

第四章 研究結果與分析

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，以期在圖片有傳達正確訊息的前提下，瞭解最適合生物老師教授遺傳知識之圖解設計法則的運用，以及圖片的真實性對國中遺傳單元教學適當性之建議。

本研究結果由以下五節逐一說明：4.1 國中自然與生活科技教科書之圖片分析；4.2 圖解設計類型分析；4.3 圖片真實性分析；4.4 遺傳單元教學分析；4.5 教科書編輯分析。



4.1 國中自然與生活科技教科書之圖片分析

訪談過程中，無論是生物老師、美術編輯人員，抑或是文字編輯人員，對教科書中的圖片能輔助老師教學與支持學生學習，皆抱以肯定的看法，表示圖片能讓學生覺得有趣，因而增進學習者的學習動機，同時圖片能加深學生學習印象，將有助於提升學習者的學習成效，李美滿（2002）更指出自然類組的學生更重視圖片對生物學習的影響。因此，本研究於階段二中，首先就針對現行的五版國中自然與生活科技教科書進行圖片使用比例之調查與統計，以證明圖片在生物教學上的重要性。統計的範圍包含所有教科書有編碼的圖片、夾頁圖片、實驗（活動）圖片；教科書中未編碼者，則以性質類似者視為一張圖片。

表 4.1-1、表 4.1-2 為國中自然與生活科技教科書 94 學年度上、下學期中，僅限「生物」而不包含「生活科技」範圍之圖片使用的比例，並依照比例高低做排序。其中可得知各版教科書於上冊中所使用的圖片比例，總平均每頁有 1.34 張；下冊中所使用的圖片比例，總平均每頁有 1.46 張。

表 4.1-1 自然與生活科技上冊之圖片使用比例

教科書版本	圖數	頁數	比例 (圖數/頁數)	總平均
康軒	211	112	188.39%	134.15%
翰林	194	130	149.23%	
南一	158	128	123.44%	
育成	143	136	105.15%	
部編	161	154	104.55%	

表 4.1-2 自然與生活科技下冊之圖片使用比例

教科書版本	圖數	頁數	比例 (圖數/頁數)	總平均
翰林	213	130	163.85%	146.37%
南一	211	132	159.85%	
康軒	179	116	154.31%	
育成	201	157	128.03%	
部編	78	62	125.81%	

表 4.1-3 為國中自然與生活科技教科書 94 學年度之遺傳單元中圖片使用的比例，並依照比例高低做排序。其中可得知各版教科書於遺傳單元中所使用的圖片比例，每頁至少有 0.77 張以上的圖片，甚至每頁有高達 1.50 張的圖片。

表 4.1-3 遺傳單元之圖片使用比例

教科書版本	圖數	頁數	比例 (圖數/頁數)	總平均
康軒	30	20	150.00%	112.91%
翰林	21	16	131.25%	
南一	24	20	120.00%	
部編	19	22	86.36%	
育成	20	26	76.92%	

教科書是老師平時授課時一定會使用的教材，也是學生主要學習新知的方式。由表 4.1-1、表 4.1-2 與表 4.1-3 可知現行的自然與生活科技教科書，平均每頁使用超過一張以上的圖片，並且出版社方面也表示圖片的需求有逐年增加的趨勢。此外，教學年資達二十五年的李老師更強調選擇教科書版本的重要依據，就是該版教科書的圖片是否豐富。這些都證明圖片在教授與學習生物相關知識時，佔有非常重要的地位。

4.2 圖解設計類型分析

所謂「圖解設計法則」的歸類方式，並非為圖片做類別上的區分，而是探討其圖解設計運用了哪幾種方法，如此能避免圖片分類的不易，也更容易做圖片的探討。底下將針對圖解設計類型進行分析：

1. 圖解設計法則之融合與改善：

本研究參照陳黎枚（2003）所制訂之圖解設計法則，其融合多位學者所

提出之圖解設計類型，諸如 Levin (1982) 所提出之插圖五類論、杉山久仁彥 (1991) 提出之圖解種類，以及王秀如與陳俊宏 (1996) 提出之各式圖表分類。由於陳黎枚是以國小自然科學教科書之圖片作為訂定圖解設計類型的依據，而本研究是以國中遺傳單元為探討範疇，因此研究者先以該圖解設計法則為依據，評判國中自然與生活科技教科書中所使用的圖片，而後與第一位研究助理進行討論，檢驗此八種圖解設計法則的合適性，並針對不易評斷之圖片提出操作型定義的改善方向，以歸納共同認可之判定準則，修正出適合探討現行國中自然與生活科技教科書的圖解設計法則。圖 4.2-1 為各學者所提出之圖解設計類型的相關連性：

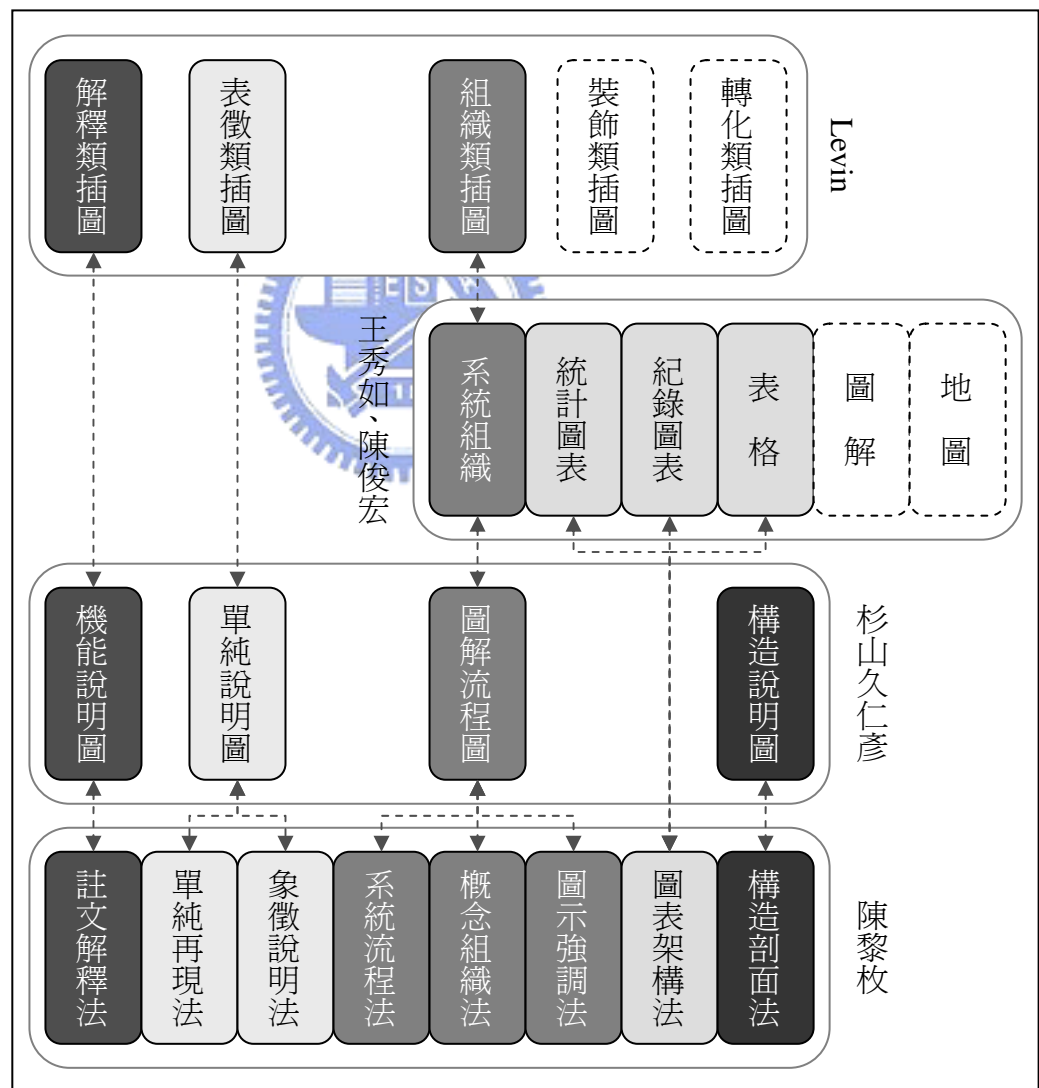


圖 4.2-1 各學者之圖解設計類型相關圖

2. 八種圖解設計法則：

底下介紹本研究所改善之單純再現法、象徵說明法、構造剖面法、系統流程法、概念組織法、圖示強調法、註文解釋法、圖表架構法等八種圖解設計法則：

(1) 單純再現法：

表 4.2-1 為單純再現法之改善前後的定義差距：

表 4.2-1 單純再現法之定義比較

陳黎枚 之原定義	繪製或照片之圖片。與所欲傳達之物體真實且具體地具有模仿上之相似特徵。此法之特色在於僅單純以繪製或照片表現，不具任何文字或附圖的解釋。
本研究 改善之定義	繪製或照片之圖片。與所欲傳達之物體真實且具體地具有模仿上之相似特徵。此法之特色在於僅單純以繪製或照片表現，不具任何文字或附圖的解釋。所以只要該圖片有使用其他七種法則的任一種時，則該圖片便不屬於單純再現法。如圖 4.2-2 就僅單純呈現孟德爾的人物肖像，而無其他附加說明。

