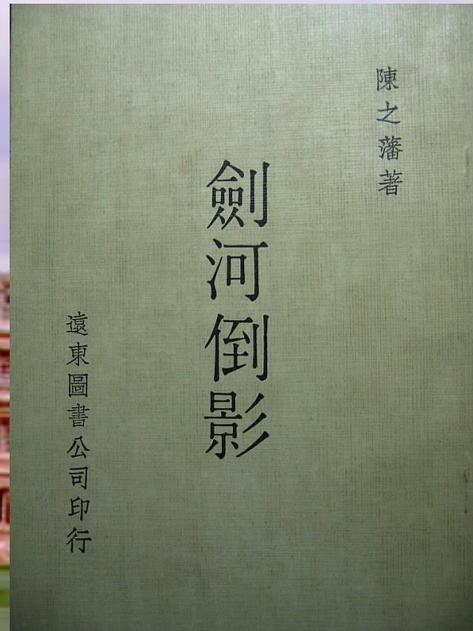
演化 evolution

互補 A=T, C≡G

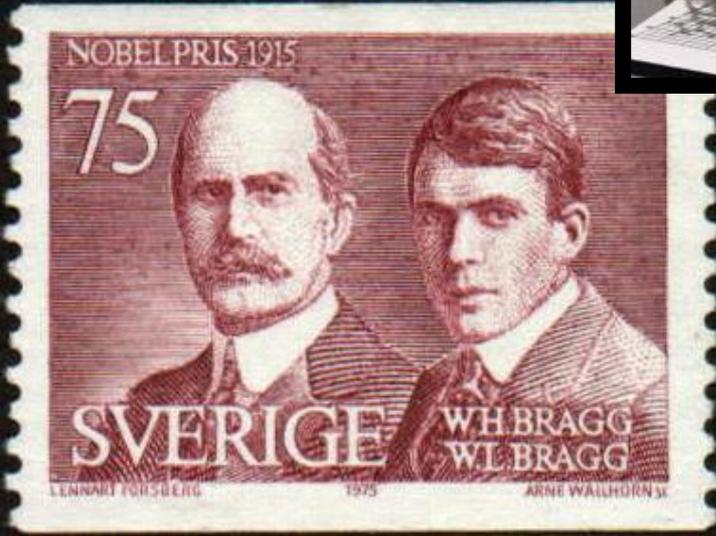
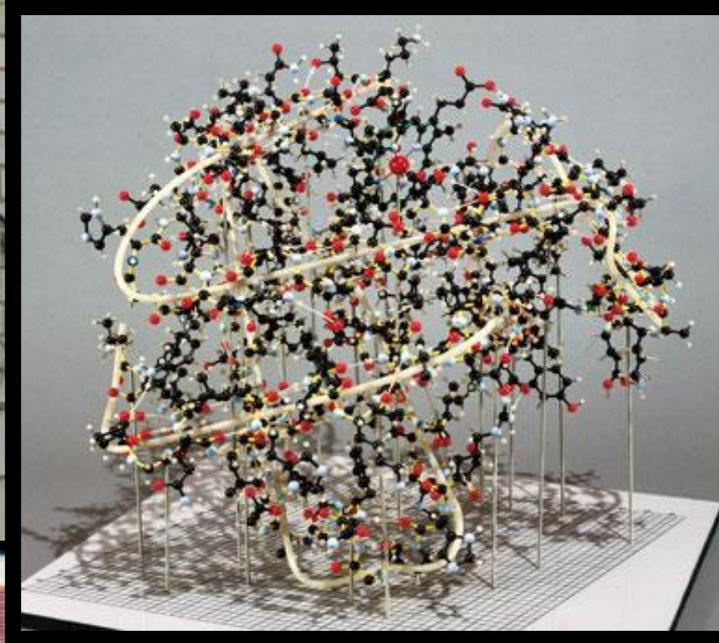
# 陳之藩：劍河倒影

