11-1 染色體與遺傳

染色體遺傳學說

一、發現

1. 美國學者薩登（洒吞）發現蝗蟲細胞內的染色體在體細胞內成對存在，形成配子時，每對染色體會分離至不同配子中。
2. 德國學者包法利（巴夫來）利用海膽卵研究染色體功能，發現染色體的遺傳特性和孟德爾所提出的分離律及自由配合律相同。

→遺傳因子位於染色體上，確立染色體遺傳學說

二、推論過程

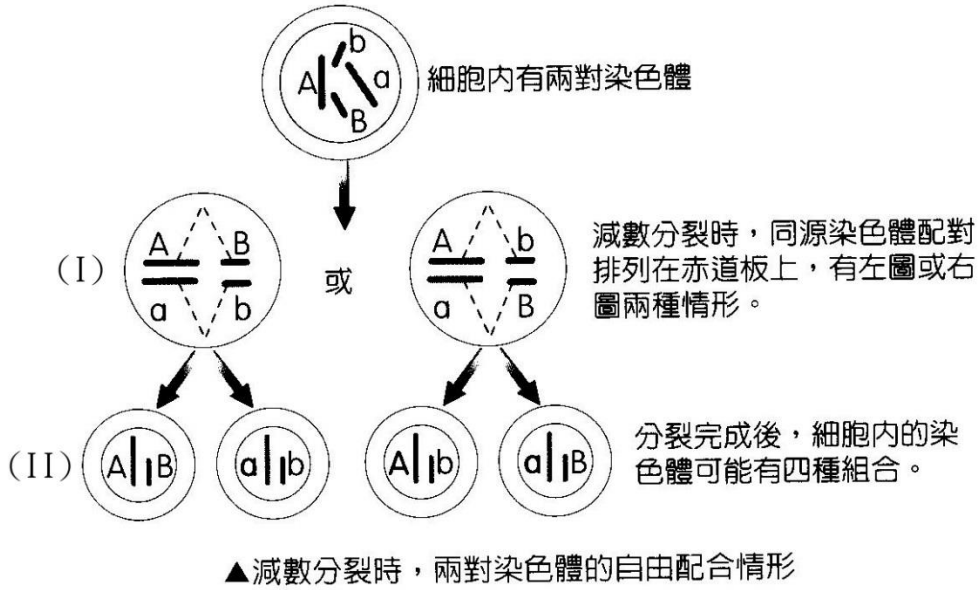
	推論依據
基因位於生殖細胞中	生物行有性生殖時，後代由親代的精、卵細胞中獲得基因。
基因位於細胞核中	1. 孟德爾豌豆雜交實驗中，親代進行互交後產生的子代性狀仍相同，故推測精子和卵細胞皆具有某種和遺傳相關的構造。 2. 精子內主要部份為細胞核，若精子和卵細胞對遺傳的貢獻相同，則基因必定位於細胞核中。
基因位於染色體上	在顯微鏡下觀察減數分裂和受精作用時，細胞核內染色體的動態與孟德爾遺傳法則中的基因變化相同，故推論基因為於染色體上。

三、基本概念

1. 染色體含有遺傳物質 DNA，基因為染色體上的 DNA 片段。
2. 染色體可藉由複製而傳給子細胞或子代。
3. 二倍數細胞（二倍體細胞）的細胞核含有以同源對存在的兩套染色體，其中一套來自母親、一套來自父親。
   →每一套染色體皆攜帶全部的基因
   →認為每一條染色體上會帶有多個基因
4. 基因位於染色體上，進行第一次減數分裂時會產生同源染色體分離，使位於同源染色體上的等位基因獨立分配到配子中。
5. 配子經受精作用形成合子，染色體及等位基因重新配對。

四、遺傳法則與染色體遺傳學說比較

	遺傳法則	染色體遺傳學說
提出者	後代學者依孟德爾實驗提出	洒吞、巴夫來
理論要點	強調基因的狀態	強調染色體的狀態
分離律	親代形成配子時， 等位基因分離至不同配子中	細胞行減數分裂時， 同源染色體分離至不同配子中
自由配合律	形成配子時， 非等位基因自由組合	形成配子時， 非同源染色體自由組合