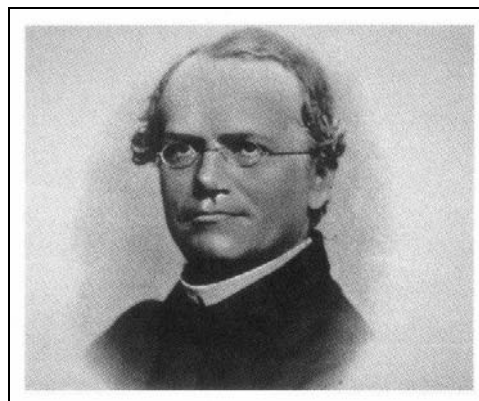


圖 4.2-2 遺傳學之父孟德爾

資料來源：國民中學自然與生活科技一上 (p.168)，國立教育研究院籌備處，2006，
台南市：國立教育研究院。

(2) 象徵說明法：

表 4.2-2 為象徵說明法之改善前後的定義差距：

表 4.2-2 象徵說明法之定義比較

<p>陳黎枚 之原定義</p>	<p>以類推、譬喻的方式，將學習者所能接受之具象形體（切合過往學習經驗），以圖解方式做出最適切的表達。</p>
<p>本研究 改善之定義</p>	<p>以類推、譬喻的方式，將學習者所能接受之具象形體（切合過往學習經驗），以圖解方式做出最適切的表達。如圖 4.2-3 以日常用品的功能譬喻人身體各部位的功能；或者應用最常見之符號、幾何圖形，以其意義說明，如圖 4.2-4 以反折的箭頭象徵大氣的反射（圈形者為該圖解設計法之特徵處），以及圖 4.2-5 將橢圓形象徵卵子，而橢圓形加上曲線象徵為精子。</p>



圖 4.2-3 身體各部份的功能圖

資料來源：國小自然科學教科書圖解設計類型之研究（p.29），陳黎枚，2003，雲林縣。

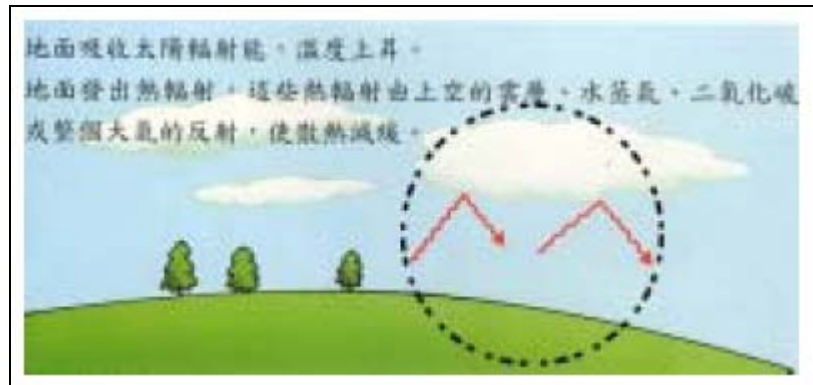


圖 4.2-4 大氣的反射圖

資料來源：國小自然科學教科書圖解設計類型之研究 (p.29)，陳黎枚，2003，雲林縣。

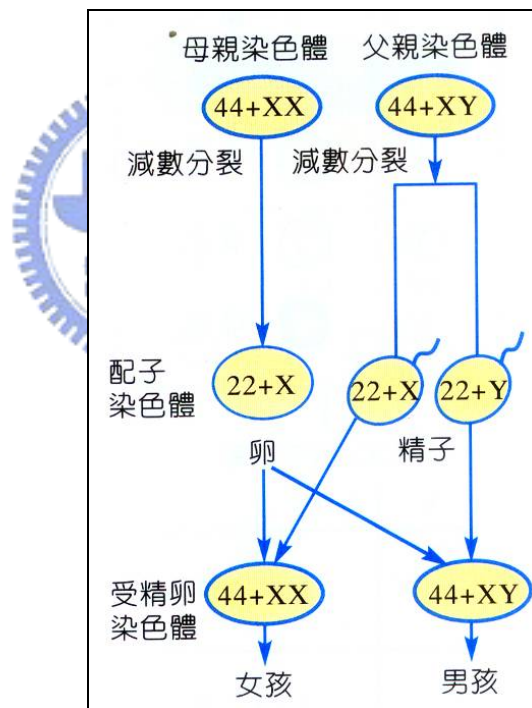


圖 4.2-5 人類的性別決定於親代配子的結合

資料來源：國民中學自然與生活科技一下 (p.28)，陳炳亨，2006，台南市：翰林。

(3) 構造剖面法：

表 4.2-3 為構造剖面法之改善前後的定義差距：

表 4.2-3 構造剖面法之定義比較

陳黎枚 之原定義	以剖面的形式表現隱藏性之內部構造。
本研究 改善之定義	以剖面的形式表現隱藏性之內部構造(圖 4.2-6 與圖 4.2-7)。若圖片中未表現出揭露被隱藏之內部構造時，則不屬於構造剖面法(圖 4.2-8)。

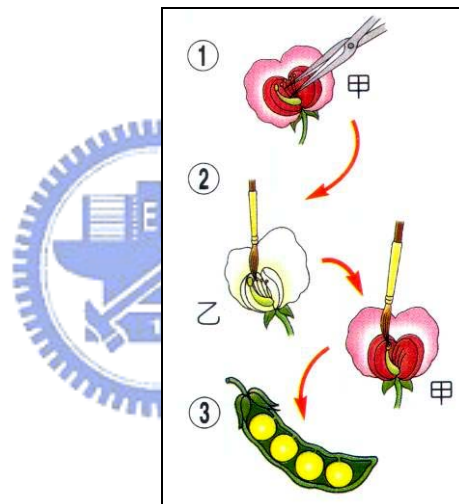


圖 4.2-6 豌豆實驗

資料來源：國民中學自然與生活科技一下 (p.25)，陳炳亨，2006，台南市：翰林。

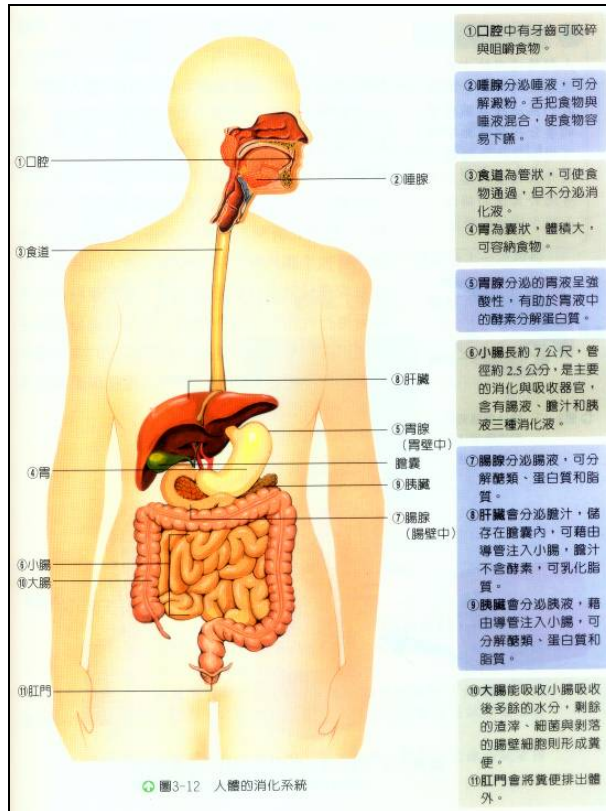


圖 4.2-7 人體的消化系統

資料來源：國民中學自然與生活科技一上（p.65），陳炳亨，2006，台南市：翰林。

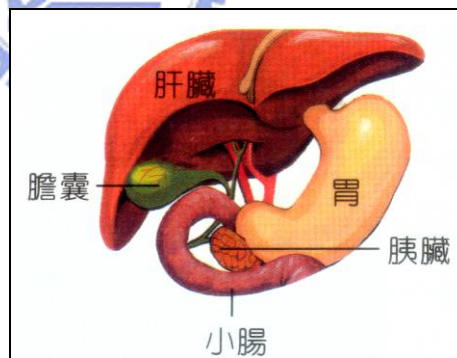


圖 4.2-8 膽汁與胰液可經由導管注入小腸的上端

資料來源：國民中學自然與生活科技一上（p.66），陳炳亨，2006，台南市：翰林。

(4) 系統流程法：

表 4.2-4 為系統流程法之改善前後的定義差距：

表 4.2-4 系統流程法之定義比較

<p>陳黎枚 之原定義</p>	<p>將生物生長、事件始末或製造物品等過程，以編排方式「由左至右、由上至下」等具順序性，或者以數字或箭頭等符號，表示期間形態的變化。</p>
<p>本研究 改善之定義</p>	<p>將生物生長、事件始末或製造物品等過程，以編排方式具順序性，或者以數字、箭頭、其他符號或幾何圖形，表示期間形態的變化。如圖 4.2-9 說明精子與卵子產生至結合的整個過程。</p>

