

## 不同課程標準的南台灣國一生遺傳學習之研究

連佩雯 程台生 蔡孜怡

### 摘要

本研究之目的，在比較國小學習過與沒有學習過遺傳單元的兩屆學生，他們在國一學習遺傳概念時的表現。為達目的，研究者利用自編成就測驗卷為研究工具，針對六十四年版和八十二年版國小自然科學課程改革過渡期的兩屆學生，他們的遺傳五大概念，即：「有性生殖」、「減數分裂」、「基因—性狀」、「計算及邏輯推理能力」及「DNA—基因—染色體」為內容，分別進行前、後測。參與研究的兩屆學生人數，前一屆為一百二十七人，後一屆為二百零五人。研究結果顯示：（一）經過國一下的遺傳及遺傳相關單元的教學，兩屆學生在後測中的表現，均優於前測。顯示國一遺傳教學，均達到某種程度的效果。（二）在國小學習過遺傳單元的學生，其前測分數優於在國小沒有學習過遺傳單元的學生。但經過國一的遺傳教學後，國小沒有學習過遺傳單元的學生其後測分數反而優於前者。（三）兩屆學生在前後測表現均十分一致，即「有性生殖」、「基因—性狀」及「DNA—基因—染色體」三大概念優於「減數分裂」與「計算與邏輯推理」。本研究的結果可作為課程改革的部分理論基礎，並期望對國中小的自然課程改革、課程設計及遺傳教學有所幫助。

**關鍵詞：**遺傳學習、遺傳概念、國一學生

---

連佩雯，台南市協進國小教師

程台生，國立台南大學自然科學教育學系副教授（通訊連絡人）

蔡孜怡，台南市億載國小教師

電子郵件：taisheng@mail.nutn.edu.tw

投稿日期：2005年1月27日；採用日期：2005年3月3日

## Studies on Genetics Learning for 13-year-old Students Under Two Different Science Curriculum Standards in Southern Taiwan

Pei-Wen Lein Tai-Sheng Cheng Tzu-Yi Tsai

### Abstract

This paper presents findings from a study of 13-year-old students' understanding of genetics in their first-year biology education. Comparisons have been made between two consecutive grade students who were taught in different science curriculum standards. The first year, 127 students who were taught basic genetics in the human characteristics unit in their six grade science courses and the second year 205 students were not. Both groups of students were then studied genetics in their junior high school biology. Findings are based mainly on students' responses to written questions (achievement test) and supported by small group discussion. A poor understanding of processes at the micro levels as to meiosis (M) and a lack of basic knowledge about the functions and locations among DNA, gene, and chromosome (D-G-C) is popular for all students. Students have some confusion over the chromosome numbers or copies of genes within different cell types (sperm, egg, or somatic cell). All students showed no apparently improvement in sexual reproduction (SR) and gene characteristics (GC), but they did well in their pre-and posttests. It was found in posttest that the students showed great deal of improvement in "Ability of calculation and logical reason (ACLR) as well as D-G-C; however, difficulties are remained in both groups of concepts. It was surprised, that the second year students did much better in their posttest than the first year students who have learned some basic genetics in their six grade science course. The reasons were not known at this time. However, our findings and implications for teaching and for curriculum reform are discussed.

**Key words: learning genetics, genetic concept, 13-year-old student**

---

Pei-Wen Lein, Teacher, Hsien-Chin Elementary School in Tainan

Tai-Sheng Cheng, Associate Professor, Department of Natural Science Education, National University of Tainan

Tzu-Yi Tsai, Teacher, Yi-Zai Elementary School in Tainan

E-mail: taisheng@mail.nutn.edu.tw

Manuscript received: Jan. 27, 2005; Accepted: Mar. 3, 2005

## 壹、緒論

繼進化論、相對論之後，人類基因組計畫的完成以及複製羊的成功，使得人類歷史進入了基因科技的時代。中研院院士曾志朗說：「二十一世紀是基因工程的世紀，作為一個二十一世紀的國民，不可不知道生物知識」，由此足見基因科技的重要性。在複製羊、人類基因圖譜發展成功之際，DNA 鑑定、GMO (genetically modified organism, 即基因改造食品)、幹細胞研究等新興議題，逐漸引起社會大眾的重視與討論。若為了解這些議題所衍生出來的知識、醫學或農學的應用，以及生物科技對社會大眾生活的影響，那麼作為一個現代國民，對遺傳學知識的了解，便顯得十分重要。缺乏遺傳學知識，將會使得我們沒有能力面對、甚至處理與遺傳學或與生物技術有關的重要議題。Deadman 和 Kelly (1978) 認為，基於遺傳學對科學及社會的重要性，遺傳應包含在生物學習領域裡，並在十六歲以前就開始學習。國內學者黃台珠 (1993) 也曾針對台灣生物教材的遺傳內容進行分析，作者發現遺傳概念課程占了國小、國中、高中生物課程的十分之一，足見遺傳學在自然科學領域的重要性。雖然遺傳概念的學習十分重要，然而其學習現況卻令人憂心。因為除了社會大眾對遺傳學缺乏了解之外，即便是仍在求學階段的國小、國中、高中或大學的學生，都在遺傳學習上表現出某種程度的困難 (黃台珠, 1993; 湯清二, 2000; Bahar, Johnstone, & Hansell, 1999a; Wood-Robinson, Lewis, & Leach, 2000)。為了了解學生在遺傳概念學習上的狀況，首先讓我們先來回顧一下，在台灣的教育制度，有關遺傳學習內容在各教育階段的安排方式。

在實施六十四年版的「國民小學自然科學課程標準」(教育部, 1975)的年代，國小課程安排有「人體特徵的遺傳」單元。本單元的學習主要內容如下(附錄一)：

- 一、人體的特徵是由遺傳而來的。
- 二、由許多外在的表徵發現，遺傳是複雜多變的。
- 三、遺傳物質的因子稱為基因。

四、基因有隱性和顯性。

五、基因型會決定外表的特徵。

六、親代的基因是由父母的基因重組遺傳而來的。

雖然，遺傳概念教學在國小課程的安排，如：教材內容的選擇與呈現的緣由，一時之間已難考證。但國外學者，如：Solomon、Johnson、Zaitchik和Carey（1996）認為七歲的學前兒童，他們在不經教學前，就能夠學會一些初步的遺傳概念。這個看法似乎對早先台灣在國小課程中安排了六節課的遺傳概念學習，待學童到了國中階段，接著學習較具深度與難度的遺傳概念之作法，有著異曲同工的效果。至於八十三年版的「國民中學生物課程標準」（教育部，1994），有關遺傳概念的學習重點內容如下：

一、基因和遺傳。

二、遺傳法則。

三、性別的遺傳。

四、突變。

五、人類的遺傳。

六、遺傳諮詢與生物技術。

基於某些原因，八十二年版的「國民小學自然課程標準」（教育部，1993）中，遺傳單元已完全從國小課程中刪除（附錄二）。使得一般學童必須到了國一，才第一次正式學習遺傳概念。然而，當時兩種課程標準的轉換與過渡，課程綱要編輯委員是否有其特定考量的理由，或者是基於教學時數、教學負擔的考量，而刪除遺傳相關單元，目前並無正式文獻可供查閱。另外，也沒有相關研究指出八十二年版的課程安排，是否比六十四年版的課程更好。

近年來，基因相關議題十分熱門（程台生，2003），加上各種媒體不斷報導複製羊、基因改造食品（GM food, GMF）及複製人等事件，使得基因改造與基因工程變成街頭巷尾熱切的談論話題。國小兒童對於一些有關基因改造的名詞或事件，例如：基因、突變、複製生物、螢光魚、黃金米、基因改造食品（黃東賢、程台生、陳麗珠，2004）都不再陌生。有了這樣的環境來引起動機，加上七歲以前的兒童就能知曉一些遺傳概念的論述（Solomon et al., 1996），使得重

新思考，在國小實施一些遺傳教學的可能性及必要性增加了。尤其台灣教育在九年一貫課程的改革下，非常重視並鼓勵教師盡量安排多元化的課程。其中，新興議題有可能成為課堂上的熱門教學主題，部分教師因而有了「如何將遺傳教學帶入國小教室」的需求。

