

## 第五章 結論與建議

本研究以國高中生物老師、美術編輯人員、文字編輯人員等共計十三位為研究對象，透過半結構性之訪談來探討圖片的使用對生物老師在遺傳觀念教學上的影響。本章就研究結果提出結論，並對教育工作者以及未來研究方向提出建議。

### 5.1 研究結論

依據研究結果，在圖片有傳達正確訊息的前提下，本研究針對最適合國中生物老師教授遺傳知識之圖解設計的依循原則，以及圖片真實性對國中遺傳單元教學適當性之建議提出結論，分別說明如下：

#### 1. 最適合國中生物老師教授遺傳知識之圖解設計的依循原則：

##### (1) 圖像與文字並重，因此應減少單純再現法、增加註文解釋法的使用：

訪談過程中，生物老師均不斷強調圖像與文字並重的觀念，因為圖片中文字說明的正確性和易讀性，於學習上是相當重要的。在了解圖片意義的方式，多數學生是利用圖像旁的文字說明（圖 5.1-1），因此本研究建議減少使用單純再現法。然而即便有文字輔助，倘若圖片中的文字說明不清楚、用字錯誤，則學生很容易對圖片中所要表達的訊息產生另有概念，因此文字說明的內容必須經過嚴謹的考慮與編寫。

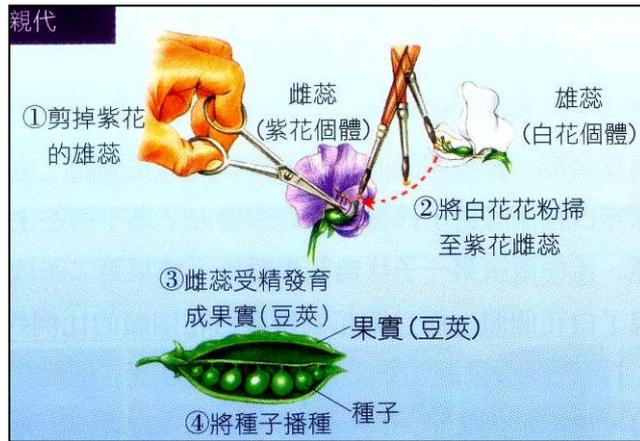


圖 5.1-1 孟德爾的豌豆交配實驗過程（局部）

資料來源：國民中學自然與生活科技一下（p.32），蘇建中，2006，台南市：南一書局。

(2) 不使用象徵說明法：

由於遺傳單元含有大量抽象的概念，因此本研究建議減少象徵說明法的使用，降低學生理解圖片的負擔。

(3) 表現內部物件的構造剖面法：

於孟德爾遺傳實驗時，運用構造剖面法而能輕易地表現花朵與豌豆豆莢的內部構造，有助於學生對於此概念的理解（圖 5.1-1）。

(4) 注重過程變化的系統流程法：

生物老師指出孟德爾遺傳實驗、性別遺傳，以及生物技術時，特別強調系統流程法的重要性，唯有善用此法則才能讓學生以最省力的方式理解該概念（圖 5.1-2）。由於教育部已將生物實驗的單元去除，因此像是果蠅的遺傳實驗，本研究建議採用圖片來表現實驗流程的部分，並且考量使用照片容易有訊息過多、主體不見得容易拍攝等問題，所以降低圖片的複雜度而改以手繪的方式呈現，對生物老師而言會是最佳的授課教材。