(13) 不鑄大錯：Cavendish

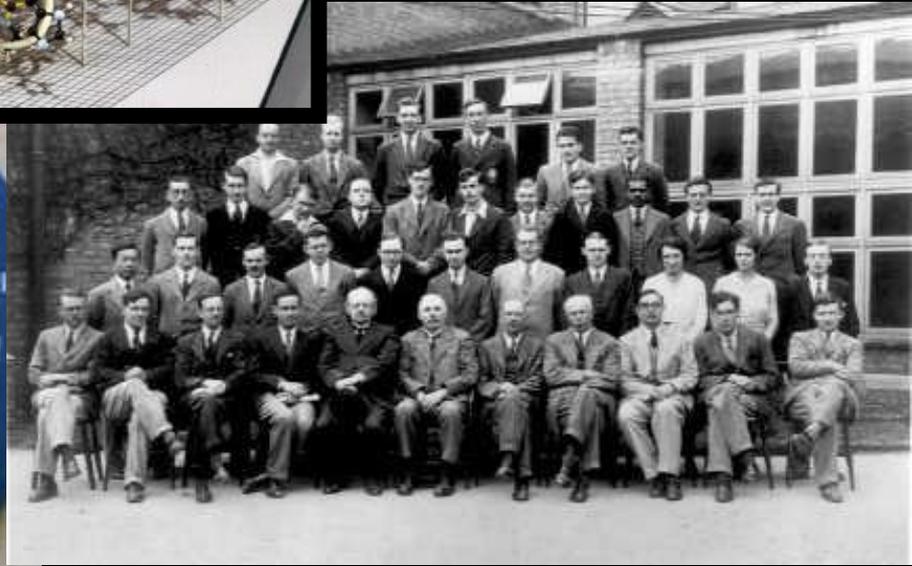
(11) 風雨中談到深夜



... 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。



Here  
in 1897 at the old  
Cavendish Laboratory  
J.J. THOMSON  
discovered the electron  
subsequently recognised as  
the first fundamental  
particle of physics and  
the basis of  
chemical bonding  
electronics and  
computing