本研究所探討的主要問題是：國小階段學過遺傳單元的學生，在學習國中的遺傳內容後，其成就是否優於國小階段沒有學過遺傳單元的學生。而兩組學生的遺傳概念學習狀況和效果，有無不同。因此，本研究的結果與發現，除了對於國小學童及國一學生在遺傳學習上所遇到的困難，可以提供初步的解答外，也可作為課程變動及改革的基礎理論。對於教材編輯人員，可以作為將來修訂相關課程內容時的參考依據。

## 貳、文獻探討

### 一、遺傳教學的重要性

藉著現今發達的媒體，許多與遺傳概念有關的消息，例如：人類基因圖譜的完成或刑事案件中的 DNA 鑑定等，總在第一時間就在我們生活周遭傳播。然而當人們習慣接受這些與遺傳相關新聞的同時，卻也有許多遺傳概念學習困難的研究結果發表，如：Finley、Stewart 和 Yaroch（1982）的研究指出，許多生物教師認為中學生的生物教材中，屬於重要且困難的主題之前十五名，皆與遺傳學有關。此外，Collins 和 Stewart（1989）也認為，孟德爾法則相當重要，因為它可以幫助學生解釋並預測自己本身及其他生物體的基因變異。國內學者黃台珠（1993）分析國小、國中、高中的生物教材，發現遺傳內容占了所有的生物教材約百分之十，足見遺傳概念學習的重要性。更遑論如今的生物技術日新月異，每每都有令人驚訝不已又與遺傳學內容有關的事件發表。所以，這個時代的學生，他們的遺傳知識及概念的建立，對於這些重要發現的了解更是不可或缺的基本素養。

## 二、遺傳概念學習困難之相關研究

當然，基因、複製、突變等遺傳相關名詞，雖然廣為人們使用，但並不代表這些名詞的概念皆已獲得普遍的了解。更不用說，當這些概念與概念間所存在的複雜關係，都需要經過更為有系統的教學，才能獲得完整的了解。Bahar 等人（1999a）指出，遺傳學習困難的原因與遺傳概念所牽涉的三個認知層次有關，即：巨觀、微觀或次微觀與符號表徵。因為許多遺傳概念的學習，都需要在這三個層次上跳躍、轉換，所以對於許多人來說，遺傳學是不易學習的學科。另外，Wood-Robinson 等人（2000）經由小組討論的方式，發現十五～十六歲的英國青少年，他們對於「細胞內遺傳訊息的本質」及「細胞間或世代間遺傳訊息傳遞的機制」存有疑惑。在國內，黃台珠（1993）的研究也發現，國一及高一的學生對於減數分裂時染色體的移動、配子形成時對偶基因間的關係，以及涉及顯隱律、分離律、自由配合律等計算問題上，較感困難。

## 三、在遺傳學習上，學生的認知架構

學生在學習遺傳概念時，其認知架構會經由學習而改變或不變。Bahar、Johnstone 和 Sutcliffe（1999b）藉由關鍵字的聯想測驗（word association test），發現學生可以根據所給的關鍵字做聯想，但是對於這些聯想之間缺乏整體、網絡式的了解。涂志銘、張賴妙理和鄭湧涇（2003）指出，學生在經過教學後，某些遺傳概念會有一致性的改變，部份概念不改變，而部分概念仍持續改變中。

## 四、改善遺傳教學的研究

魏金財（1992）從兒童認知、行為發展與訊息處理的觀點，設計遺傳模擬輔助軟體（Genetics Simulation Experiment Program, GSEP）協助學習者與教學者，解決遺傳概念學習的困難問題。黃台珠、鄭世暖、林明輝、蘇懿生、張學文和趙大衛（1994）曾針對遺傳學習易犯的一些錯誤，設計了簡單的可操作式教具，讓學生可以親自操作，作為有效改善遺傳教學的方式。之後，王貞惠和黃台珠（2001）又以學生需要慢慢發展三種層次（巨觀、微觀或次微觀、符號表徵）的

思考模式，利用多次重複，並控制複雜度的教學設計，以期達到改善遺傳教學效果的目的。湯清二（2000）針對國內非主修生物的大學生，有關 DNA 認知的研究，則建議使用多媒體軟體及概念圖，將有助於改善學生的學習與概念整合。此外，應用簡單的實驗活動，如：DNA SPA（程台生、許惠菁、蔡孜怡、陳麗珠，2003）或創造思考教學之教案（樊琳、李賢哲，2001），對引發學生的學習動機也有幫助。

## 參、研究方法

### 一、研究設計

本研究共花兩年的時間，針對接連兩屆的國一學生作遺傳概念學習效果的研究。在六十四年版與八十二年版的課程轉變過渡期中，本研究的前一屆學生，他們在國小階段學過「人體特徵的遺傳」的基本遺傳概念。但後一屆學生，因為課程變動，所以沒有學過（附錄一、二）。由於兩屆學生的學習前基礎不同，會不會造成他們在國一遺傳課程的學習差異呢？本研究分別在兩屆學生的國一遺傳課程教學前兩星期實施前測，並於教學後兩星期實施後測。藉由前後測問卷的結果以及小團體的討論，來觀察並分析這兩屆學生在遺傳概念學習效果的表現，以及形成差異的可能原因（圖 1）。

### 二、研究工具

本研究以自編成就測驗及訪談或討論作為研究資料蒐集的方法。自編成就測驗之主要概念為研究者經蒐集、分析國內外教科書及相關期刊論文後，整理出五個屬於遺傳學習上的重要基本概念（圖 2）：

- （一）有性生殖（Sexual Reproduction / 簡稱 SR）。
- （二）減數分裂（Meiosis / 簡稱 M）。
- （三）基因—性狀（Gene-Characteristics / 簡稱 GC）。
- （四）計算及邏輯推理能力（Ability of Calculation and Logical Reason / 簡稱 ACLR）。
- （五）DNA—基因—染色體（DNA-Gene-Chromosome / 簡稱 DGC）。

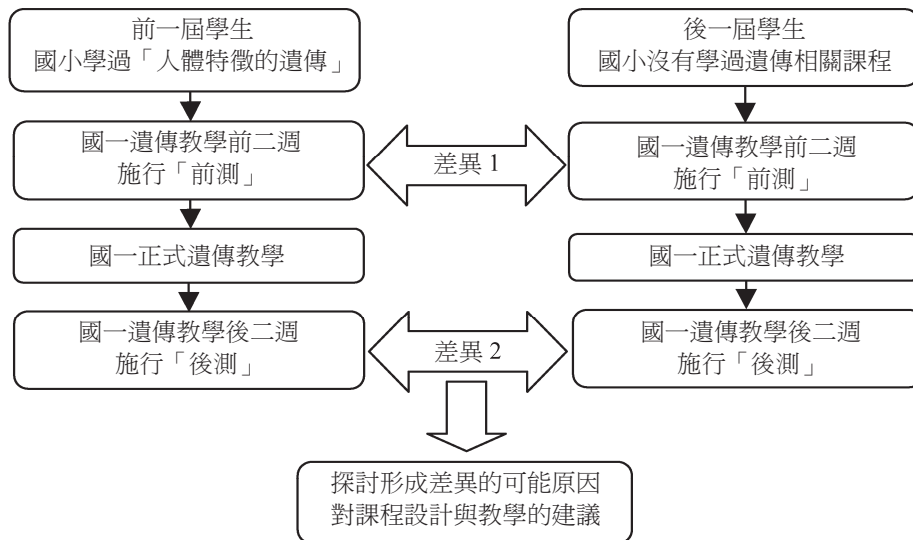


圖 1 研究設計

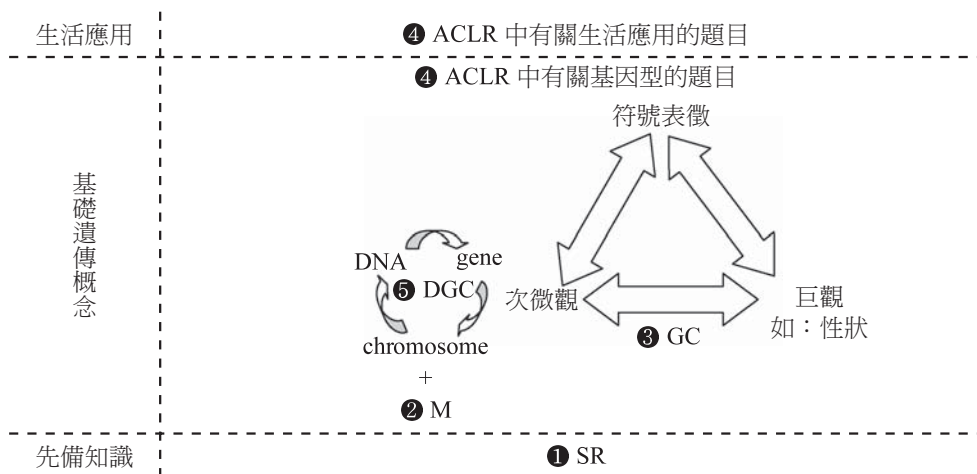


圖 2 自編成就測驗的五大概念與 Bahar 等人 (1999a) 所提的三大認知或思考層次的關係。

註：①～⑤為問卷的五大概念：① SR (Sexual Reproduction) ② M (Meiosis) ③ GC (Gene-Characteristics) ④ ACLR (Ability of Calculation and Logical Reason) ⑤ DGC (DNA-Gene-Chromosome)