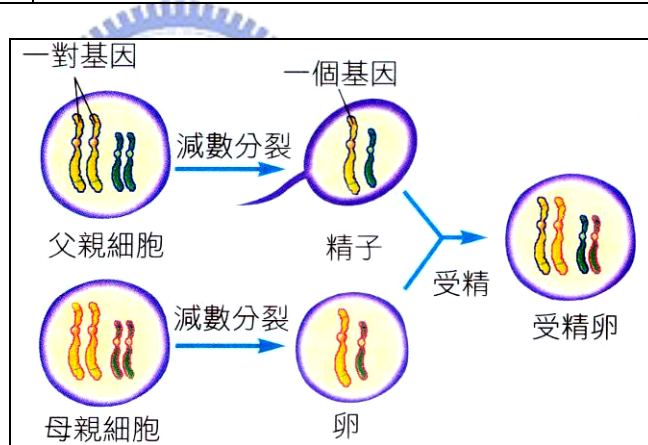


圖 4.2-9 精卵結合過程

資料來源：國民中學自然與生活科技一下 (p.46)，康軒文教，2006，台北縣：康軒文教。

(5) 概念組織法：

表 4.2-5 為概念組織法之改善前後的定義差距：

表 4.2-5 概念組織法之定義比較

<p>陳黎枚 之原定義</p>	<p>使用樹狀分枝樣式，標示某一範疇中，所包括各個概念之間的順序關係或是概念間的關聯性。而概念組織法主要是將資訊進行分門別類。</p>
<p>本研究 改善之定義</p>	<p>主要表現手法為將資訊進行分門別類，因此只要是將訊息進行分類者（圖 4.2-10），就算是概念組織法。或是使用樹狀分枝樣式，標示某一範疇中，所包括各個概念之間的順序關係或是概念間的關聯性。另外，將兩物件作分析比較時，亦屬於概念組織法（圖 4.2-11）。</p>

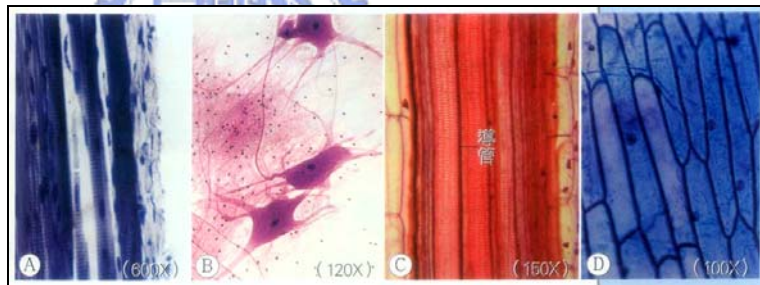


圖 4.2-10 各種細胞

資料來源：國民中學自然與生活科技一上（p.15），蘇建中，2006，台南市：南一書局。



圖 4.2-11 基因改造木瓜（左）和普通木瓜（右）的比較

資料來源：國民中學自然與生活科技一上（p.183），國立教育研究院籌備處，2006，台南市：國立教育研究院。

(6) 圖示強調法：

表 4.2-6 為圖示強調法之改善前後的定義差距：

表 4.2-6 圖示強調法之定義比較

<p>陳黎枚 之原定義</p>	<p>以強調的方法，突顯圖解設計中所欲加強說明的部份，使關係更明顯；或者以加圖的做法說明某一主體的細部形態。</p>
<p>本研究 改善之定義</p>	<p>以強調的方法，突顯圖解設計中所欲加強說明的部份，使關係更明顯；或者以加圖的做法說明某一主體的細部形態。另外，僅以「符號」（如箭頭、線條、外框）在原圖上作強調，而未另外加圖者，亦屬於圖示強調法。圖 4.2-12 採用加圖的方式突顯所欲說明的部分，亦有使用外框與橢圓形符號作為強調。</p>

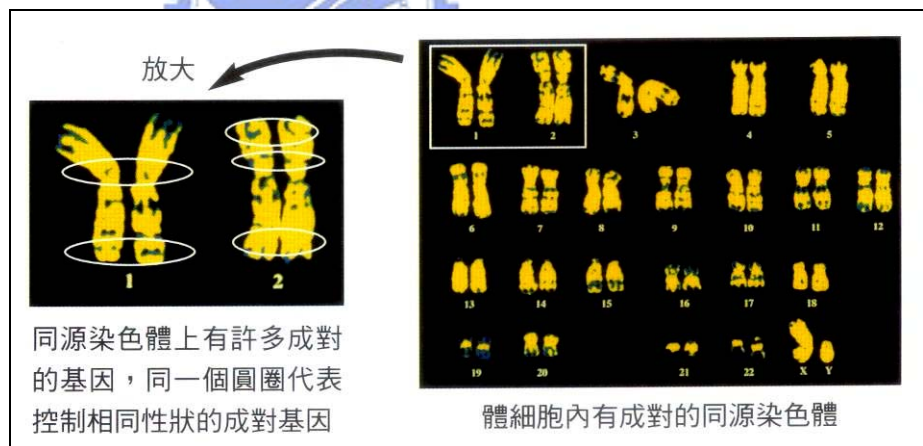


圖 4.2-12 染色體上的基因

資料來源：國民中學自然與生活科技一上 (p.171)，國立教育研究院籌備處，2006，

台南市：國立教育研究院。

(7) 註文解釋法：

表 4.2-7 為註文解釋法之改善前後的定義差距：

表 4.2-7 註文解釋法之定義比較

<p>陳黎枚 之原定義</p>	<p>此法的特色在於使用文字加以說明欲解釋的部份，也就是將物體中各個組成部份以文字加註。此法以圖中之文字訊息與圖具有關聯性為主。</p>
<p>本研究 改善之定義</p>	<p>此法的特色在於使用文字加以說明欲解釋的部份，也就是將圖片中各個組成部份以文字加註，且圖中之文字訊息與圖像本身具有關聯性為主，如圖 4.2-13 即以文字說明染色體與基因的關係。此外，「數字」的使用亦包含在註文解釋法的範疇下，如圖 4.2-14 即用數字來為染色體編碼。</p> <p>另外，圖片中的文字或數字若不具備其重要性時，則不歸類在註文解釋法裡，如圖 4.2-15 於圖片的右下角註明顯微鏡的放大倍率（980X），但此數值並非為該圖片討論的重點，則可忽略此一數值，也就是不歸類在註文解釋法裡。還有，圖片名稱與圖片子名稱亦不屬於註文解釋法的範疇。</p>