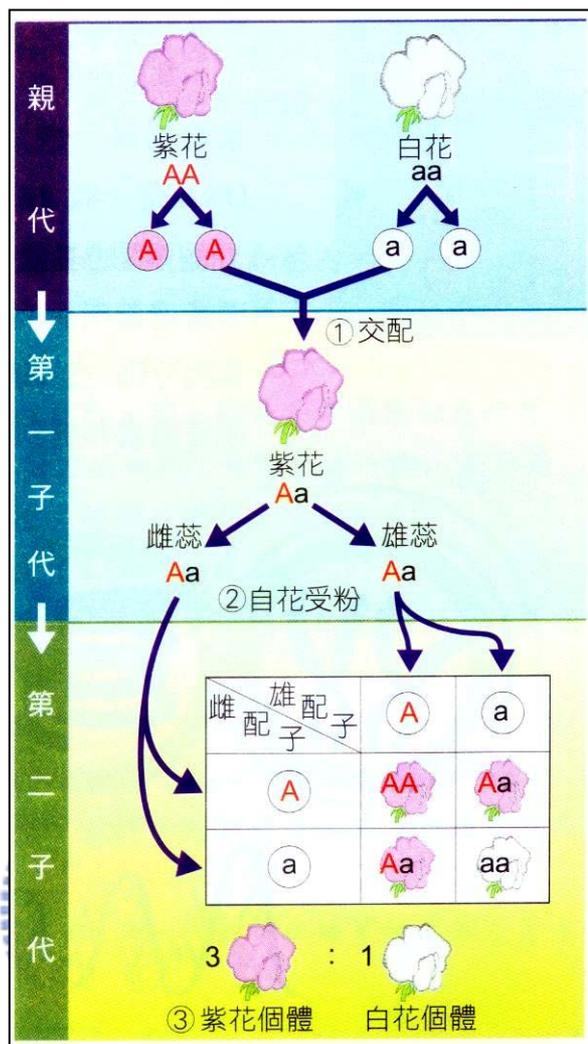


圖 5.1-2 孟德爾對豌豆花色交配結果的解釋

資料來源：國民中學自然與生活科技一下（p.33），蘇建中，2006，台南市：南一書局。

(5) 強調層級架構與分析比較的概念組織法：

在遺傳單元中，生物老師表示學生很需要瞭解層級、架構的部分，因此運用概念組織法的呈現方式，能更具體表示出基因、DNA、染色體等對學生而言相當抽象的物件層級架構（圖 5.1-3）。而概念組織法中的分析、比較呈現手法，運用在性狀遺傳時亦深得生物老師與學生的喜愛，因為其貼近學生生活而能提高學習的動機，並能輕易地傳達性狀的顯隱性關係（圖 5.1-4），讓學生在最短的時間內就瞭解不同性狀的樣貌。