自編成就測驗卷是由研究者依每個概念的性質不同，而分別編製四~五個問題，並且以提供四個選項供受試者選擇的型式呈現。測驗卷編製完成後，經過專家（遺傳學專家、遺傳學教授、生物教師）針對測驗項目的內容及題型，以達成測驗內容能真正涵蓋遺傳之五個重要基本概念為前提，就適切性提出意見並加以修正，來提高本成就測驗之效度。本成就測驗的內部均質性信度係數 Cronbach's  $\alpha$  值為 0.82。前一屆的測驗卷所含題數共二十題，後一屆將測驗卷題目稍作修正，題數增添為二十二題；其中，各概念下的題目不完全獨立。前、後測的測驗卷題目內容相同，只有順序不同。

為了提高測驗結果之推論的正確性，輔以訪談教導自然或生物的教師，藉著小團體討論的型式，針對學生在學習遺傳相關單元的表現及其成就測驗卷選答的表現，進行非結構式的討論。

### 三、研究對象及限制

參與本研究的第一屆學生分別來自台南縣、市及高雄市的四個國中，共一百二十七人。後一屆參與本研究的學生則選自五個學校，共二百零五人。參加討論的自然科學教師有三位，遺傳學專家一位。

本研究是以課程改革過渡期的學生，他們在遺傳學習的表現為研究的主要內容，由於時間點的獨特性，使得本研究有不能重複的特性。此外，由於受到時間、人力、經費、受試者等因素的影響，所以本研究是以南部地區（台南縣市及高雄市）參與的六所國中為研究對象，且參與此研究的學生及教師數量不多，因此其結果並不適合推論至整個南部地區。

### 四、資料處理

本研究所蒐集的資料，先以 Microsoft Excel 建檔，再以 SPSS10.0 版套裝統計軟體進行統計分析。依照前、後兩屆學生成就測驗結果，決定分析項目包括：

- （一）單屆前後測得分比較（採成對樣本  $t$  檢定）；
- （二）兩屆前測、後測得分比較（採用獨立樣本  $t$  檢定）；
- （三）五大概念得分比較。

之後，針對上述的自編成就測驗卷分析結果，召集教學者一同進行小組討論，並將討論的內容都併入結果與討論的敘述裡。

## 肆、研究結果與討論

### 一、單屆前後測比較

經過國一下學期，遺傳及相關單元的教學，兩屆學生在後測中的表現均優於前測（表 1）。由表 1 可知，前一屆學生在後測的平均得分優於前測，而且達顯著差異。同樣的，後一屆學生也是後測平均得分優於前測。因為兩屆學生的後測分數均優於前測，表示前後兩屆的遺傳教學皆有達到某種程度的學習效果。

### 二、兩屆學生學習成效的相互比較

在國小學習過遺傳單元的學生，他們的前測分數優於在國小沒有學習過遺傳單元的後一屆學生（表 2）。但經過國一的遺傳學習，後一屆學生的後測分數，反而優於前一屆學生的後測分數。由表 2 可知，前一屆學生的前測平均得分比後一屆學生的得分高。因此，可推知前一屆學生在國小階段六年級下學期學習過遺傳單元「人體特徵的遺傳」，對於他們在前測的表現可能有所幫助。至於後一屆學生在國小階段沒有學習過「人體特徵的遺傳」單元，但是有可能在日常生活、課餘時間或多或少接觸過遺傳相關知識或名詞，所以表現與前一屆學生不同。

表 1 前、後兩屆學生的遺傳概念學習表現統計

		人數	平均得分	顯著性
前一屆	前測	127	53.7008	.002*
	後測		62.2835	
後一屆	前測	205	43.8581	.000*
	後測		69.4013	

註：成對樣本 t 檢定，\*P<.05

表 2 前、後兩屆國一學生遺傳概念前、後測的得分結果比較

	屆數	人數	平均得分	顯著性
前測	前一屆	127	53.7008	.000*
	後一屆	205	43.8581	
後測	前一屆	127	62.2835	.008*
	後一屆	205	69.4013	

註：獨立樣本 t 檢定，\* $P < .05$

相較於在國小階段沒有遺傳學習經驗的後一屆學生，有國小遺傳學習經驗的前一屆學生應該較具學習上的優勢，也應該較具教學成效，但事實不然。經過比較，前一屆和後一屆學生的後測得分，發現後一屆學生的表現在前測固然比前一屆差，但經過教學後，他們在後測的平均得分為 69.40，比前一屆學生的 62.28 高 ( $P < .05$ )。這表示前一屆學生，在國小六年級所學的遺傳課程，或許因為知識根基並未達到穩固的地步，以至於這些先備概念並沒有使他們在後來的遺傳學習上占有較多的優勢。推究其可能原因，除了遺傳概念本身的特質，如前文所言，遺傳概念中屬抽象的概念很多；學習者在學習上，經常需要在巨觀、微觀或次微觀及符號表徵等不同思考層次的概念間反覆跳躍 (Bahar et al., 1999a)。而國小六年級的學生，顯然在認知及思考模式上，還未具備這種能力。此外，國小自然科教師認為，教材內容太多、教學時數太短、教材呈現方式不佳、教學策略與方法不良、以及教學者本身的能力不足，都有可能是影響前一屆學生學習效果不好，造成兒童知識根基淺、不穩固的原因。事實上，所謂學習優勢存不存在，也和學習經驗有關。如果教學時數不夠、教學內容太多、教材設計不佳、教學者的素養不足，恐怕「先備經驗」反而會成為學習的負擔吧！因此，先學但沒有機會學得好，並不等於「先備知識」。唯有好的課程與教材設計，「先備經驗」才能對後續學習產生助益。

另外，從六十四年版國小自然科學的遺傳教學內容分析 (附錄一、二)，因為包含的學習內容實在太多，範圍也很廣泛，教學上需要增加時數才能達到其成

效。參與本研究討論的教師們也表示，前一屆學生雖較後一屆學生提早學習遺傳概念，但是對後來的遺傳學習並沒有較多的幫助，可能與先前教學時數過短、教學內容太多有關。而國外學者 Bahar 等人（1999a）的研究也有類似結果。作者們表示，學生在太過侷限的時間裡要學習並消化遺傳學這樣複雜的學科，的確會造成學習困難的現象。

### 三、五大概念的學習效果比較

從整體來看，本研究的兩屆學生，在前、後測的表現均十分一致，例如：他們在「有性生殖」、「基因—性狀」及「DNA—基因—染色體」三大概念的表現均優於「減數分裂」與「計算與邏輯推理能力」（表 3）。尤其前一屆學生在國小階段學過基本的遺傳單元，使得他們在 SR、GC 和 DGC 三大概念下的答對率高達五成以上。至於後一屆的學生，雖然在國小階段沒學習過遺傳單元，但仍有約百分之四十四以上的學生答對。其中，有性生殖（SR）、基因—性狀（GC）兩大概念下的表現極佳，或許可歸因於 SR 和 GC 屬於「巨觀」認知或思考層次的概念。

Bahar 等人（1999a）指出屬於「巨觀」認知或思考層次的遺傳概念，通常都是日常生活周遭容易觀察與感受到的事物，學生比較容易學習。另外兩種與遺傳學習有關的認知或思考層次，一為「微觀或次微觀」認知或思考層次的概念，此類是無法用感官直接感覺的。一為「符號表徵」認知或思考層次，此類牽涉到以符號代替遺傳單位等的相關概念、應用及計算。因為 SR、GC 這些概念容易觀