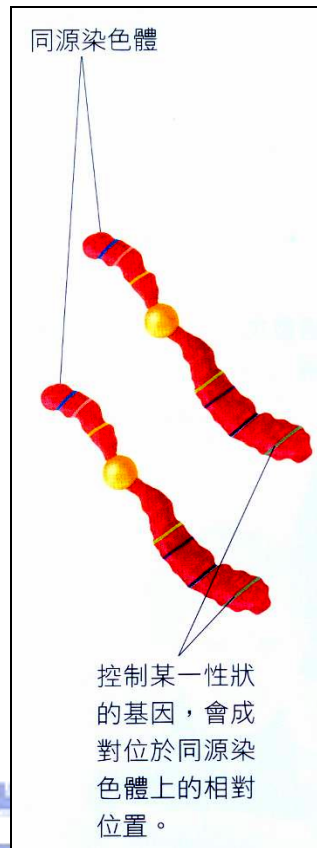


圖 4.2-13 染色體與基因示意圖

資料來源：國民中學自然與生活科技一下（p.30），康軒文教，2006，台北縣：康軒文教。

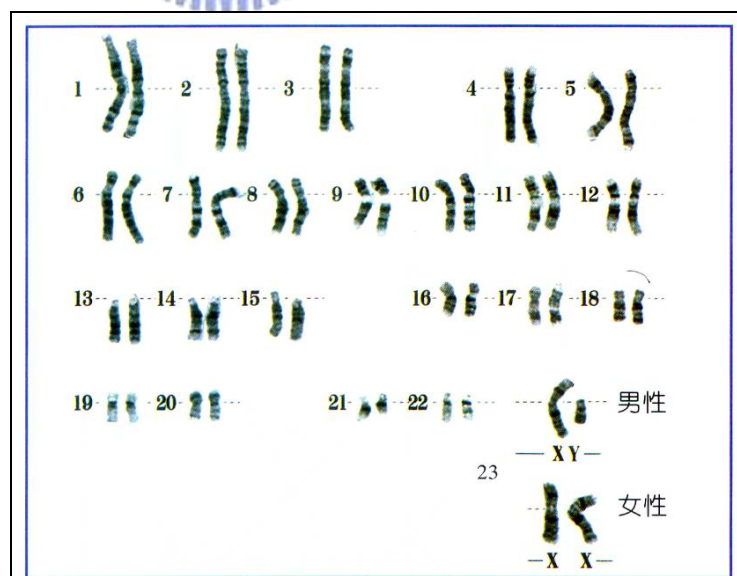


圖 4.2-14 人類男性及女性染色體的區別

資料來源：國民中學自然與生活科技一下（p.28），陳炳亨，2006，台南市：翰林。

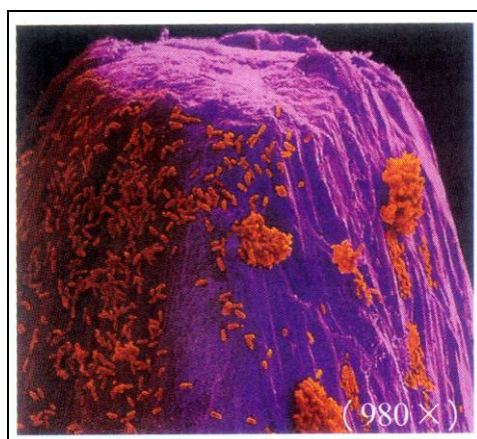


圖 4.2-15 針頭上的細菌

資料來源：國民中學自然與生活科技一下（p.75），蘇建中，2006，台南市：南一書局。

(8) 圖表架構法：

表 4.2-8 為圖表架構法之改善前後的定義差距：

表 4.2-8 圖表架構法之定義比較

<p>陳黎枚 之原定義</p>	<p>此法的特徵在於使用縱軸或橫軸的方式為其基礎架構的表格，或是運用條圖、面積圖、記錄圖表、統計圖表、表格等包含各式表格的方式。圖表架構法的使用並不會有單一使用之機會，必須搭配其他圖解設計法，而最常見一起使用者為註文解釋法。</p>
<p>本研究 改善之定義</p>	<p>此法的特徵在於使用縱軸或橫軸的方式為其基礎架構的表格，或是運用長條圖、面積圖、記錄圖表、統計圖表、表格等包含各式表格的方式（圖 4.2-16）。而若圖表中的文字或數字是作為構成圖表本身架構，而非另外解釋、說明者，則該圖僅能稱為有使用圖表架構法，而無註文解釋法（表 4.2-9）。</p>

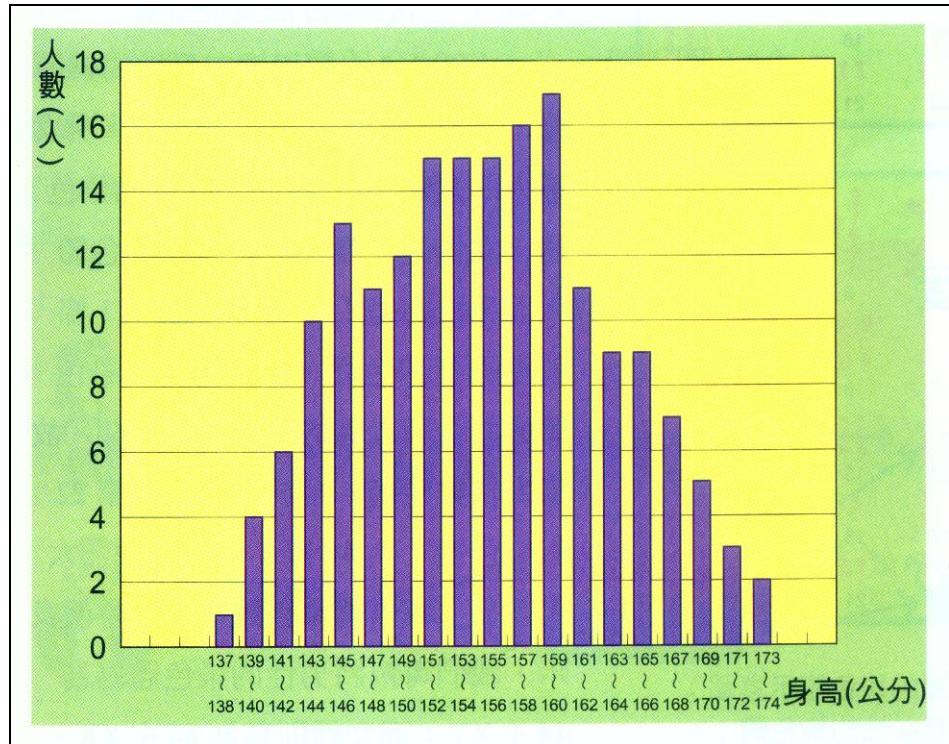


圖 4.2-16 西元 2002 年某國中一年級男生身高分佈圖

資料來源：國民中學自然與生活科技一下 (p.39)，蘇建中，2006，台南市：南一書局。

表 4.2-9 人類的 ABO 血型遺傳

血型	基因型	
A 型	$I^A I^A$	$I^A i$
B 型	$I^B I^B$	$I^B i$
AB 型	$I^A I^B$	
O 型	ii	

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。

3. 各版教科書之圖解設計法則統計：

國中自然與生活科技教科書 94 學年度之遺傳單元中，以教科書中有編碼的圖片為主，則各版教科書的單元總圖數分別為表 4.2-10 所示：

表 4.2-10 各版教科書之單元總圖數（遺傳單元）

遺傳單元	育成	南一	康軒	部編	翰林
單元總圖數	17	7	11	13	12

統計各版教科書之遺傳單元所使用的圖解設計法則，則得到表 4.2-11 與表 4.2-12 之結果。其中可知在遺傳單元中，各版教科書均強調註文解釋法之運用，所使用的比例為五成左右，此與生物老師強調圖文並重且缺一不可之理念相呼應。其次，生物老師指出最適合表達遺傳單元之抽象概念的系統流程法與概念組織法，各版教科書也同樣有強調，但在使用的比例上仍顯不足。

表 4.2-11 各版教科書之圖解設計法圖數統計（遺傳單元）

圖解設計法	育成	南一	康軒	部編	翰林
單純再現法	5	0	3	3	2
象徵說明法	2	1	2	1	2
構造剖面法	0	1	1	1	1
系統流程法	6	3	4	5	4
概念組織法	3	5	1	4	2
圖示強調法	2	2	3	3	3
註文解釋法	9	6	8	7	10
圖表架構法	0	4	0	2	2

表 4.2-12 各版教科書之圖解設計法比例（圖數／單元總圖數）（遺傳單元）

圖解設計法	育成	南一	康軒	部編	翰林
單純再現法	29.41%	0.00%	27.27%	17.65%	16.67%
象徵說明法	11.76%	14.29%	18.18%	5.88%	16.67%
構造剖面法	0.00%	14.29%	9.09%	5.88%	8.33%
系統流程法	35.29%	42.86%	36.36%	29.41%	33.33%
概念組織法	17.65%	71.43%	9.09%	23.53%	16.67%
圖示強調法	11.76%	28.57%	27.27%	17.65%	25.00%
註文解釋法	52.94%	85.71%	72.73%	41.18%	83.33%
圖表架構法	0.00%	57.14%	0.00%	11.76%	16.67%

4. 複合信度分析：

經研究者與第一位研究助理進行討論，檢驗此八種圖解設計法則的合適性，並針對不易評斷之圖片提出操作型定義的改善方向，以歸納共同認可之判定準則，修正出適合探討現行國中自然與生活科技教科書的圖解設計法則後，隨即將修正後的評判準則交由未參與討論的第二位研究助理進行遺傳單元中圖解設計類型的判定，作為本研究之驗證動作。而經由複合信度公式計算所得之結果分別為表 4.2-13 所示：

表 4.2-13 各版教科書之圖解設計類型的複合信度分析（遺傳單元）

研究信度	育成	南一	康軒	部編	翰林
平均相互同意度	0.93	0.82	0.95	0.93	0.95
複合信度	0.96	0.90	0.98	0.96	0.97

由表 4.2-12 可得知各版教科書之複合信度值為：育成版 0.96、南一版 0.90、康軒版 0.98、部編版 0.96、翰林版 0.97，各版皆大於 0.9。