▲減數分裂時，兩對染色體的自由配合情形

性聯遺傳

一、 定義：決定性狀的基因位於性染色體上，故性狀表現與性別相關。

二、 發現：1910 年美國遺傳學家摩根。

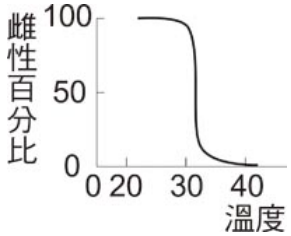
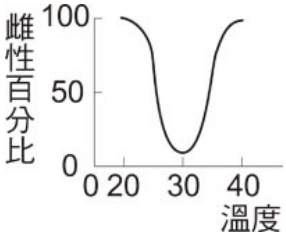
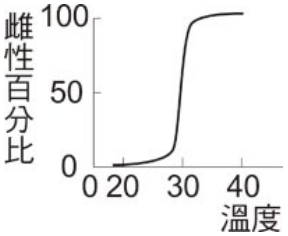
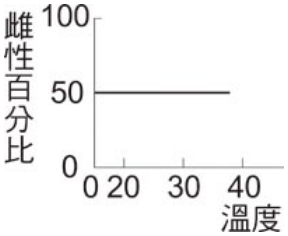
1. 實驗對象：果蠅。
   a. 生長期短，約 10 天左右。
   b. 染色體僅四對，其中三對為體染色體、一對為性染色體。

※性別決定方式

1. 由性染色體決定

	雄性	雌性	代表生物
XY 型	XY	XX	人、果蠅
ZW 型	ZZ	ZW	鳥類、蝴蝶、蛾
XO 型	XO	XX	蝗蟲、椿象

2. 由染色體套數決定：孤雌生殖的生物，如螞蟻、蜜蜂。
3. 由溫度決定：部份爬蟲類動物會受卵孵化的溫度影響性別。

	短吻鱷	食蛇龜 長吻鱷	綠蠵龜 龜類	大部分爬蟲類
雌性	30°C 以下	40°C 以上 20°C 以下	30°C 以上	性別決定不受溫度影響
雄性	30°C 以上	30°C	20°C	
圖示				

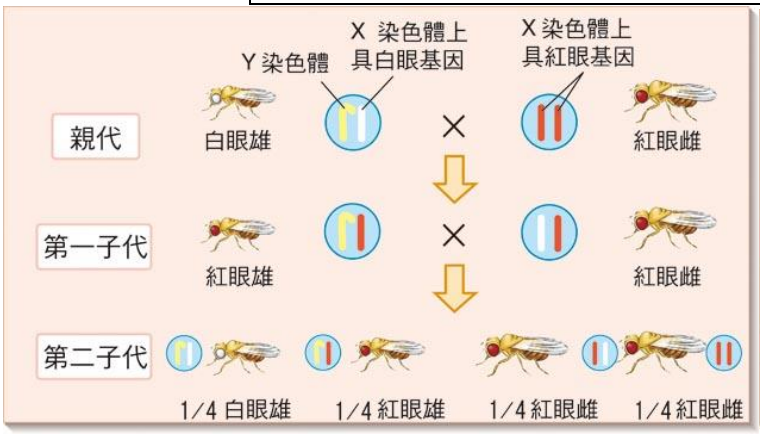
※Y 染色體的功能

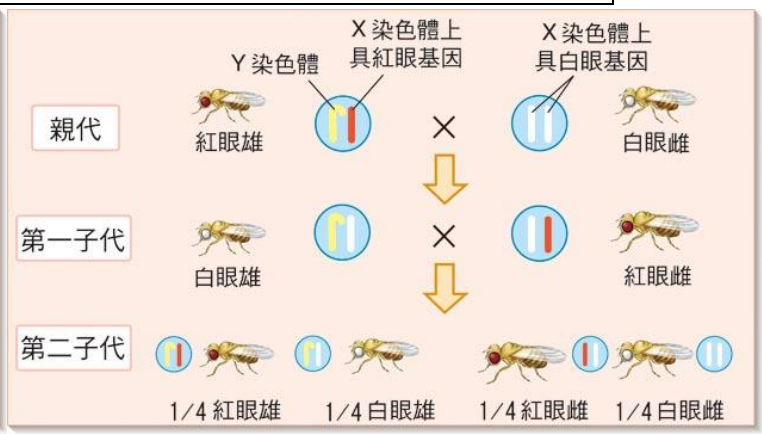
	性別決定	XX	XY	XXY	XO	Y 染色體功能
人類	有 Y 染色體→♂	♀	♂	♂	♀	帶有決定男性發育與性功能相關的重要基因（SRY）
果蠅	X→♂、XX→♀	♀	♂	♀	♂	僅決定雄性是否具有生殖力

2. 實驗步驟：

野生型雌果蠅與突變型雄果蠅交配	
親代	野生型紅眼雌果蠅 X 突變型白眼雄果蠅
	↓雜交
第一子代	紅眼果蠅
	↓自交
第二子代	紅眼雌果蠅：紅眼雄果蠅：白眼雌果蠅：白眼雄果蠅
	2 : 1 : 0 : 1
	（紅眼：白眼＝3：1）