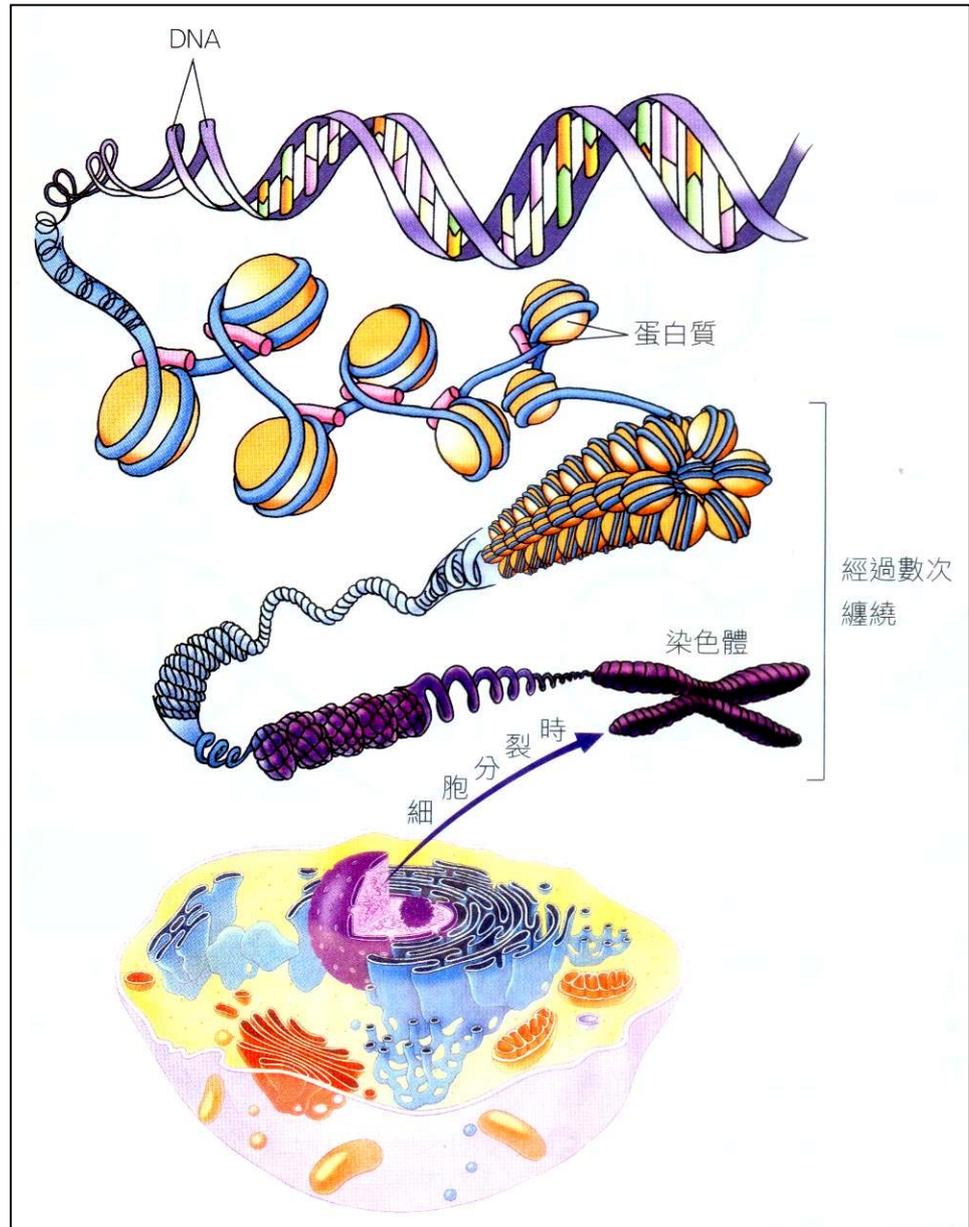


圖 5.1-3 染色體結構示意圖

資料來源：國民中學自然與生活科技一下 (p.29)，康軒文教，2006，台北縣：康軒文教。

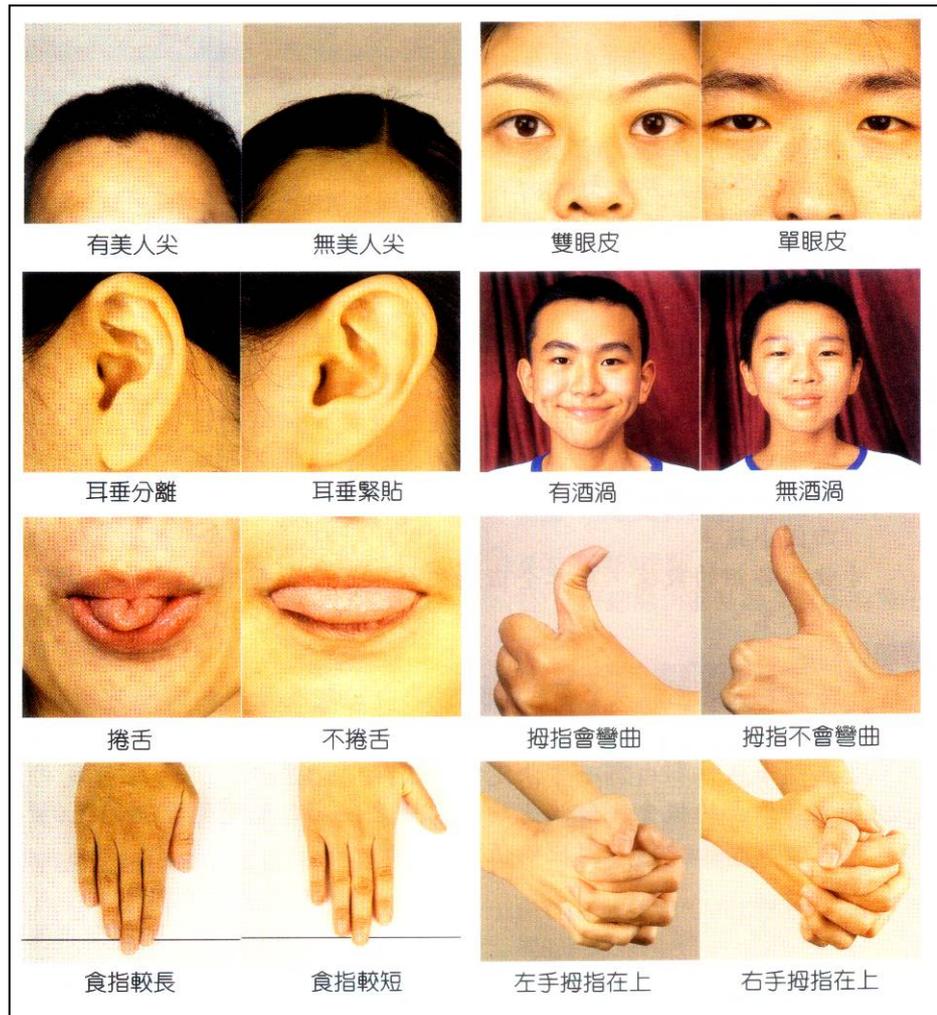


圖 5.1-4 個體間的性狀差異

資料來源：國民中學自然與生活科技一下（p.35），陳炳亨，2006，台南市：翰林。

(6) 概念組織法與圖示強調法的綜合運用：

說明細胞核、染色體、DNA、基因彼此間的層級架構與相對的大小關係時，結合概念組織法與圖示強調法的呈現方式，有助於學生對於此概念的理解（圖 5.1-5）。