信度值要多高才合乎信度？在各研究裡，並沒有公認的答案。格柏那之文化指標的設立是以 0.80 為信度值標準，如果信度值介於 0.67 至 0.80 之間，下結論就要格外小心，不可斬釘截鐵，過於武斷（閻瑞彥等，2003）。本研究根據複合信度公式所計算出來的信度值大於 0.9，已達信度值標準，說明

本研究之圖解設計類型統計結果為可信。

5. 生物老師教授遺傳觀念時針對圖解設計法則的實際使用情形：

受訪之生物老師依照圖解設計法則的各個特性，說明教授遺傳單元時會運用這些法則於以下之概念：

(1) 單純再現法：

生物老師指出遺傳單元包含許多抽象概念的部分，因此較少只以單純照片或插畫的方式呈現，也不建議只有圖像而無文字說明的圖片作為上課教材。許老師表示目前就只有使用於染色體的顯微攝影照片（圖 4.2-17），目的在於讓學生明白染色體的實際樣貌。

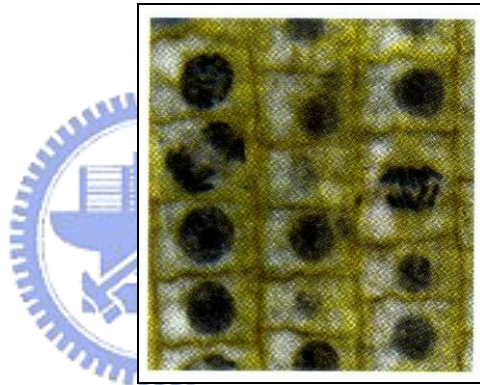


圖 4.2-17 洋蔥根尖的切片標本（放大 500 倍）

資料來源：國民中學自然與生活科技一下（p.36），徐煙鳳，2006，台北縣：育成書局。

(2) 象徵說明法：

教授遺傳單元時並不適合使用這種法則。許老師指出由於遺傳單元含有大量抽象的概念，因此不會使用象徵說明法，以降低學生理解圖片的負擔。

(3) 構造剖面法：

生物老師教授遺傳單元時較少使用，僅於孟德爾遺傳實驗時，以構造剖面法表示花朵與豌豆豆莢的內部構造（圖 4.2-18）。

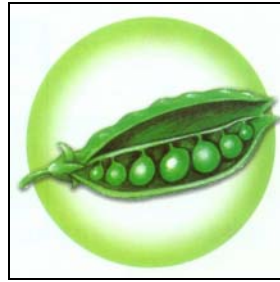


圖 4.2-18 豌豆豆莢之內部構造

資料來源：國民中學自然與生活科技一下（p.31），蘇建中，2006，台南市：南一書局。

(4) 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透過清楚的過程，以最省力的方式理解該概念。如圖 4.2-19，便利用系統流程法使學生容易瞭解桃莉羊的複製過程。

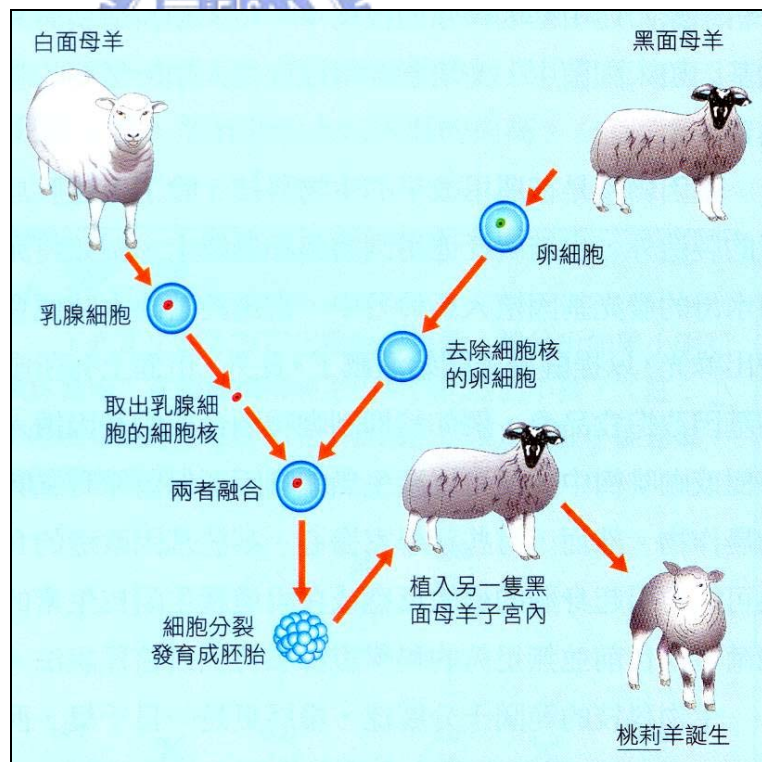


圖 4.2-19 桃莉羊複製過程示意圖

資料來源：國民中學自然與生活科技一下（p.46），蘇建中，2006，台南市：南一書局。

(5) 概念組織法：

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 4.2-20）。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（圖 4.2-21）。

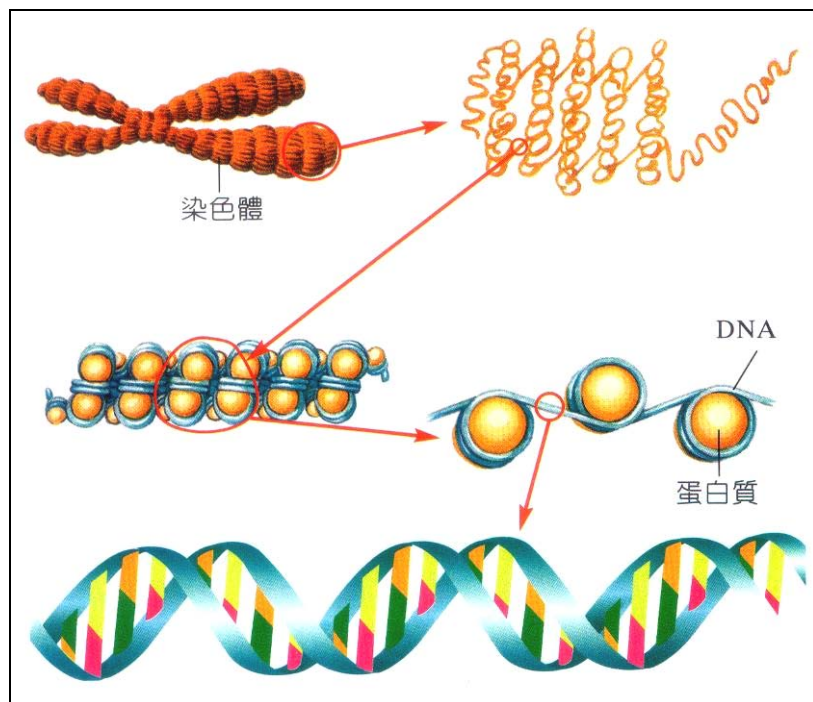


圖 4.2-20 染色體的構造示意圖

資料來源：國民中學自然與生活科技一下（p.26），陳炳亨，2006，台南市：翰林。

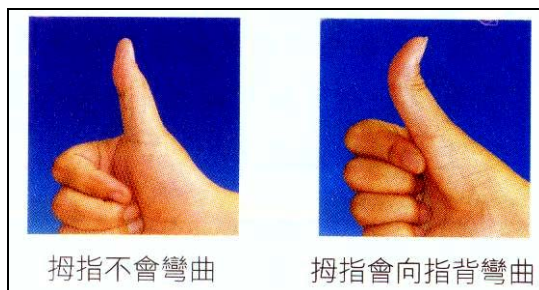


圖 4.2-21 性狀遺傳

資料來源：國民中學自然與生活科技一下（p.37），蘇建中，2006，台南市：南一書局。

(6) 圖示強調法：

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，會以圖示強調法的方式突顯所欲傳達之部位（圖 4.2-22）。