表 3 受試學生的五大概念平均答對率

平均答對率（%）		SR	M	GC	ACLR	DGC
前一屆 (127 人)	前測	65.51	42.51	59.84	31.88	51.65
	後測	70.07	43.04	68.66	52.16	59.52
後一屆 (205 人)	前測	55.41	22.51	49.56	24.63	44.71
	後測	81.17	59.75	70.73	56.70	71.38

察，而且很早就存在於學生的生活經驗中，所以不需經過太多學習即可以表現得不錯。Solomon 等人（1996）也認為，七歲的學前兒童，在不經教學就能夠懂得一些初步的遺傳概念。因此，本研究的後一屆學生有可能於早先、或甚至學齡前就知曉這些基本的遺傳概念。前一屆學生在國小時所學習的遺傳內容，包含部分的「巨觀」及「符號表徵」認知或思考層次的概念。但是，從測驗結果可發現，在前測中屬於符號表徵的 ACLR 概念，學生的表現仍然不佳（答對率為 31.88）。因此，ACLR 這部分的概念，對國小六年級的學生而言，仍存有疑惑及學習困難。這個發現與王貞惠和黃台珠（2001）的結果，相互呼應。

觀察兩屆學生在後測的表現得知，經過國一階段的遺傳學習後，約有六成以上的學生可以答對 SR、GC 及 DGC 三大概念下的題目。這三大概念在前測時，學生的表現都普遍較佳，在兩屆前後測中均表現出一致性。但觀察學生在 M 和 ACLR 兩大概念的表現發現，即使學生經過國一階段的遺傳學習，這兩大概念下的答對率卻少於六成。由此可見，經過傳統講述為主的遺傳教學，學生在「減數分裂」（M）和「計算及邏輯推理能力」（ACLR）這兩方面的表現均不夠理想，而且對這些概念存有疑惑及學習困難。

從學生們在各個概念的表現來分析（表 4），國小學習過遺傳內容的前一屆學生，分別在 S1、S2、M1D1、M2、G1、G3、D1 以及 M1D2 等，共計八題的測驗結果，有不進反退的現象，但是後一屆學生，卻沒有產生類似結果。仔細觀察，這些題目都與符號表徵或微觀抽象概念有關。是否真如前述，因為不好的學習經驗下，所產生的「先備知識」反倒成為學習負擔，而直接干擾其國一的遺傳學習；還是因為其他原因，本文尚無法有決定性的論述。但是，六十四年版「人體特徵的遺傳」單元，因為受限於主、客觀因素，編輯內容是以文字敘述為主，少有圖片；活動設計則是觀察人體特徵，如：捲髮，然後再利用遺傳輪說明孟德爾遺傳法則。這些教學內容與概念，需要教師一一說明的地方很多。Lewis、Leach 和 Wood-Robinson（2000b）認為，傳統講述為主的學習，不能使受測學生達到持久有效的概念學習之目標。此外，使用 Aa 或 AA 等符號傳達遺傳概念時，也忽略了當時，國小尚無英語教學的事實。這些原因，讓學習者的壓力倍增，知識內化困難，不易產生持久有效的概念學習，應無疑義。但也可能因為不好的學

表 4 兩屆學生在問卷各個概念題目的答對率

題目編號	題目內容概述	答對率 (%)			
		前一屆		後一屆	
		前測	後測	前測	後測
S1	傳承遺傳訊息的過程	85.83	80.32	79.02	92.68
S2	同源染色體的來源	92.91	85.04	85.85	85.85
S3	決定性別的過程	37.01	59.06	31.22	70.73
S4	有性生殖的辨認	51.97	57.48	25.85	73.17
S5	決定性別的原因	59.84	68.5	55.12	83.41
*M1D2	成對基因在染色體上的位置	53.54	44.88	18.05	62.44
M2	基因在配子的染色體上的位置	50.39	42.52	40.49	57.56
*M3A3	配子的基因型	23.62	41.73	21.95	40.98
**M4	減數分裂與有性生殖	—	—	9.56	78.05
G1	基因是決定性狀的原因	96.06	94.49	94.63	96.59
G2	關於性狀的知識	58.27	70.08	44.39	75.61
G3	基因是決定性狀的原因	81.89	72.44	73.66	81.46
G4	顯隱性的符號表達	33.07	50.39	15.15	50.73
G5	後天改變的性狀對子代之影響	29.92	55.91	20	49.27
A1	棋盤格的功能	47.24	62.99	23.9	68.78
A2	給表現型要推理出基因型	29.13	51.18	31.22	58.54
*M3A3	給親代的表現型要推理出配子的基因型	23.62	41.73	21.95	40.98
A4	給親代的表現性推理子代的表現型機率	27.56	52.76	21.46	58.54
D1	染色體在細胞裡的位置	90.55	82.68	64.88	91.71
*M1D2	成對基因在染色體上的位置	53.54	44.88	18.05	62.44
D3	基因的數目	44.09	59.84	41.46	57.07
D4	DNA 檢定的原理	46.46	59.84	38.54	61.46
D5	體細胞的染色體情況	23.62	50.39	24.88	65.37
**D6	基因的組成	—	—	80.49	90.24

註：\*表示跨概念的題目；\*\*表示第二屆學生新增的題目

習經驗，打擊兒童的學習信心、影響往後的遺傳學習興趣，造成教學後的測驗成績不進反退。

至於兩屆學生在測驗中各個概念題目的表現，相關的重要分析與討論則分別闡述如下：

#### （一）有性生殖（簡稱 SR）

在前測中，兩屆學生均對人類子代的性別決定存有迷思，約有二成六以上的學生認為，人類的性別決定於受精卵形成胚胎的過程。另外，後一屆學生在前測中，對於動、植物的有性及無性生殖的概念較為不足，這可能與國中的課程內容有關，但仍需要再做進一步的研究才能確定。

#### （二）減數分裂（簡稱 M）

由於遺傳學的專有名詞很多，牽涉其中的概念也十分細膩、複雜，而減數分裂是屬於「微觀」層次的概念。依照教學經驗，這些屬於微觀層次的概念，因為不易由人的五官等覺知系統來觀察、學習，傳統的教授方式是以理論、圖片來講授，所以有可能增加學習這些概念的困難度（Marbach-Ad & Stavvy, 2000）。由本研究的學生表現看來，的確可以發現他們即使學過「減數分裂」這部分的概念並記熟了這個名詞，但對於細胞內部發生的過程卻十分模糊。除此之外，由表 3 和表 4 皆可以看出「減數分裂」是屬於前測中表現較差的概念之一，這個結果與王貞惠和黃台珠（2001）的研究結果相仿。而作者們也發現，學生的先前知識之中，最欠缺微觀的遺傳構造概念，其中包括減數分裂。

事實上，有關「減數分裂」的概念學習，在遺傳教學裡並非獨立的。因為，同源染色體會經過複製、再分離的過程，導致學生有關染色體基本概念的完整與否，會影響其學習減數分裂的效果。Hiderbrand（1991）也認為，學生需要認識染色體及其相關知識，才能完整而且正確的解決有關減數分裂學習上的障礙。此外，Longden（1982）表示，減數分裂是一個染色體複製且移動的過程，但傳統的教學方式卻常以靜態的圖片進行教學（黃台珠等人，1994）；其他如：學生對課本附圖不

能完全了解（楊坤原、張賴妙理，2001），也都是學生在學習減數分裂時，表現不佳的可能原因。

### （三）基因—性狀（簡稱 GC）

在本研究中，兩屆學生約有五成不能「由表現型推理出基因型」，他們無法順利將顯隱性的符號表徵與外表性狀相互連結。這個結果與 Marbach-Ad 和 Stavy（2000）以及 Lewis 等人（2000a, 2000b）的研究結果相似。推測原因，可能是顯隱性的符號表徵是屬於抽象的層次，而外表性狀是屬於巨觀的層次，而兩種層次的連結、轉換需要整合，而且學生必須意識到性狀的決定是因為基因提供（遺傳）訊息。經過教學後，兩屆學生仍約有百分之四十五以上的人認為後天造成的性狀改變，如：手術修整會影響子代的性狀表現（表 4，G5）。為何會有這樣高的答錯比例呢？非常值得教學者深思。