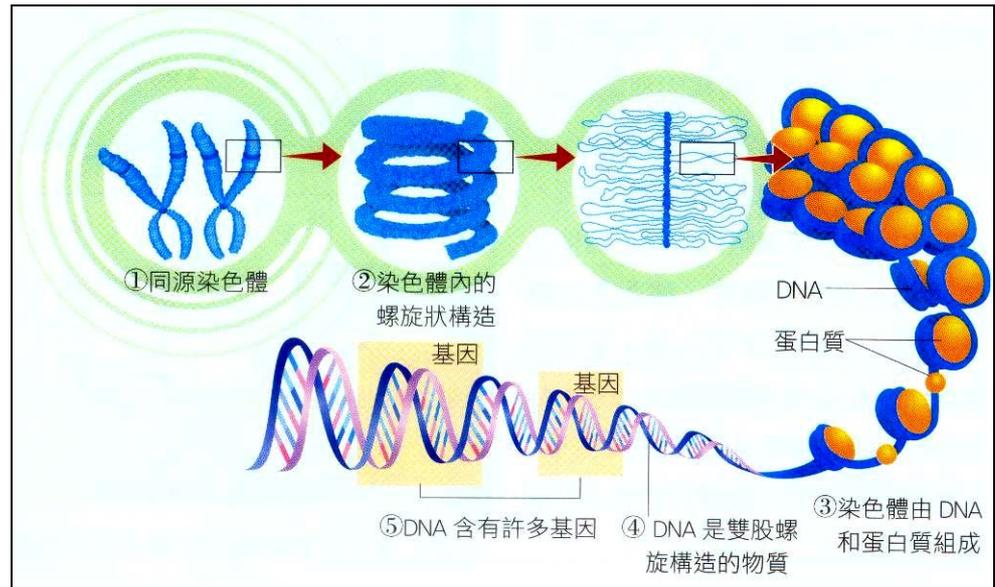


圖 5.1-5 染色體的結構示意圖

資料來源：國民中學自然與生活科技一下（p.34），蘇建中，2006，台南市：南一書局。

(7) 圖文並茂且色彩搭配得宜的圖表架構法：

訪談過程中，生物老師對於純文字的圖表（表 5.1-1）均不滿意，因此本研究建議在文字旁加入相對應的圖像，以及在表格區塊的區分方式，應考慮色彩搭配上是否顏色鮮明、對比強烈等問題，如此才能吸引學生。好比教授性狀遺傳概念時，各教科書均以圖表為教材的主要呈現方式，但圖文並茂且色彩搭配得宜的圖表，才是生物老師最喜歡使用的教材（圖 5.1-6）。