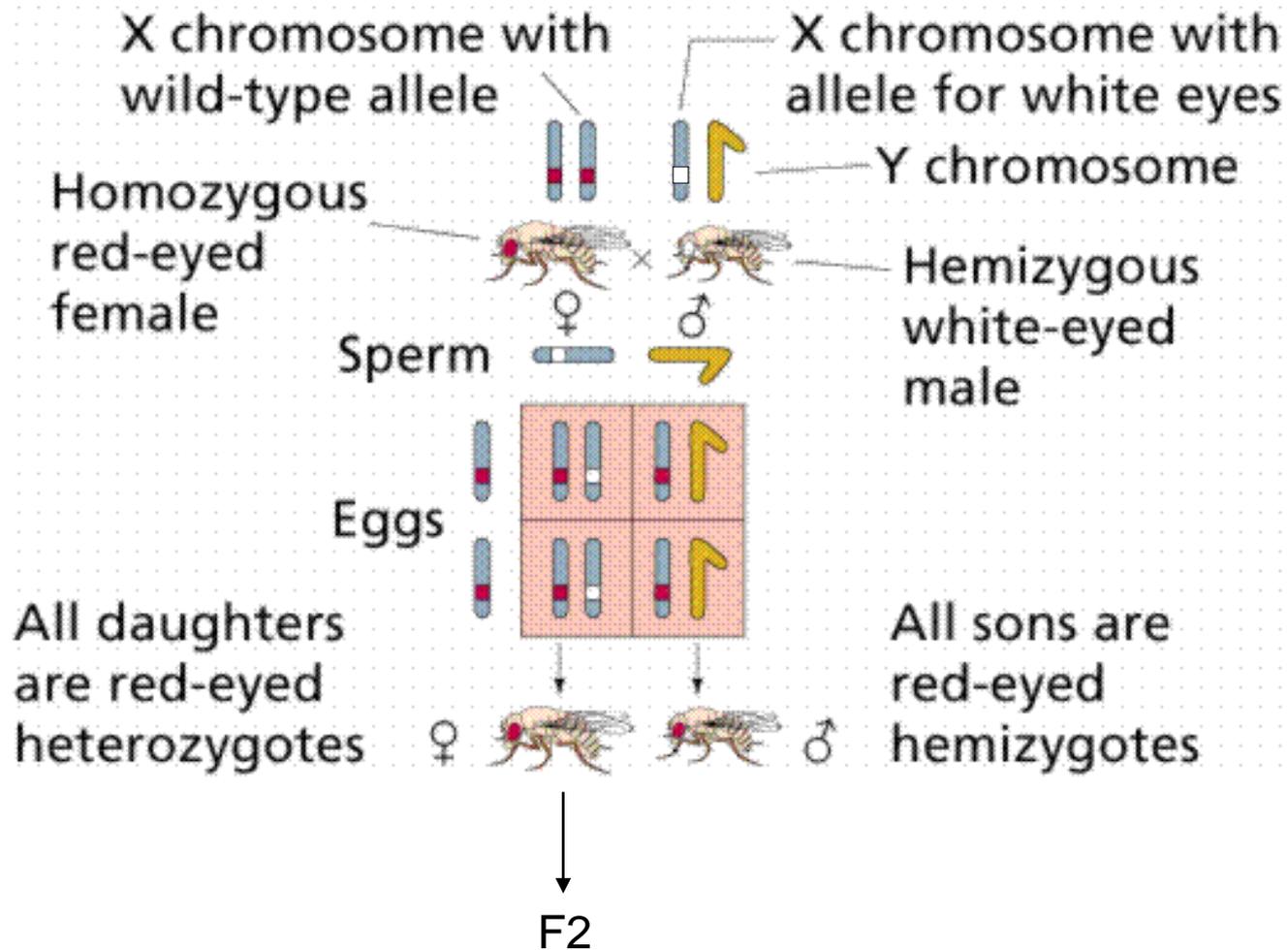
# Worcester College, Oxford University



2019 / 9 / 22

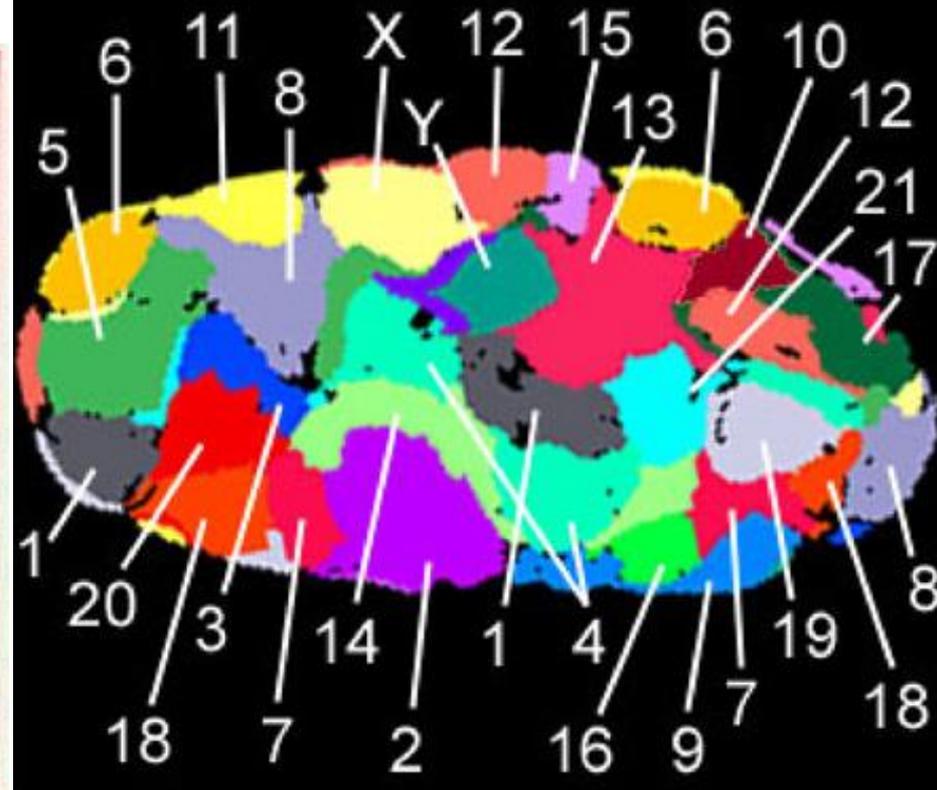