親代互交	
親代	突變型白眼雌果蠅 X 野生型紅眼雄果蠅
	↓雜交
第一子代	紅眼果蠅
	↓自交
第二子代	紅眼雌果蠅：紅眼雄果蠅：白眼雌果蠅：白眼雄果蠅
	1 : 1 : 1 : 1
	（紅眼：白眼＝1：1）





3. 推論

a. 由孟德爾第一法則推論紅眼為顯性表徵、白眼為隱性表徵。

b. 經過試交後的第二子代性狀表現比例不同，摩根推測控制果蠅眼色的基因位於 X 染色體上，Y 染色體無相對應的等位基因。

→獲得何種眼色與性別相關，故稱性聯遺傳

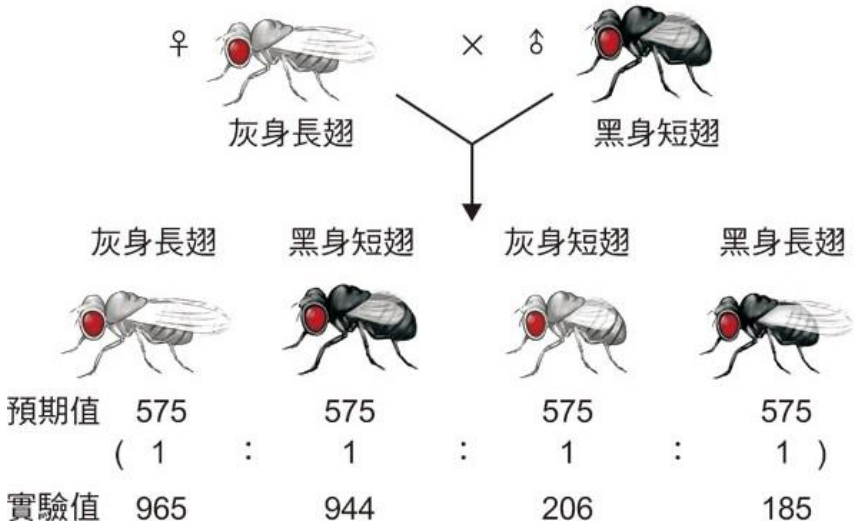
4. 人類的性聯遺傳
   a. Y 染色體性聯遺傳：耳孔多毛。
      →此性狀僅出現於男性
   b. X 染色體性聯遺傳：紅綠色盲、血友病、肌肉萎縮症、蠶豆症。
      →男性因為只有一條 X 染色體，故只要得到該基因就發病

連鎖與互換

一、發現：1911 年美國遺傳學家摩根提出。

二、實驗過程：果蠅體色及翅膀長度。

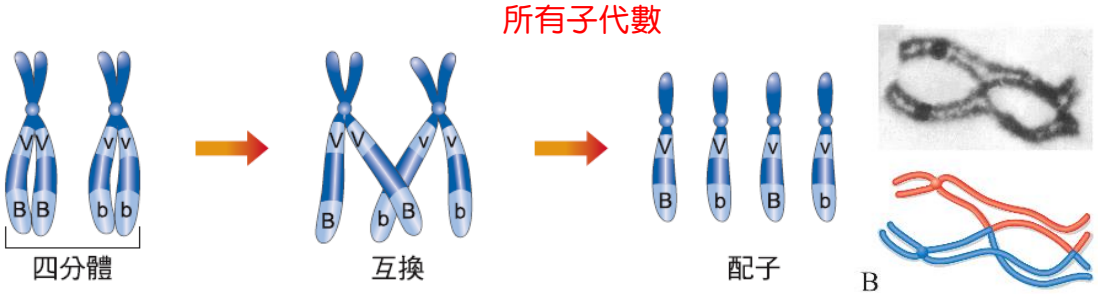
兩性純品系親代雜交				
親代	灰身長翅（BBVV）X 黑身短翅（bbvv）			
	↓雜交			
第一子代	灰身長翅（BbVv）			
	↓自交			
第二子代	灰身長翅	黑身長翅	灰身短翅	黑身短翅
	1	1	1	1
（孟德爾理論值）	9	3	3	1
第一子代試交				
第一子代	灰身長翅（BbVv）X 黑身短翅（bbvv）			
	↓試交			
第二子代	灰身長翅	黑身長翅	灰身短翅	黑身短翅
	4	4	1	1
（孟德爾理論值）	1	1	1	1