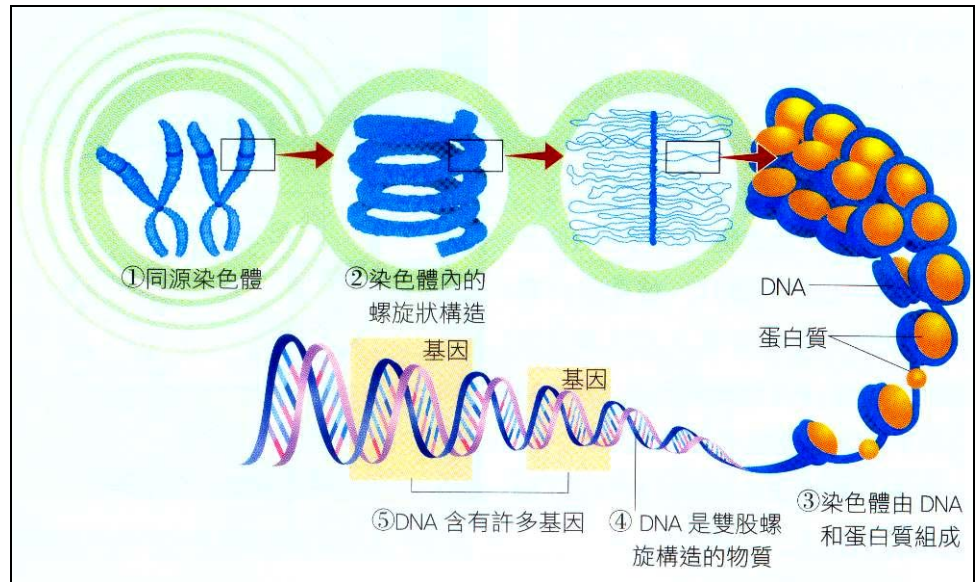


圖 4.2-22 染色體的結構示意圖

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) 註文解釋法：

遺傳單元下的各個概念都非常需要，尤其是教授基因、DNA、染色體時，就需要附加文字來說明各物件的位置與彼此之間的關係（圖 4.2-22）。

(8) 圖表架構法：

教授遺傳疾病、血型遺傳時會使用圖表架構法，然而生物老師對於純文字的圖表均不滿意，表示在文字旁應加入相對應的圖像，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。如表 4.2-14 在色彩上的搭配對比強烈、鮮明，但缺少可與文字相對應的圖像。

表 4.2-14 血型的遺傳

		爸爸血型A型 (I ^A i)	
媽媽血型 B型 (I ^B i)	I ^B	I ^A I ^B =AB型	iI ^B =B型
	i	I ^A i=A型	ii=O型

資料來源：國民中學自然與生活科技一下 (p.175)，國立教育研究院籌備處，2006，
台南市：國立教育研究院。

4.3 圖片真實性分析

Alessi 與 Trollip (1991) 曾討論圖片的真實性議題，並將圖片真實性定義為圖片與真實物件之間相近的程度。至於影響圖片真實性的因素相當多，廣泛地包含了心理與物理兩層面。

而圖片的真實程度，對於生物老師在教授遺傳知識時會產生什麼影響？對於初學遺傳觀念的國一學生在學習上又有何影響？此外，生物老師與美術編輯人員對於圖片真實性的認知與差距為何？在編輯教科書的圖片時，是否會造成溝通上的困擾？這些都是經常指出圖片應該愈真愈好的生物老師們應該重新思考的議題，也是美術編輯人員未來在編輯圖片時必須要考量的重點。

為了解答上述之問題，因此本研究進入階段三時，研究者挑選遺傳單元中各概念下具代表性且彼此間亦有所差異的 89 張圖片，利用 Likert 五級評量表的方式，讓受訪者選擇每張圖片的真實程度，並透過半結構性訪談的過程，獲得受訪者評判圖片真實性的依據，以及不同真實程度的圖片對於教授與學習遺傳觀念的影響。底下將針對圖片真實性進行分析：

1. 圖片真實性不易分類：

本研究初期依照美術編輯人員之角度，將國中自然與生活科技的各版教科書圖片以真實程度進行分類，共分為真實照片法、寫實描繪法、仿真誇飾法、簡化示意法、抽象象徵法等五類，茲說明如下：

(1) 真實照片法：

直接呈現真實的物體，亦包含背景去背、局部擷取、增加陰影等圖片處理。如：圖 4.3-1 直接拍攝染色體的樣貌（平時成絲狀，細胞分裂時成棒狀）；圖 4.3-2 將人物均做背景去背、疊合的處理。

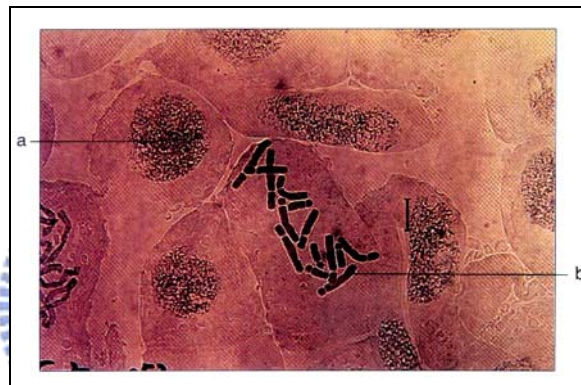


圖 4.3-1 染色體的樣貌（平時成絲狀，細胞分裂時成棒狀）

資料來源：國民中學自然與生活科技一下（p.30），徐煙鳳，2006，台北縣：育成書局。



圖 4.3-2 哪個小朋友是上面這對夫婦的小孩？為什麼？

資料來源：國民中學自然與生活科技一下（p.28），康軒文教，2006，台北縣：康軒文教。

(2) 寫實描繪法：

對真實的物體做寫實的描繪。如：圖 4.3-3 詳實地描繪遺傳學之父孟德爾的樣貌。

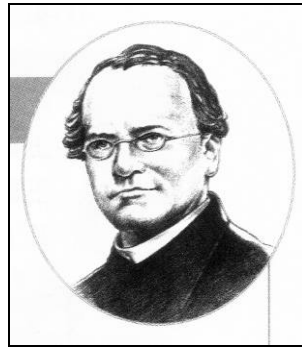


圖 4.3-3 遺傳學之父孟德爾

資料來源：國民中學自然與生活科技一下 (p.33)，陳炳亨，2006，台南市：翰林。

(3) 仿真誇飾法：

運用簡化、略帶誇張，卻又不失真的方式，傳達所欲說明之內容。如：圖 4.3-4 將孟德爾以卡通化的誇張手法呈現，但依舊能表達此人為神父的身份，並且是在進行豌豆的實驗。



圖 4.3-4 孟德爾

資料來源：國民中學自然與生活科技一下 (p.44)，康軒文教，2006，台北縣：康軒文教。

(4) 簡化示意法：

將所欲說明的物體簡化到極限，僅以簡單的幾何造型來表示。如：

圖 4.3-5 將精子與卵子以極簡單的造型表示。

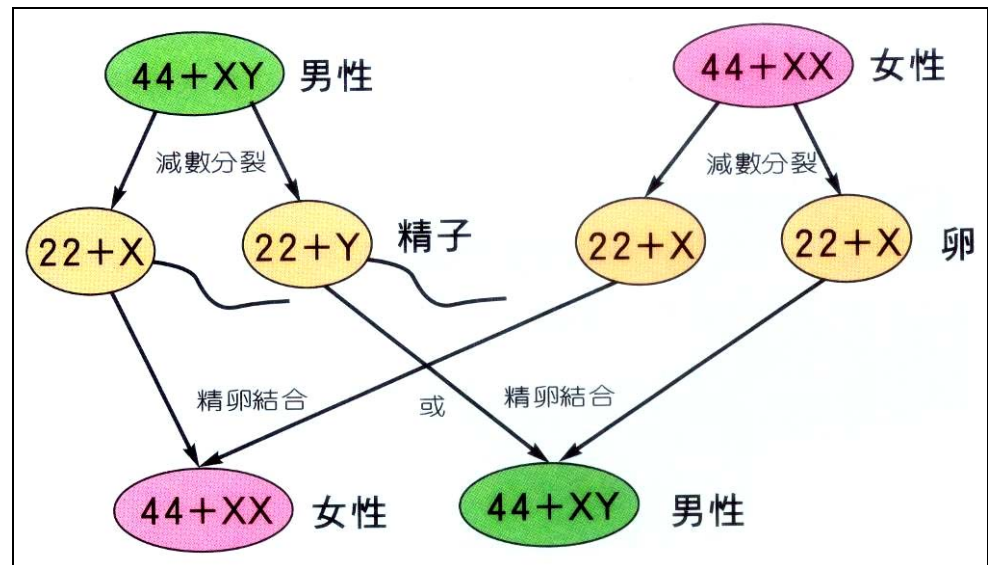


圖 4.3-5 人類性別的決定示意圖

資料來源：國民中學自然與生活科技一下 (p.39)，徐煙鳳，2006，台北縣：育成書局。

(5) 抽象象徵法：

利用純文字、圖表等方式，讓讀者自行想像，而不直接視覺化物體。

如：表 4.3-1 以圖表呈現，而非具體的視覺化物體。

表 4.3-1 血型的遺傳

血型	可能基因組合
A	$I^A I^A, I^A i$
B	$I^B I^B, I^B i$
O	ii
AB	$I^A I^B$

資料來源：國民中學自然與生活科技一下 (p.37)，陳炳亨，2006，台南市：翰林。

然而在與第一位研究助理討論過程中發現，美術編輯人員對於生物知識的瞭解程度參差不一，在遭遇不易判斷之圖片時，會依照個人的主觀感受來判定圖片之真實程度，導致分類結果差異性相當大。但也因此讓研究者發現，對於生物知識較瞭解的生物老師，由其來做圖片真實性的判斷，是比由美術編輯人員來做判斷要更適當。而生物老師與美術編輯人員對於圖片真實性的認知與差距，勢必會對圖片的設計與教學上的使用造成影響。