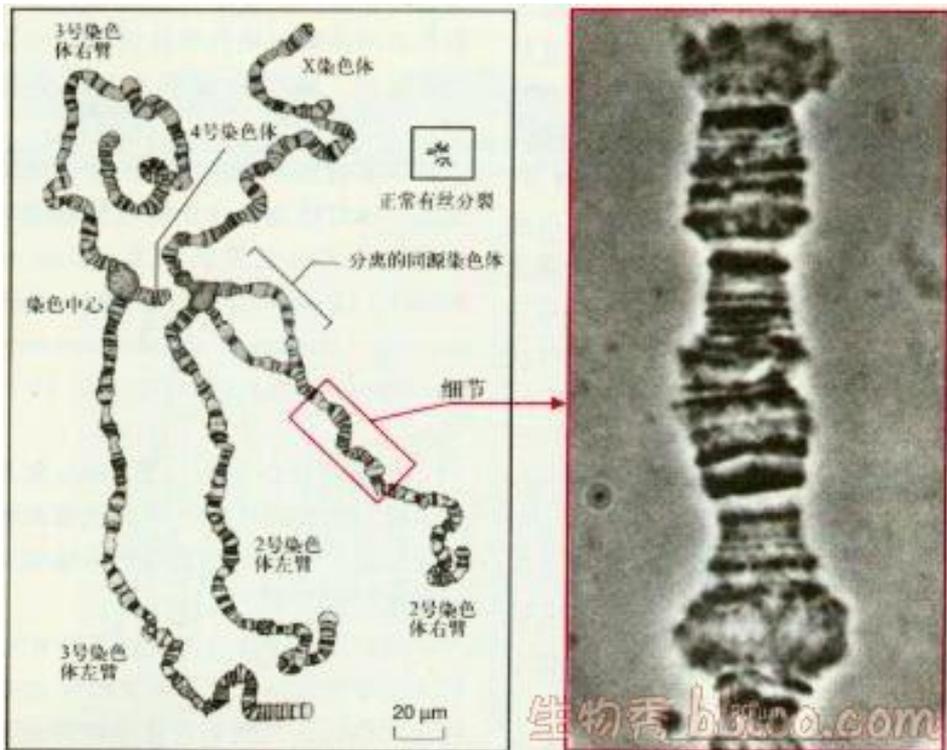
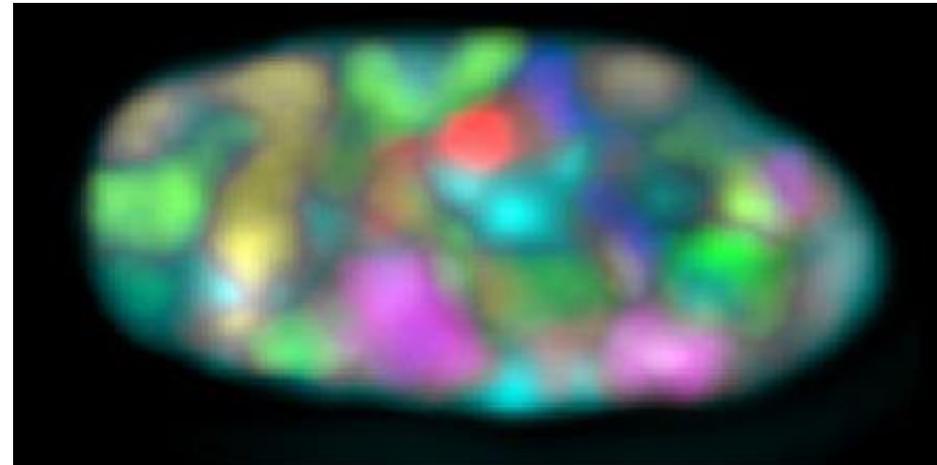
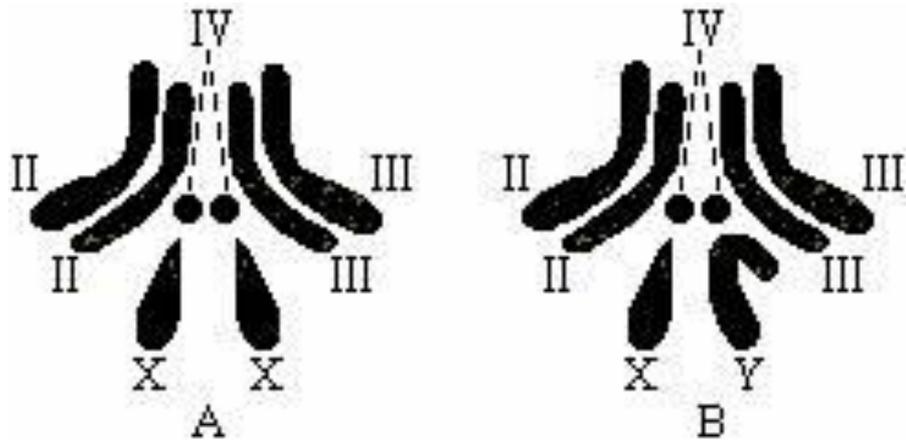
# 遺傳機制