表 5.1-1 人類舌捲曲之基因型及性狀的表現型

基因型	性狀的表現型
AA	顯性特徵 (舌能捲曲)
Aa	顯性特徵 (舌能捲曲)
aa	隱性特徵 (舌不能捲曲)

資料來源：國民中學自然與生活科技一下 (p.38)，蘇建中，2006，台南市：南一書局。

性狀	顯性	隱性
美人尖	 有美人尖	 無美人尖
上眼瞼的皺褶	 雙眼皮	 單眼皮
耳垂位置	 耳垂與臉頰分離	 耳垂與臉頰緊貼

圖 5.1-6 常見八種性狀

資料來源：國民中學自然與生活科技一下 (p.34)，康軒文教，2006，台北縣：康軒文教。

2. 圖片真實性對國中遺傳單元教學適當性之建議：

(1) 不同的概念採用不同真實程度的圖片：

生物老師指出不同的概念需要不同真實性程度的圖片。以基因與染色體的概念來說，如果一開始就給學生看真的照片，往往學生仍不清楚染色體的長相、結構，以及在細胞中的大小關係，而這些觀念，使用簡化的概念組織法圖片，反而就能輕易地讓學生瞭解（圖 5.1-3）。至於性狀遺傳的概念，因為包含具有真實且日常生活中較易觀察到的圖像，本研究建議採用真實的照片，如此才會具有說服力，也能提升學習的動機（圖 5.1-4）。

(2) 不同真實程度的圖片交叉使用：

本研究建議教科書中的圖片，最好能夠將真實照片與簡化過的圖片並排呈現，以方便老師教學時的講解，也讓學生將不同真實程度的圖像，透過相互對照的方式，而更容易瞭解與學習。以基因與染色體的概念來說，一開始先使用簡化的概念組織法圖片，便能讓學生瞭解初步的概念，之後再呈現真實的照片，就可使學生完全清楚這個概念底下所要傳達的正確訊息（圖 5.1-7）。

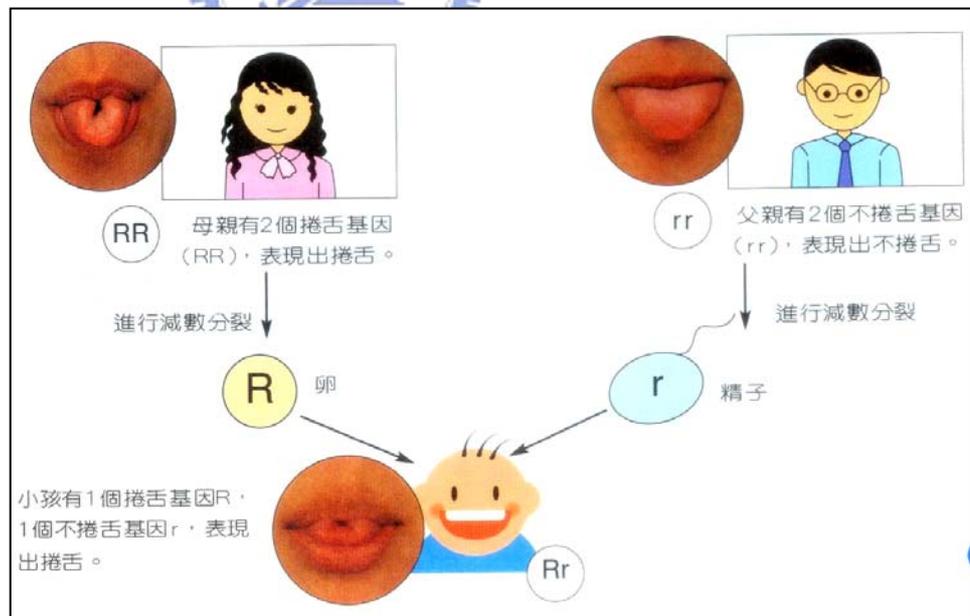


圖 5.1-7 捲舌性狀的遺傳過程

資料來源：國民中學自然與生活科技一下（p.37），徐煙鳳，2006，台北縣：育成書局。

(3) 貼近生活者，以真實的圖像為主：

教授遺傳疾病與性狀遺傳這些重點單一且具有真實物件，並在日常生活中較易觀察到的概念，本研究建議採用真實的照片，如此才會具有說服力，學生也會產生較強烈的學習動機（圖 5.1-4）。