2. 圖片真實性的判定差距：

當圖片本身具有真實物件時，生物老師與美術編輯人員會以圖片是否貼近真實物件為判定圖片真實性的依據，然而受到自身經驗的影響，生物老師因為對於生物知識較瞭解，所以判定圖片真實性時較容易且正確。當圖片本身不具真實物件而屬於抽象概念時，生物老師會依照訊息傳達之正確性來判定圖片真實性，然而同樣受到自身經驗的影響，美術編輯人員因為對生物知識較不瞭解，所以不易判定，甚至無法判定，或是判定的結果傾向較不真實。

3. 教授不同概念時，生物老師會採用不同真實程度的圖片：

生物老師皆表示圖片有無貼近真實，是作為選擇圖片教材的重要考量因素。然而老師們也指出教授不同的概念需要採用不同真實性程度的圖片。

教授遺傳疾病與性狀遺傳時，生物老師強調這類重點單一、具有真實物件，並且日常生活中較易觀察到的概念，就應採用真實的照片，如此才會具有說服力，也發現較能吸引學生的注意力（圖 4.3-6）。而教授性別遺傳、基因與染色體這類不易解說、較為抽象的概念時，生物老師建議應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 4.3-7）。



圖 4.3-6 遺傳疾病：白化症

資料來源：國民中學自然與生活科技一下（p.45），徐煙鳳，2006，台北縣：育成書局。

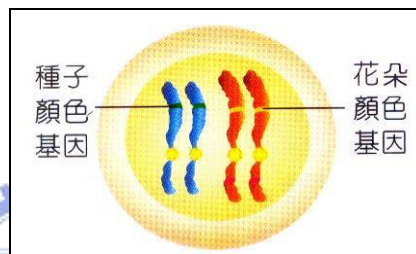


圖 4.3-7 控制性狀的成對基因

資料來源：國民中學自然與生活科技一下（p.27），陳炳亨，2006，台南市：翰林。

4. 依照學生理解能力的不同，改變圖片的真實程度：

雖然生物老師們皆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。當學生在學習時若無法接受，就必須要使用較不真實的圖片。好比基因在染色體上的表達方式，若採用真實的照片，學生反而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，就能讓學生容易瞭解。

4.4 遺傳單元教學分析

生物教學適當性於本研究中，專指授課時所使用的教材，經由生物老師依照其過去之教學經驗，判定該教材是否適合作為某一特定地區、年齡之學生學習生物知識的程度。

爲了瞭解什麼樣的圖片特性才適合生物老師教學，因此本研究進入階段三時，研究者挑選遺傳單元中各概念下具代表性且彼此間亦有所差異的 89 張圖片，利用 Likert 五級評量表的方式，讓生物老師選擇每張圖片適合教學的程度，並透過半結構性訪談的過程，獲得生物老師教學的情形與評判圖片教學適當性的依據，以及不同程度的圖片對於教授與學習遺傳觀念的影響。底下將針對遺傳單元的教學進行分析：

1. 生物老師教授遺傳單元時會特別強調的部分：

綜合所有生物老師於教授遺傳單元時，會特別強調的概念有以下幾點：

(1) 遺傳學的發展史：

即介紹遺傳學之父孟德爾的豌豆雜交實驗，說明其實驗的方法、過程，以及結果。

(2) 遺傳法則：

從孟德爾的實驗中得知控制性狀的遺傳因子（基因）是成對的，並且還有顯性與隱性的區別。生物老師也會教導學生使用棋盤方格法來表示遺傳的基因型與表現型的狀況。

(3) 遺傳物質：

說明基因、DNA、染色體之間的關係，以及在體內細胞中的相對位置。

(4) 人類的遺傳：

特別強調性別遺傳、血型遺傳、性狀遺傳三者。教授性別遺傳時會說明精子與卵子的產生與結合情形，以及過程中的染色體數目與狀態。教授血型遺傳與性狀遺傳時，則強調遺傳過程中基因型與表現型的狀況。

(5) 突變：

介紹各物種的突變情形，以及人類的遺傳疾病與遺傳諮詢等內容。

(6) 生物科技：

介紹基因遺傳工程的生物技術。說明透過基因轉殖技術創造出來的基因改造食品，以及生物的複製技術，如：桃莉羊。

2. 生物老師選擇教材之依據：

(1) 文字內容豐富：

文字內容豐富，才能讓學生學習較多的生物知識，也能讓學生在沒有老師的指引下，還是能夠習得正確的生物觀念。許老師就指出用字簡單對於國一學生而言會較適當，但文字的內容必須豐富，其他補充的生物知識也是愈多愈好。

(2) 圖片教材豐富：

出版商所提供的其他圖片輔助教具愈充足，則愈受生物老師的歡迎。許老師指出圖片的輔助教具充足，能讓老師上課時更為方便，也能吸引學生的目光。馮老師與唐老師也表示學生對圖片的反應比文字要好，因為現在小孩子比較不喜歡看文字敘述，所以圖片比較吸引他們的眼光。

(3) 圖像與文字並重：

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，多數學生是利用圖片旁邊的文字說明。然而老師們亦提到即便有文字輔助，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。

(4) 圖片品質良好：

生物老師會考慮圖片的印刷品質，圖片本身的解析度要足夠，大小必須適當，才能讓學生輕鬆閱讀。揭老師表示若圖片的印刷品質不佳，學生就不容易從圖中獲得應學習到的知識，反而容易造成誤導產生另有概念。

(5) 色彩搭配得宜：

圖片的色彩鮮豔、分明，而各色搭配和諧，皆有助於提升學生學習動機，增加圖片的識別度而容易瞭解。而游老師提到若用色過於花俏，或是使用與真實物件不相同的色彩，反而都會造成學生學習上的反效果（圖 4.4-1）。

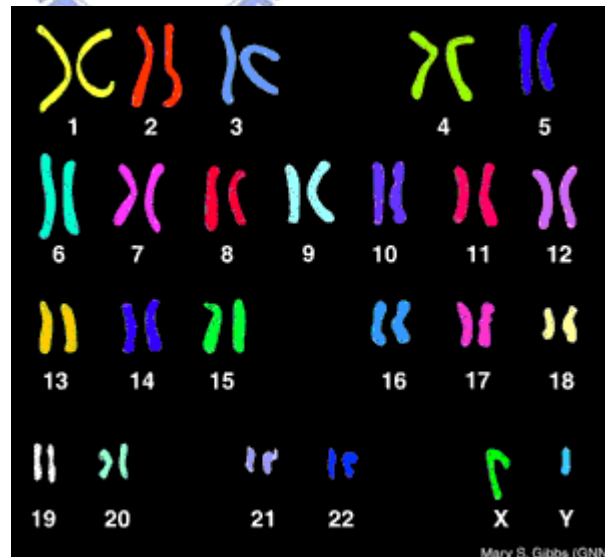


圖 4.4-1 用色過於花俏時則為不適當之教材

資料來源：Genome News Network. What makes one chromosome different from another?

June 30, from the World Wide Web:

http://www.genomenewsnetwork.org/resources/whats_a_genome/Chp1_2_1.shtml

(6) 訊息傳達的正確性：

生物老師皆強調訊息傳達正確性決定該圖片是否適合用於教學的最重要因素。若無法傳達教學時希望學生理解的正確知識，甚至是有誤導學生的情況，導致產生另有概念，則該圖片便不適合繼續成為教材。

(7) 教師對圖片的熟悉程度：

李老師的教學年資高達二十五年之久，對於生物科教學的經驗十分豐富，且針對九年一貫課程實施前後的教科書圖片教材設計亦有深入瞭解。他表示針對教科書的圖片，生物老師會考量本身的熟悉程度，若多為九年一貫以前的圖，對大多數的老師而言較熟悉，備課或是教授時都較能得心應手。

(8) 學習者對圖片的接受程度：

生物老師會考量學生的接受程度，也就是圖片資源充足且編輯方向利於學生記憶者為優先考量。李老師與揭老師均指出當教科書的圖片和參考書近似時，因為有助於學生考試而比較能接受。

此外，遺傳單元包含非常抽象的概念，生物老師們皆認為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。

揭老師更指出貼近學生生活形態的圖片較能被接受，也會產生較強烈的學習動機；相反地，不貼近學生生活，甚至是會產生噁心、害怕、厭惡等負面情緒，以及導致學生產生心理投射作用的圖片，反而會降低學生的學習動機。