### （四）計算及邏輯推理能力（簡稱 ACLR）

計算及邏輯推理能力是以棋盤格的使用與推理基因型、表現型的題目為主。由學生的表現得知：當給與表現型的特徵後，希望學生能藉由顯隱性的符號表徵，去推理出基因型，學生們皆表現不佳。推測其理由也是因為這部分牽涉了巨觀及符號表徵兩個認知或思考層次，學習者需要整合這兩個層次的概念才能成功的學習 ACLR。但是，也可能因為推理這些問題需要具備機率的概念，而國一學生可能缺乏這些與機率相關的概念，導致這些概念的學習困難。國外學者 Bahar 等人（1999a）亦指出遺傳學習中與數學有關的概念，亦是造成學生遺傳學習困難的原因之一。

另外，在使用棋盤格的時候，學生必須了解有性生殖中孟德爾定律，有關等位基因分離率、基因自由組合率的觀念，才能將微觀層次中的基因流動、再組合等觀念結合於生活應用的計算推理中，而不至於淪為單純記憶使用棋盤格的方法而已。至於，某些學生會使用棋盤格來做運算，卻不一定會解釋其中的道理。這是因為他們對基因及染色體的基本結構、兩者的關係和孟德爾定律的了解有限，因此無法發展出對遺傳



學概念的全盤理解 (Lewis et al., 2000a, 2000b)。

#### (五) DNA—基因—染色體 (簡稱 DGC)

由學生的表現看出，有九成的學生知道染色體位於細胞核中，基因是由 DNA 組成，但對於染色體、基因在數量上的關係卻不清楚 (表 4)。另外，即使經過學習後，在 DNA 比對的生活常識應用題中，兩屆學生仍約有百分之二十五認為，父親或母親其中一方的 DNA 會和兒子的 DNA 完全一樣。這個另有概念的成因，有可能是學習者不了解在有性生殖的過程中，由父母雙方提供的遺傳訊息會重新組合。同時，也有百分之四十以上的學生認為體細胞並不含有「性染色體」，由此可見他們對體細胞及配子細胞裡的染色體狀況不十分清楚。要使學生學會「人體的每個細胞 (除精、卵細胞之外) 皆由受精卵分裂而來，所以具有相同的基因」，張賴妙理、涂志銘和鄭湧涇 (2001) 建議可採取符合建構式理念的教學策略。

至於 DNA 的檢定，在兩屆學生的後測中，約有六成的學生答對。這表示，學生多半已經意識到，這類與遺傳學有關的知識在社會生活之中的實際應用。學習者似乎對學習與遺傳學相關的生活應用，要比對探討生物基因功能的主題更有興趣 (程台生、洪秀鈴、黃東賢、陳麗珠，2003)，Lewis 等人 (2000a, 2000b) 推測其成因，可能是這些社會生活中的應用實例，是學生們容易意識到、能使用且覺得重要的事物，或是唯一能在教室外使用到遺傳概念的機會。

在 DGC 這個概念裡，因為 DNA 的組成牽涉到生物化學層面；基因的功能，牽涉到生物層面；而染色體的形態，牽涉到構造層面，使得學生在學習這三者的關係上倍覺困難。此外，屬於微觀層次的概念不易學習，是因為這些概念通常都以理論講述的方式來教學 (Marbach-Ad & Stavy, 2000)。但是，染色體是遺傳學習的基礎單位 (Lewis & Wood-Robinson, 2000)，也是參與有絲分裂和減數分裂的基本實體；學生有必要建立完整的染色體概念以發展有意義的遺傳學習。本研究結果也與 Lewis 等人 (2000a, 2000b) 的研究結果一致，作者們表示學生對基因的

基本知識，如：功能、結構、位置等，知道的非常有限。從表 4 可發現，前一屆學生在部分與 DGC 概念相關的題目，有前測答對率高於後測的現象。除了前面相關的推論之外，參與討論的教師表示，國小已學習過遺傳單元的前一屆學生，於國一階段再次學習遺傳的新鮮感可能已經降低，而影響了他們的學習興趣，導致答對率下降。或者，可能是教科書中對遺傳學基本概念的呈現不夠清楚，抑或教師採用不恰當的隱喻，而造成了學生的另有想法，導致這些另有想法反而阻礙了他們後來在國一階段的遺傳學習 (Banet & Ayuso, 2000)。但是，真正的原因需要再做進一步的研究才能確定。

根據當初參與國民小學課程標準修訂的委員們認為，在生物方面的教材編輯因為教學時數的關係而刪除了遺傳課程。另外，也有編輯委員表示，以人的特徵遺傳為教材為主題，害怕對單親家庭會有傷害，所以當時決定將遺傳單元從國小課程中刪除。不過，也有部分委員認為，遺傳是很有意義的教學主題，基本概念也不是太難，若為避免人類特徵遺傳的討論太敏感，建議可以用植物或動物作為教材探討的主題，會比較適合。由於生物技術的應用已十分發達，實驗器材也非常普遍，目前已有相關研究 (許惠菁、程台生、黃嘉慧、許智翔, 2002) 將生物技術實驗改良成簡單的活動 (程台生等人, 2003)，使其包含基本的遺傳概念，並設計成教學模組帶入國小教學環境 (洪秀鈴、許惠菁、蔡孜怡、程台生、陳麗珠, 2004)，實施方式十分親和且效果頗佳，大部份參與實驗的學生都表現出高度的學習興趣 (洪秀鈴, 2003；許惠菁, 2003；程台生、洪秀鈴、許惠菁、蔡孜怡、黃東賢, 2003)。因此，在九年一貫課程的多元及富含彈性的特質下，國小或國中教師可利用這類有趣的教學模組，取其適用的教學單元作為彈性補充或補救教材，較能引起學生的學習遺傳的動機。

在課程改革上，為因應國家、社會的需求及其時代背景，修訂教材或課程綱要、課程標準是必須的過程。然而，除了編輯委員修訂時的考量之外，若能輔以相關的基礎研究來支持其綱要、標準的修訂，就能達到更理想的境地。雖然本研究因其時間點的獨特而不具重複性，但是作為課程改革的基礎研究，仍然盼望它能提供相關人員作為將來修訂課程的參考。如今，九年一貫課程打破了以往課程

狹窄的發展空間，課程發展更具包容性與彈性。希望將來有更多研究人員投入課程的基礎研究，使得台灣的教育走向完善的課程研發、教學及修訂，讓未來的教材更能兼具各種優點。最後，以「沒有任何一種學習理論能適用於所有的學生，所以教師應該多多設計具多元智慧的教學與評量，學生才會有多元的發展機會與空間」（王貞惠、黃台珠，2001），與科學教師相互勉勵。

## 伍、結論與建議

本研究利用自編成就型測驗，調查處於不同版本國小課程標準的前、後兩屆學生，他們在遺傳學習上的表現及其學習差異的狀況。研究結果顯示，兩屆學生在前測有關「有性生殖（SR）」、「基因—性狀（GC）」及「DNA—基因—染色體（DGC）」三大概念的答對率高於「減數分裂（M）」和「計算與邏輯推理能力（ACLR）」。前一屆的學生即使經過國小六年級的遺傳學習，但是他們在前測中對 ACLR 的概念仍存有疑惑及學習困難。而兩屆學生在後測的表現也是 SR、GC 及 DGC 的表現好過 M 和 ACLR。經過傳統講述式為主的遺傳教學後，學生在 M 和 ACLR 這兩方面的遺傳學習雖有明顯的進步，但學習成效仍然偏低。根據這些研究結果，研究者針對教師在教學上，應該注意哪些概念及採取何種教學方法的建議如下：

- 一、由於微觀的經驗是學生在學習過程中最為欠缺的先前概念，建議教師可以藉由相關的錄影帶、動畫來引起學生的學習動機。在介紹完整個概念後，還可以利用黃台珠等人（1994）所設計的紙型教具讓學生直接操作，以補學生在微觀經驗的不足。
- 二、由於遺傳學的內容牽涉「巨觀」、「微觀」、「符號表徵」三個層次的概念以及層次與層次之間的連結，使得遺傳學習更顯複雜。教師在教學時若注意將三個層次的概念相互整合，而不要將它們分開來教學，應能使學生在遺傳學習上有更完整的整體概念（Marbach-Ad & Stavy, 2000）。
- 三、「減數分裂」和「計算及邏輯推理能力」等表現較差的概念，經由訪談