## 果蠅眼睛顏色的基因在 X 染色體上 (與性別有關)



# 遺傳機制

## 果蠅 4 對染色體 (XY 與性別有關) 人類染色體著色



# 遺傳機制

## 一個人類基因與其小鼠同源基因的比較

Human ATGGTTTGATGTCCTCCAGAAAGTGTCTACCCAGTTGAAGACAAACCTCACGAGTGTCACAAAGAACCGTGCAGATAAAG  
Mouse GTGGTTTGATGTACTCCAGAAAGTGTCTGCCCAATTGAAGACGAACCTAACAAAGCGTCACAAAGAACCGTGCAGATAAAG

Exon

Human TAAATGGTGC CGTTTGTGGCATGTGAACCTCAGGCCGTGTCAGTGCTAGAGAGGAAACTGGAGCTGAGACTTTCC-AGGTAT  
Mouse TGAATGGCAC----TGCAGCTAGAGATGACATGCG-GATATCACTGGGGTGGAAAC-AGAGCTCAGACTTTTCTAGATTA

Intron

Human TTTGCTTGAAGCTTTTAGTTGAAGGCTTACTTATGGATTCTTTCTTTCTTTTTTCTTTTTTATAGAATGCTATTCATAA  
Mouse GTTGCCAGAAGATTCTAATTGCAA--CTG----TGG-----T--TTCTTTCACTTTTTCTATAGAATGCTATTCATAA

Human TCACATTCGTTTGTGTTGAACCTCTTGTTATAAAAAGCTTTAAAACAGTACACGACTACAACATGTGTGCAGTTACAGAAGC  
Mouse TCACATTAGGTTATTTGAGCCTCTTGTTATAAAAAGCATTGAAGCAGTACACCACGACAACATCTGTACAATTGCAGAAGC

Exon

Human AGGTTTTAGATTTGCTGGCGCAGCTGGTTCAGTTACGGGTAAATTACTGTCTTCTGGATTTCAGATCAG  
Mouse AGGTTTTGGATTTGCTGGCACAGCTGGTTCAGCTACGGGTCAATTACTGTCTACTGGATTTCAGACCAG

- 內隱子** (1) **Intron** 是不會表現出蛋白質的部份，有較高的歧異度。
- 外顯子** (2) **Exon** 部份之變異比較小，所表現出來的蛋白質也很相似。
- (3) 整個基因體中最後能表現出蛋白質的部份，只有 **1.5%**。