(4) 抽象概念者，以簡化的圖像為主：

教授性別遺傳、基因與染色體這類不易解說、較為抽象的概念時，本研究建議採用簡化的圖片而非真實照片，藉由去除過多不必要的訊息，降低學生的學習障礙（圖 5.1-8）。

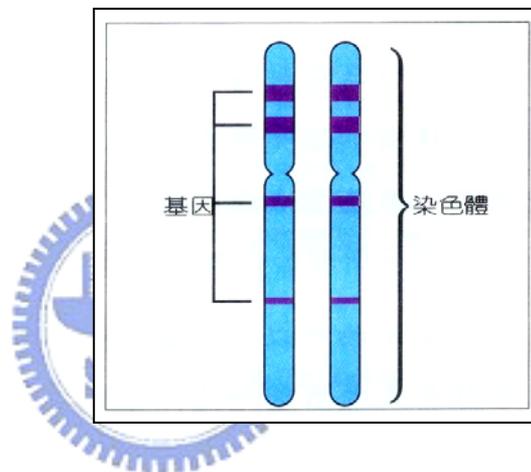


圖 5.1-8 染色體與基因的示意圖

資料來源：國民中學自然與生活科技一下（p.31），徐煙鳳，2006，台北縣：育成書局。

(5) 依學生的理解能力改變圖片的真實程度：

雖然生物學科強調圖片應盡量貼近真實，但也會因為表達方式的考量，而改變真實程度。遺傳單元中就包含非常抽象的概念，而國中這個年齡層的小孩對於抽象概念的理解能力仍嫌不足，因此圖片不可簡化至太抽象，但太過複雜、傳遞訊息太多的圖片，仍有以簡化圖片替代的必要。好比基因在染色體上的表達方式，若採用真實的照片，學生會因為過於複雜的圖像而更不清楚正確的概念，此時若使用簡化的圖片，反而能讓學生更容易瞭解（圖 5.1-8）。

此外，圖片教材的目的是爲了增進學習的輕鬆度，也就是要考慮學生在沒有生物老師教導的情況下，是否自行觀看便能理解爲主，所以本研究建議單張圖片裡，當存在由具象轉變至抽象的部分時，中間的差距不宜過大，畢竟不是每個學生的認知能力都一樣好，太過複雜、不易理解的圖片都不適當。

## 5.2 後續研究建議

本研究僅是針對目前的遺傳單元圖片教材做初步的探討，但老師教授遺傳知識的方式，以及學生學習的模式與情形皆非常複雜，且諸如教學環境與各學校不盡相同的發展方向等外在的影響因素更是難以控制。因此，研究者在檢討本研究過程中的得失後，對於未來研究有以下之建議：

### 1. 進行參與式的觀察：

由於本研究主要以半結構式訪談，來瞭解生物老師與設計師在過去工作經驗中對於圖片教材之看法，而未進行參與式觀察，全盤收集生物老師與設計師平時工作時實際遇到的狀況，因此無法針對圖片教材的製作與使用過程進行更深入且完整之探討。建議以後之研究者，可實際參與生物老師平日的授課情形、設計師進行圖片設計時的實例，以及生物老師與設計師溝通時的案例分析，必定能對圖片教材的製作方式與使用過程有更深入且完整之瞭解。

### 2. 運用多元角度的探討：

影響圖片是否適合用於老師教學之因素相當複雜。本研究僅能獲得生物老師使用圖片與設計師編輯圖片的情形。如能從更多元的角度探討，好比老師教授遺傳知識的方式，以及學生學習的模式與對於教科書的觀點等，將會更瞭解圖片應用於生物知識之教與學的過程，並能進一步作爲改善教科書設

計的重要參考依據。

3. 探究其他的視覺化教材：

生物學是非常需要「視覺化」的學科。本研究即是對目前的生物圖片教材作初步的研究。未來應再針對其他的視覺化教材進行深入的探究，以期透過設計師的能力，創造出更適合生物老師教學，同時也能提高學生學習動機與學習成效的視覺化教材，為人們的下一代盡份心力。