國中教師對於教學上的建議及反省，認為教師由於教學時數及課程安排上的緣故，多以傳統講述為主的教學方法，也許是學習較不具教學成效的原因之一。其中，「減數分裂」可以幫助學生了解遺傳的其他概念，卻也是學生視為學習遺傳概念的阻礙（Longden, 1982）。所以，教師若能多嘗試其他的教法、延長教學時數甚至增添補充教材等方法，使學生在這兩大概念的學習更具成效。

以下根據研究結果，針對教材編輯人員提出如下的建議：

- 一、遺傳概念學習牽涉三個向度的認知或思考層次，初學者在初次接觸遺傳學的時候，都會同時接觸到屬於三個不同層次的概念及過程，他們無法將這些概念視為整體遺傳概念的一部分（Marbach-Ad & Stavy, 2000）；因為沒有辦法像專家一樣自由的在三個向度轉換概念或做連結，因此初學者在發展這些遺傳概念的時間若能延長，將有助於提升他們的學習效果（Bahar et al., 1999a）。
- 二、從國小、國中、高中到大學的各個教育階段，學校內的科學課程安排，舉凡物理、化學、生物等領域，都是幾個大單元在不同階段，採取不斷重複學習的方式進行。課程設計上，從國小階段學習初步的觀察、覺知，接著到國中階段學習相關的科學理論，高中階段學習概念、理論的應用，到了大學則對相關內容做統整與更深入的學習。如何配合學生不同的認知發展階段，藉由這樣的單元重複，內容由淺漸深，來使學生逐漸建構出完整的學科概念。以遺傳學這樣複雜且易於產生學習困難的學科，更應採取這樣的方式安排課程。若是在國小階段，教材內容能配合科技進步的成果，多介紹一些遺傳概念在生活上的應用實例，而少談過於抽象的遺傳觀念，達到增加學童對遺傳知識學習的興趣、重視與信心。到了國中再學習較為複雜的概念，藉由不間斷的學習，應該會使學生的學習更有效果。
- 三、遺傳學中有許多極為相像的專有名詞，由於這類的名詞或概念介紹，在教材的編排上太過接近，如：減數分裂和有絲分裂，容易造成許多學生在學習上的迷惑。這類容易相互混淆，但又十分近似的名詞或課程內

容，若能藉由新科技，如：數位化學習，來增加教材的新鮮感、趣味性及親和性，或許學生的學習困難會減輕不少。

## 致謝

感謝國立台南大學自然科學教育學系，提供實驗場所與支持。多年合作伙伴簡維瑩、陳惠美、戴滇琪、王雅麗、陳春敏、黃東賢等國小教師，台南縣市及高雄市各國中教師與學生協助。國立高雄師範大學科學教育研究所黃台珠教授及本校自然科學教育學系林宏一教授提供寶貴意見，使得本文更趨完善。本計畫承行政院國科會科學教育發展處、國立台南大學提供部分研究經費，使得研究小組許多理念得以推動無礙，特此一併致謝。

## 參考文獻

### 中文部份

- 王貞惠、黃台珠（2001，12月）。改善學生遺傳概念學習之研究——應用「巨觀」—「微觀」—「符號表徵」導向之概念改變教學模式。論文發表於國立高雄師範大學舉辦之「第十七屆中華民國科學教育」學術研討會，高雄市。
- 洪秀鈴（2003）。GMO教學模組之發展與評鑑。國立台南師範學院自然科學教育學系碩士論文，未出版，台南市。
- 洪秀鈴、許惠菁、蔡孜怡、程台生、陳麗珠（2004）。基因改造生物教學模組。台南市：國立台南大學。
- 涂志銘、張賴妙理、鄭湧涇（2003，12月）。國一學生遺傳概念改變之研究。論文發表於國立台灣師範大學舉辦之「第十九屆中華民國科學教育」學術研討會，台北市。
- 教育部（1975）。國民小學自然科學課程標準。台北市：教育部。
- 教育部（1993）。國民小學自然課程標準。台北市：教育部。
- 教育部（1994）。國民中學生物課程標準。台北市：教育部。
- 許惠菁、程台生、黃嘉慧、許智翔（2002，12月）。運用生物科技改進國小學生DNA概念學習之研究。論文發表於國立彰化師範大學舉辦之「第十八屆中華民國科學教育」學術研討會，彰化縣。
- 許惠菁（2003）。GMO教學模組之相關實驗活動設計與實施。國立台南師範學院自然科學教育學系碩士論文，未出版，台南市。
- 黃台珠（1993）。中學生遺傳學習的現況及問題。高雄師大學報，4，269-300。
- 黃台珠、鄭世暖、林明輝、蘇懿生、張學文、趙大衛（1994）。國中生物遺傳教學的改進研究。高雄師大學報，5，113-135。
- 黃東賢、程台生、陳麗珠（2004）。南台灣國小高年級兒童的基因改造食品認知、態度與消費行為之調查研究。南大學報，38，71-92。
- 程台生（2003）。九年一貫課程教材之創新與應用——從「GMO教學模組」出

發。台南市：供學。

程台生、許惠菁、蔡孜怡、陳麗珠（2003）。DNA SPA。南師學報，37（2），59-75。

程台生、洪秀鈴、黃東賢、陳麗珠（2003，10月）。從兒童對基因改造食品的認知到GMO教學模組。論文發表於國立台南師範學院舉辦之「九十二學年度師範學院教育學術」研討會，台南市。

程台生、洪秀鈴、許惠菁、蔡孜怡、黃東賢（2003）。基因改造生物教學模組發展歷程的省思。載於陳文典（主編），科學課程論文彙編（頁365-388）。台北市：國立台灣師範大學。

湯清二（2000）。我國非主修生物大學生對DNA認知的了解與改善學習的策略探討。科學教育學刊，8，101-121。

張賴妙理、涂志銘、鄭湧涇（2001，12月）。符合建構論者理念的教學策略對生殖與遺傳概念學習成效之影響。論文發表於國立高雄師範大學舉辦之「第十七屆中華民國科學教育」學術研討會，高雄市。

楊坤原、張賴妙理（2001，12月）。二階段式遺傳學迷思概念診斷工具的發展與效化。論文發表於國立高雄師範大學舉辦之「第十七屆中華民國科學教育」學術研討會，高雄市。

樊琳、李賢哲（2001）。小小基因工程師——一個國小／國中科學創造思考教學之教案實例。科學教育月刊，237，61-63。

魏金財（1992）。小學遺傳概念教學與教學科技——一個嘗試性作法的實例探討。教學科技與媒體，6，13-19。

#### 英文部份

Bahar, M., Johnstone, A. H., & Hansell, M. H. (1999a). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33 (2), 84-86.

Bahar, M., Johnstone, A. H., & Sutcliffe, R. G. (1999b). Investigation of students' cognitive structure in elementary genetics through word association tests. *Journal of Biological Education*, 33 (3), 134-141.

Banet, E., & Ayuso, E. (2000). Teaching genetics at secondary school: A strategy for

- teaching about the location of inheritance information. *Science Education*, 84, 313-351.
- Collins, A., & Stewart, J. H. (1989). The knowledge structure of Mendelian genetics. *The American Biology Teacher*, 51 (3), 143-149.
- Deadman, J. A., & Kelly, P. J. (1978). What do secondary school boys understand about evolution and heredity before they are taught the topics? *Journal of Biological Education*, 12, 7-15.
- Finley, F. N., Stewart, J., & Yaroch, W. L. (1982). Teacher' perceptions of important and difficult science content. *Science Education*, 66, 531-538.
- Hiderbrand, A. C. (1991). Confusing chromosome number and structure: A common student error. *Journal of Biological Education*, 25 (3), 193-202.
- Lewis, J., Leach, J., & Wood-Robinson, C. (2000a). All in the genes?-Young people's understanding of the nature of genes. *Journal of Biological Education*, 34, 74-79.
- Lewis, J., Leach, J., & Wood-Robinson, C. (2000b). What's in a cell?-Young people's understanding of the genetic relationship between cells, within an individual. *Journal of Biological Education*, 34 (3), 129-132.
- Lewis, J., & Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosome, cell division and inheritance: do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22 (2), 177-195.
- Longden, B. (1982). Genetics: Are there inherent learning difficulties? *Journal of Biological Education*, 16, 135-140.
- Marbach-Ad, G., & Stavy R. (2000). Students' cellular and molecular explanations of genetic phenomena. *Journal of Biological Education*, 34, 200-205.
- Solomon, G. E. R., Johnson, S. C., Zaitchik, D., & Carey, S. (1996). Like father, like son: Young children's understanding of how and why offspring resemble their parents. *Child Development*, 67, 151-171.
- Wood-Robinson, C., Lewis, J., & Leach, J. (2000). Young people's understanding of the nature of genetic information in the cells of an organism. *Journal of Biological Education*, 35(1), 29-36.