3. 生物老師教授遺傳單元時，所使用之圖片教材的來源：

(1) 教科書書商：

目前各版的出版商不但會提供教科書，還會附帶供應相關的圖片輔

助教具、掛圖、題庫等資源。

(2) 其他書籍：

生物老師皆指出除了利用教科書外，還會參考國內外的大學生物課本、雜誌等，擷取其中相關的圖片。

(3) 網路：

由於網路的發達與普及，愈來愈多與遺傳相關的機關、團體架設網站，提供相當豐富的圖文資源。

(4) 自行製作：

生物老師均會依照課程需求，製作適合自己上課方式的圖片教材，諸如自行拍攝照片，或是在黑板上繪製簡單的圖片等。

4. 生物老師使用圖片教授遺傳知識的困難之處：

(1) 不易強調真實的過程：

生物老師表示在講述遺傳觀念時，圖片雖然很好用，但不易強調真實的過程，此時就需要用採用影片或動畫的呈現方式來改進，或是強化系統流程法，將過程中的各個步驟更詳盡地表達出來。

(2) 無法實際操作：

圖片僅能讓學生觀看並自行想像未表示出來的部分。揭老師就指出像是果蠅的遺傳，透過實驗的方式就比採用圖片要來得好，因為只看圖片而無實際操作，學生學習後的印象不會太深刻，也很有可能不易瞭解甚至產生另有概念。

(3) 不易說明物件的空間性：

李老師指出由於國一學生對於過去從未見過的細胞核、染色體、DNA、基因等較不易從平面的圖片中瞭解物件實際的立體形狀，以及相對應的大小關係，此時就需採用實體模型的教材方式來輔助，或是透過

多張不同角度的圖片呈現物件的立體形狀，以及運用概念組織法表示出各物件相對應的大小關係。

(4) 圖片本身不正確：

許多圖片為了方便表現，而在物件的實際比例上有所出入，則很容易造成學生產生另有概念。諸如：認為精子的鞭毛很短，或是精子與卵子的大小相當等錯誤觀念（圖 4.4-2）。生物老師建議在誇張化的圖片旁邊，應該放置真實比例的照片或精細插畫，讓學生瞭解正確的觀念。



圖 4.4-2 人類性別決定示意圖（局部）

資料來源：國民中學自然與生活科技一下（p.39），康軒文教，2006，台北縣：康軒文教。

(5) 容易分心並產生另有概念：

生物老師們皆提出學生在學習遺傳知識時，很有可能會因為觀看圖片而分心，或是造成過多的延伸，好比學生會問更多非教學目標的問題，或是老師必須花更多心力去解釋圖片所欲傳達之概念，而讓學生容易產生另有概念。生物老師建議遇到產生這類困擾的圖片時，應當置換為簡化的圖片，以減低過多訊息所造成的學習障礙。

(6) 不能缺乏文字說明的輔助：

所有的生物老師一致認為圖像本身不宜單獨存在，文字的輔助必須同時配合呈現，否則會增加生物老師教學上的負擔，要花費更多的精神與時間說明該圖片所欲傳達之概念。如圖 4.4-3，學生僅能得知此為一過程，但卻不見得清楚內容所欲表達含意。因此生物老師強調註文解釋法的重要性，並且文字說明的內容是否詳盡與正確，更是生物老師重視的部分。

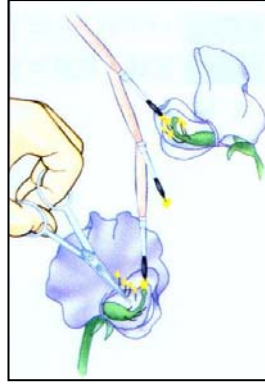


圖 4.4-3 缺乏文字說明時則為不適當之教材

資料來源：國民中學自然與生活科技一下（p.31），康軒文教，2006，台北縣：康軒文教。

(7) 語言差異不易克服：

游老師表示當使用國外資源所獲得之圖片時，生物老師便需要自行翻譯，然而不但會花費時間，而且不見得能夠翻譯成適合國一學生閱讀的文句。因此本研究建議出版社能夠增加本身的圖庫資源，讓生物老師在準備授課教材時能更加便利，以強化教學的品質。

(8) 無法因應實際上課需求而改變：

由於生物老師並無接受過視覺設計之訓練，因此在圖片教材的設計能力不足，往往只能使用教科書或其他生物書籍上的現成圖片，無法提出更適當的修正或設計方向。馮老師就表示自己的設計能力不足，想要針對現有的圖片做修正，卻苦於沒有技術協助，導致被迫改變自身上課時的說法來說明圖片，而無法讓圖片配合生物老師的上課方式。本研究建議此時生物老師應向美術編輯人員提出原圖片之缺失與自己教學上的需求，透過這樣的溝通，才能讓美術編輯人員知道圖片的改進方向。

4.5 教科書編輯分析

由於教科書出版社的運作模式，就是作者（生物老師）、美術編輯人員、文字編輯人員三方合作，因此欲瞭解教科書的製作過程，就必須深入瞭解這三方專家的想法與需求。本研究於階段三中，透過半結構性訪談的過程，獲得這三方專家合作的情形，以及合作過程中所遭遇的問題與解決方法。底下將針對教科書的編輯過程進行分析：

1. 教科書製作群的合作模式：

出版社之教科書製作群一般的合作模式為作者（生物老師）先寫好課文內容，並指定所需要的圖片樣式，之後則與文字編輯人員開會討論並確認課文內容的細節，以及各單元、節數的分配，而後再將課文內容與所需的圖片樣式交由美術編輯人員進行版面規劃及圖片編輯，最後三方再一起針對圖片與版面等部分進行討論。

2. 美術編輯人員於設計圖片前所能取得的資訊：

在設計圖片教材前，美術編輯人員除了有向生物老師詢問教科書圖片的使用情形，以及未來可以改進的方向等相關資訊外，亦有從其他管道取得必要資訊，綜合所有美術編輯人員取得資訊的來源為：國內外教科書、百科全書、國立編譯館、網路、圖書館、圖庫公司等。

3. 美術編輯人員設計圖片時所遭遇的困難：

（1）溝通的問題：

李小姐在現行國中教科書某出版社已有六年的時間，主要負責自然與生活科技學科的教材編輯，對於出版社的運作，以及作者（生物老師）、美術編輯人員、文字編輯人員三方合作模式皆非常瞭解。她就表示美術編輯人員經常抱怨因為沒有一起參與作者（生物老師）與文字編輯人員的討論，往往造成事後溝通上的各種問題，合作時也會產生不少誤會與摩擦。此外，因為校稿的工作是交由文字編輯人員來執行，但各

個文字編輯人員會輪流校稿，造成前一個文字編輯人員可能要求某一張圖要修改，後一個文字編輯人員卻又要求要改回原來的樣子，這讓美術編輯人員非常苦惱。因此本研究建議美術編輯人員於編輯圖片時也必須增加與生物老師、文字編輯人員溝通的頻次，並且最好成立專屬編輯小組，以培養三方人員的合作默契，並減低時間、人力、成本的浪費，提升圖片本身的價值。

(2) 本身對生物可能沒興趣或不瞭解生物知識：

從事八年自然科教科書美術編輯經驗的游小姐，表示美術編輯人員本身必須要對生物有興趣，才會瞭解什麼樣的圖片會比較適合生物老師教學使用，也才能站在學生的立場來思考什麼樣的圖片適合學習。但在出版社不要求美術編輯人員的背景與興趣的情況下，往往生物老師所編寫的文字稿件對美術編輯人員而言就不一定能夠瞭解其重點，造成最後製作出來的圖片並非生物老師所需要，而降低圖片輔助教學的目的，甚至當生物老師要求重新製作時，又會導致時間與金錢成本上的浪費。所以長達八年製作生態相關書籍經驗的黃先生也表示，美術編輯人員本身必須對自然有興趣、對生物知識有基本的瞭解，才能夠勝任這類的美編設計。而李小姐也提到雖然出版社並未要求美術編輯人員的背景要與生物有所關連，但最後留下來繼續工作的美術編輯人員都會對生物產生興趣，甚至也會自己去學習與蒐集相關的資料。

(3) 成本考量：

製作圖片時會受到成本考量的影響。游小姐就指出有實際物件時雖然使用寫實的照片會是最好的表現手法，然而在拍攝照片的當下，往往會因為時間點不對，沒辦法拍到好照片，或是因為截稿日期的壓迫，無法在期限內拍到適合的照片。此外，游小姐也表示實驗課程中的照片非常不容易製作，主要是因為拍攝的時間點不易掌控，以及影響實驗結果的變因控制不當，導致實驗各步驟的結果與預期的情況不同，也會造成無法拍到適合之照片。當拍不到照片而且又無法從其他管道取得合適圖

片時，就必須自己繪製，或是忍痛刪除，只以文字內容替代。最後，黃先生與游小姐一致表示另一個成本的考量就是版面的限制。受到頁面數量以及版面大小的影響，美術編輯人員必須考慮圖片本身的大小與位置，決定採用全張圖片、局部，或是去背以突顯主體的方式呈現。