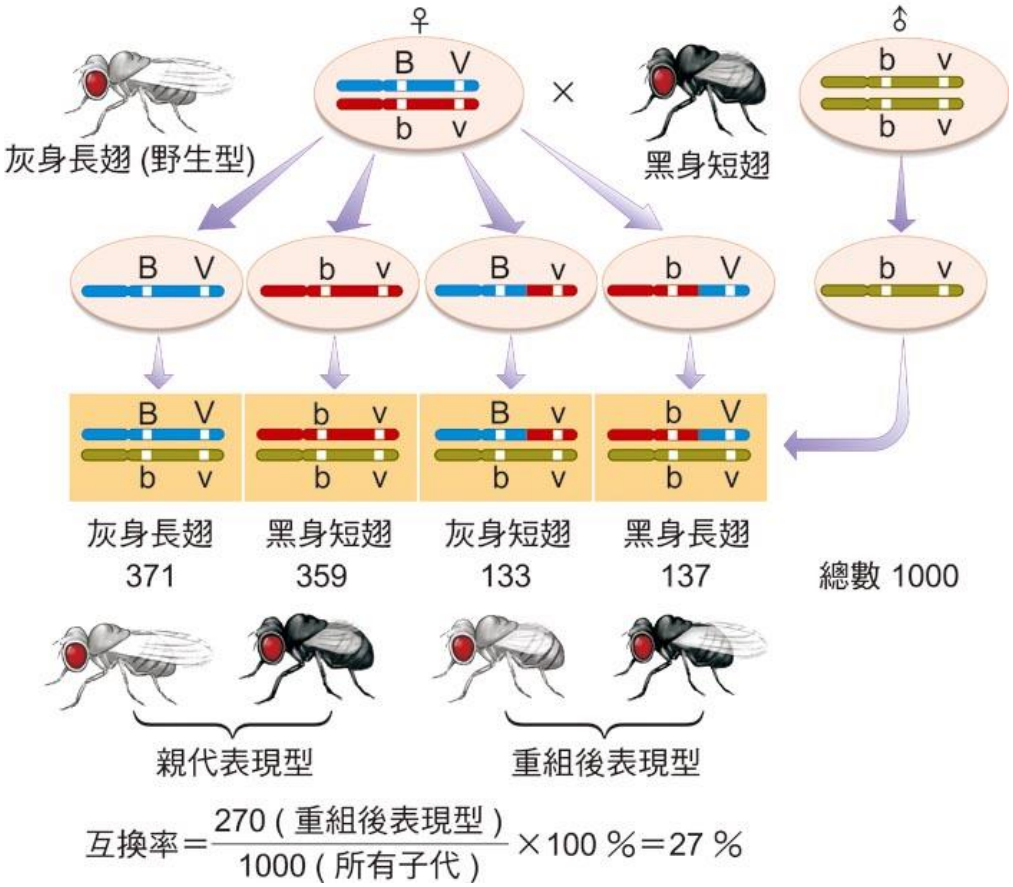


三、推論

1. 控制果蠅體色及翅膀長度的基因位於同一染色體上，在減數分裂時同一條染色體的等位基因會同時分配到同一配子中，無法遵守獨立分配律，此種現象稱為連鎖。
   →連鎖群：同一條染色體上的所有基因，連鎖群數目即為單套染色體數目
   如：人有 23 個連鎖群、果蠅有 4 個連鎖群

2. 減數分裂聯會，同源染色體配對時部份同源染色體間發生片段互換，使連鎖的等位基因分離而產生互換型配子。
   a. 可於第一次減數分裂前期觀察到染色體交叉的現象，證明互換的發生。
   b. 互換率（重組率）$=\frac{\text{發生互換的配子數}}{\text{所有的配子數}}$ X 100%
   $=\frac{\text{發生互換的表現型子代數}}{\text{所有子代數}}$ X 100%





$$\text{互換率}=\frac{270\,(\text{重組後表現型})}{1000\,(\text{所有子代})}\times 100\,\%=27\,\%$$

※互換
1. 第一子代產生的互換型配子較少、親代型配子較多。
2. 生殖母細胞發生互換時，其產生的配子一半為互換型、一半為親代型。
   →若所有生殖母細胞均發生互換，則互換率最高為 50%
3. 互換率與染色體上基因的距離呈正相關。
   a. 兩基因距離越遠，發生互換的機率越大。
   b. 可利用試交計算兩基因的互換率。
      →因隱性表徵個體的配子形成仍符合獨立分配律

c. 可利用互換率表示兩個等位基因在染色體上的相對距離，互換率 1%定義為 1 互換單位（釐摩根、分摩根 cM）。

d. 各等位基因在染色體上的相對位置繪製成圖即為染色體圖（基因圖譜）。