## 附錄一

## 六十四年版「人體特徵的遺傳」單元分析

## 一、「人體特徵的遺傳」單元所包含的概念（李秀娟、張永達、黃達三，1998）

概念（字彙）	概念（事件）
遺傳、特徵、外形、表現的類型、遺傳物、質、單位、基因、成對基因、顯性、隱性、基因型	表現方式、二分法、輪狀組合、表格組合、基因組合

## 二、「人體特徵的遺傳」單元之主要概念和次概念之分析

主要概念	次要概念
遺傳	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 每個孩子都有許多和父母相同的特徵。</li> <li>2. 人體的外形有許多特徵，這些特徵是從父母遺傳而來的。</li> <li>3. 有些人體的特徵有明顯的兩種表現方式。</li> <li>4. 可以用分類表格組合整理遺傳特徵。</li> <li>5. 可以用輪狀的方式整理遺傳特徵。</li> <li>6. 人體的特徵有許多不同的組合。</li> </ol>
基因	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 決定人體外形特徵的遺傳因子，稱為基因。</li> <li>2. 所有特徵都是由成對基因來決定的。</li> <li>3. 基因可分為兩種，即顯性基因和隱性基因。</li> <li>4. 捲髮基因是顯性基因，可用 A 代表。</li> <li>5. 直髮基因是隱性基因，可用 a 代表。</li> <li>6. 若人體具有的基因組合為 AA 及 Aa，則他的頭髮為捲髮。</li> <li>7. 子女外表的特徵，不一定和父母完全一樣。</li> </ol>

附錄二

我國國中小課程中有關遺傳概念的課程內容統計與分析

<p>國小課程標準 六十四年</p>	<p>國編本 人體特徵的遺傳（六下）</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 人體的特徵是由遺傳而來的</li> <li>2. 由許多外在的表徵發現遺傳是複雜多變的</li> <li>3. 遺傳物質的因子稱為基因</li> <li>4. 基因有隱性和顯性</li> <li>5. 基因型會決定外表的特徵</li> <li>6. 親代的基因是由父母的基因重組遺傳而來的</li> </ol>						
<p>八十四年 國小課程標準</p>	<p>有關遺傳部分的課程全數刪除，以康軒、南一版為例，列舉遺傳學習的相關教學內容。</p> <p>康軒：生物的繁殖（五上）</p> <table border="1" data-bbox="391 862 1289 1025"> <tr> <td data-bbox="391 862 957 1025"> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 植物可藉由根、莖、葉繁殖，產生後代</li> <li>2. 卵生動物由卵孵化而成</li> <li>3. 胎生動物的胎兒在母體吸收養分發育</li> <li>4. 生物對水、溫度有不同的因應方法</li> </ol> </td> <td data-bbox="957 862 1289 1025"> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 植物的繁殖</li> <li>2. 不同種子繁殖植物</li> <li>3. 動物的卵生繁殖</li> <li>4. 動物的胎生繁殖</li> <li>5. 蒐集動物繁殖的資料</li> </ol> </td> </tr> </table> <p>南一：生物的繁殖（五下）</p> <table border="1" data-bbox="391 1064 1289 1189"> <tr> <td data-bbox="391 1064 957 1189"> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 生物對水、溫度因素的因應</li> <li>2. 植物可由種子、根、莖、葉繁殖</li> <li>3. 卵生動物由卵孵化而成</li> <li>4. 胎生動物的胎兒在母體內吸收養分發育</li> </ol> </td> <td data-bbox="957 1064 1289 1189"></td> </tr> </table>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 植物可藉由根、莖、葉繁殖，產生後代</li> <li>2. 卵生動物由卵孵化而成</li> <li>3. 胎生動物的胎兒在母體吸收養分發育</li> <li>4. 生物對水、溫度有不同的因應方法</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 植物的繁殖</li> <li>2. 不同種子繁殖植物</li> <li>3. 動物的卵生繁殖</li> <li>4. 動物的胎生繁殖</li> <li>5. 蒐集動物繁殖的資料</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 生物對水、溫度因素的因應</li> <li>2. 植物可由種子、根、莖、葉繁殖</li> <li>3. 卵生動物由卵孵化而成</li> <li>4. 胎生動物的胎兒在母體內吸收養分發育</li> </ol>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 植物可藉由根、莖、葉繁殖，產生後代</li> <li>2. 卵生動物由卵孵化而成</li> <li>3. 胎生動物的胎兒在母體吸收養分發育</li> <li>4. 生物對水、溫度有不同的因應方法</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 植物的繁殖</li> <li>2. 不同種子繁殖植物</li> <li>3. 動物的卵生繁殖</li> <li>4. 動物的胎生繁殖</li> <li>5. 蒐集動物繁殖的資料</li> </ol>							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 生物對水、溫度因素的因應</li> <li>2. 植物可由種子、根、莖、葉繁殖</li> <li>3. 卵生動物由卵孵化而成</li> <li>4. 胎生動物的胎兒在母體內吸收養分發育</li> </ol>								
<p>國編本 （八十三年國中課程標準）</p>	<p>生物體的構造（國一上）：</p> <table border="1" data-bbox="391 1220 1289 1288"> <tr> <td data-bbox="391 1220 957 1288"> <p>認識動植物的細胞構造</p> </td> <td data-bbox="957 1220 1289 1288"> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 觀察植物細胞</li> <li>2. 觀察動物細胞</li> </ol> </td> </tr> </table> <p>生殖（國一下）：</p> <table border="1" data-bbox="391 1310 1289 1512"> <tr> <td data-bbox="391 1310 957 1512"> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 屬於「巨觀」的概念：生殖、有性生殖、無性生殖、遺傳、突變</li> <li>2. 屬於「微觀」的概念：細胞分裂、減數分裂、染色體、DNA、基因</li> </ol> </td> <td data-bbox="957 1310 1289 1512"> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 植物的營養器官繁殖</li> <li>2. 蛋的構造</li> <li>3. 花的構造</li> </ol> </td> </tr> </table> <p>遺傳（國一下）：</p> <table border="1" data-bbox="391 1534 1289 1774"> <tr> <td data-bbox="391 1534 957 1774"> <p>屬於「符號表徵」的概念：遺傳法則、基因型、棋盤格、顯隱性、遺傳樹狀圖</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 基因與遺傳</li> <li>2. 遺傳法則</li> <li>3. 性別的遺傳</li> <li>4. 突變</li> <li>5. 人類的遺傳</li> <li>6. 遺傳諮詢和生物技術</li> </ol> </td> <td data-bbox="957 1534 1289 1774"> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 耳垂位置的遺傳</li> <li>2. 人類性別的遺傳</li> <li>3. 個體間的比較</li> <li>4. 血型的遺傳</li> </ol> </td> </tr> </table>		<p>認識動植物的細胞構造</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 觀察植物細胞</li> <li>2. 觀察動物細胞</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 屬於「巨觀」的概念：生殖、有性生殖、無性生殖、遺傳、突變</li> <li>2. 屬於「微觀」的概念：細胞分裂、減數分裂、染色體、DNA、基因</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 植物的營養器官繁殖</li> <li>2. 蛋的構造</li> <li>3. 花的構造</li> </ol>	<p>屬於「符號表徵」的概念：遺傳法則、基因型、棋盤格、顯隱性、遺傳樹狀圖</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 基因與遺傳</li> <li>2. 遺傳法則</li> <li>3. 性別的遺傳</li> <li>4. 突變</li> <li>5. 人類的遺傳</li> <li>6. 遺傳諮詢和生物技術</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 耳垂位置的遺傳</li> <li>2. 人類性別的遺傳</li> <li>3. 個體間的比較</li> <li>4. 血型的遺傳</li> </ol>
<p>認識動植物的細胞構造</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 觀察植物細胞</li> <li>2. 觀察動物細胞</li> </ol>							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 屬於「巨觀」的概念：生殖、有性生殖、無性生殖、遺傳、突變</li> <li>2. 屬於「微觀」的概念：細胞分裂、減數分裂、染色體、DNA、基因</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 植物的營養器官繁殖</li> <li>2. 蛋的構造</li> <li>3. 花的構造</li> </ol>							
<p>屬於「符號表徵」的概念：遺傳法則、基因型、棋盤格、顯隱性、遺傳樹狀圖</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 基因與遺傳</li> <li>2. 遺傳法則</li> <li>3. 性別的遺傳</li> <li>4. 突變</li> <li>5. 人類的遺傳</li> <li>6. 遺傳諮詢和生物技術</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 耳垂位置的遺傳</li> <li>2. 人類性別的遺傳</li> <li>3. 個體間的比較</li> <li>4. 血型的遺傳</li> </ol>							

### 附錄三

#### 國一生遺傳概念學習診斷測驗（前測）

各位親愛的同學：

我們是台南師範學院自然科學教育學系碩士班研究生，目前所研究的重點是國小六年級到國一學生有關遺傳概念的學習情況，希望能夠針對學習有困難的概念，在相關教材或實驗活動中做適度的修正。

以下是我們所擬定的題目共有二十二題，這次測驗不納入學校成績計分，請同學放心作答，將您的想法或意思正確表達給我們。這次的測驗及基本資料是採匿名方式，請不要在測驗題本的其他地方寫入相關的個人資料。測驗結果除供研究外，不另做其他用途。有了您的熱心幫助，能夠讓我們在研究上有更多的進步，非常感謝您的協助！

敬祝

學安

國立台南師範學院自然科學教育學系 謹上

中華民國九十二年三月二十日

E-mail：a9117803@stumail.ntntc.edu.tw

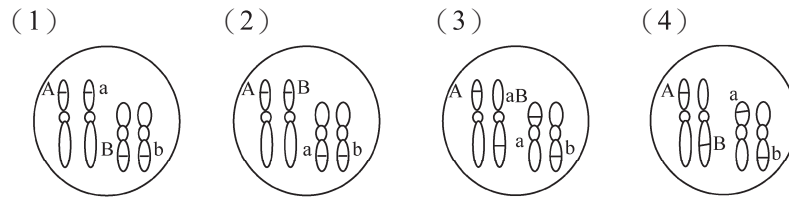
( ) 1. 染色體位於人體細胞中的哪個構造內？

- (1) 細胞質
- (2) 細胞核
- (3) 細胞膜
- (4) 細胞壁

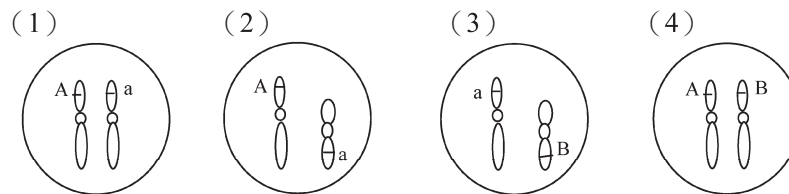
( ) 2. 造成班上同學外表特徵不同的主要原因是：

- (1) 基因不同
- (2) 血型不同
- (3) 出生地點不同
- (4) 年齡不同

( ) 3. 下圖表示某生物細胞內的兩對染色體，Aa 與 Bb 是位於染色體上的成對基因。下列何項是正確的？



( ) 4. 承上題，若此細胞進行減數分裂，則精子內之染色體及基因為下列哪一種情形？



( ) 5. 人體的遺傳特徵是由父母而來的，那遺傳訊息來自父母親的哪個部分？

- (1) 血液
- (2) 精子、卵子
- (3) 骨骼
- (4) 皮膚

( ) 6. 某種生物有八條染色體，則其生物的基因數目有多少？

- (1) 4
- (2) 大於 8
- (3) 8
- (4) 小於 8

( ) 7. 張氏夫妻的獨生子張小毛，不幸於火災中罹難，因為屍骨焦黑難辨，必須藉由 DNA 比對以確認其身分。請問為什麼 DNA 比對，可以從焦黑難辨的屍骨中，確認張小毛的身份？

- (1) 因為有親緣關係的人，DNA 完全相同

- (2) 因為有親緣關係的人，DNA 部分相同
  - (3) 因為有親緣關係的人，DNA 完全不同
  - (4) 因為父親或母親的 DNA 與兒子的 DNA 一樣
- ( ) 8. 人體細胞內，同源染色體上成對的基因分別來自何者？
- (1) 皆來自父親
  - (2) 皆來自母親
  - (3) 父親與母親
  - (4) 祖父與祖母
- ( ) 9. 關於生物的遺傳性狀，下列敘述何者錯誤？
- (1) 子代的性狀和親代完全相同
  - (2) 性狀可經由親代遺傳給子代
  - (3) 性狀有顯性和隱性之分
  - (4) 性狀是由基因所控制的
- ( ) 10. 人體有性生殖過程中，精卵來自於：
- (1) 有絲分裂
  - (2) 減數分裂
  - (3) 體細胞分裂
  - (4) 分裂生殖
- ( ) 11. 棋盤方格法不可用來推算
- (1) 基因在染色體上的位置
  - (2) 親代的基因組合
  - (3) 性別的遺傳
  - (4) 後代性狀為顯性或隱性
- ( ) 12. 中國人和美國人，他們的外貌、體型、膚色等差異很大，是因為他們細胞內何種構造不同？
- (1) 染色體的數目
  - (2) 染色體的大小
  - (3) 基因的種類

- (4) 基因的數目
- ( ) 13.  $P$  是多指的基因， $p$  是正常的基因。我們一般人的手和腳都是五指，則我們細胞內控制手指數目的基因組合是
- (1)  $PP$
  - (2)  $Pp$
  - (3)  $pp$
  - (4) 以上皆有可能。
- ( ) 14. 黃金鼠長尾對短尾為顯性，以  $T$ 、 $t$  表示基因，今將兩隻長尾之小白鼠基因組合為  $TT$  及  $Tt$ ，以手術方法將長尾剪成短尾之形狀，兩者交配後，若無突變發生，則所生子代出現短尾之機率？
- (1) 0
  - (2)  $1/2$
  - (3)  $3/4$
  - (4) 1
- ( ) 15. 已知美人尖為顯性基因，以  $W$  表示。小明的父親有美人尖，而母親沒有。若小明沒有美人尖，則小明父親美人尖的基因型為何？
- (1)  $WW$
  - (2)  $Ww$
  - (3)  $ww$
  - (4)  $WW$ ， $Ww$  均有可能
- ( ) 16.  $A$  是耳垂分離的基因， $a$  是耳垂緊貼的基因，母親是耳垂緊貼的，則產生的卵所含基因有幾種型式？
- (1) 1 種
  - (2) 2 種
  - (3) 3 種
  - (4) 4 種
- ( ) 17. 基因是由下列何者物質組成？
- (1) 脂質

- (2) 醣類  
(3) 蛋白質  
(4) DNA
- ( ) 18.冠霖將高莖的豌豆和矮莖的豌豆交配後，其子代為高莖的機率是百分之百；他又在子代中任選兩棵交配，則所得為高莖豌豆的機率是
- (1) 1/4  
(2) 1/2  
(3) 2/3  
(4) 3/4
- ( ) 19.人類子代的性別決定於下列那一過程？
- (1) 減數分裂  
(2) 受精  
(3) 受精卵的細胞分裂  
(4) 受精卵形成胚胎的過程
- ( ) 20.下列哪些生物的生殖過程中，基因有新的組合？甲、落地生根的出芽生殖，乙、酵母菌的分裂生殖，丙、母狗生出小狗，丁、西瓜產生種子
- (1) 甲、乙  
(2) 乙、丙  
(3) 丙、丁  
(4) 甲、丁
- ( ) 21.某學生細胞內的性染色體如圖所示，則下列敘述何者錯誤？



- (1) a、b 上有多個基因  
(2) a 來自母親，b 來自父親  
(3) a 為 x 染色體，b 為 y 染色體  
(4) 該生口腔皮膜細胞沒有此對染色體

- ( ) 22. 李太太一連生了六個女兒，主要原因是
- (1) 李太太肚子不爭氣
  - (2) 李先生染色體上的基因突變
  - (3) 卵每次都和帶 X 染色體的精子相遇而結合
  - (4) 李先生的精子均帶 Y 染色體。