

歷史事件圖 (HEM) 教材對國一學生的科學本質觀、 對科學的態度以及學習成就的影響

胡瑞萍、林陳涌

國立台灣師範大學生命科學系

repinghu@yahoo.com.tw

摘要

本研究是一個兩年的計畫，以遺傳為主題，第一年主要在進行教材的發展，根據所閱讀的遺傳學相關史料，以及遺傳學與生殖學的發展、細胞學的發展以及顯微鏡相關技術的發展的關係，發展出歷史事件圖 (HEM)，並編寫科學事件小單元教材。第二年則是實際使用教材於教學，並進行教材對於學生的科學本質觀、對科學的態度以及學習成就的影響之探究。研究結果顯示，使用 HEM 教材的實驗組學生在科學本質觀以及對科學的態度的問卷得分上，顯著比對照組學生要高，顯示本教材確有提升學生的科學本質觀和對科學的態度的功用；在學習成就的表現方面，實驗組和對照組沒有顯著差異，顯示應用科學史教材於教學中，並不會影響學生的學習表現。

關鍵詞：科學史、科學本質觀、對科學的態度、學習成就、歷史事件圖 (HEM)

一、文獻探討

五十多年前美國哈佛大學校長 J.B. Conant 利用科學史做為大學非科學主修學生的科學教育課程，引起科學教育界對科學史的重視，此後，國內外科教界關於科學史的研究就陸續出現。

科學史在科學教育上的應用很廣泛，Matthews (1994) 整理七個應用科學史在科學教育的理由，包括：歷史能促進對科學概念與方法的較深入理解；歷史能連結個別想法的發展與科學想法的發展；科學史具有內在價值，重要的科學史事件與文化應讓學生熟悉，如：科學大革命、達爾文、盤尼西林的發現與其他；科學史對了解科學本質很重要；歷史能對抗經常在科學教科書與教學出現的科學主義與教條主義；依據檢驗單一科學家的生活與時代，科學史讓科學教材人性化、讓科學教材不致太抽象、以及較吸引學生，科學史讓單元與其學科及其他學科有聯繫性以及科學史呈現人類成就的統整與彼此依賴的本質。

以科學史為材料進行教學，探討對學生學習的影響的研究，多半著眼於對學生的科

歷史事件圖 (HEM) 教材對國一學生的科學本質觀、對科學的態度以及學習成就的影響(董秋紅, 2004; 吳盈妮, 2004; 董美津, 2004; 陳麗鴻, 2004; 邱明富, 2002; 莊蕙元, 2001; 鄭秀如, 1996), 也有少數研究觸及對批判思考能力或科學探究能力(王月春, 2003; 陳怡君, 2004)。雖然應用單一科學家或單一歷史事件針對單一重要科學知識或概念進行教學有相當程度的功能, 如: Hendrick (1991), 但有些研究提出針對一個統整性的單元, 如: 演化論與創造論 (Ruse, 1989), 發展涵蓋面向較廣且較能引起學生的想像力的歷史系列事件, 作為科學史的教學材料。這樣對科學領域內重要概念的發展比較完全及涵蓋領域較廣的介紹, 更能呈現科學知識的動態發展與互相依賴的特性。

本研究擬選擇較為廣泛的生命科學主要領域, 進行較為全面性的科學史料蒐集, 編寫適合國中生教材, 以促進學生對科學本質的了解, 增進學生對科學的態度的正向發展, 並希望能協助學生在概念上的學習。

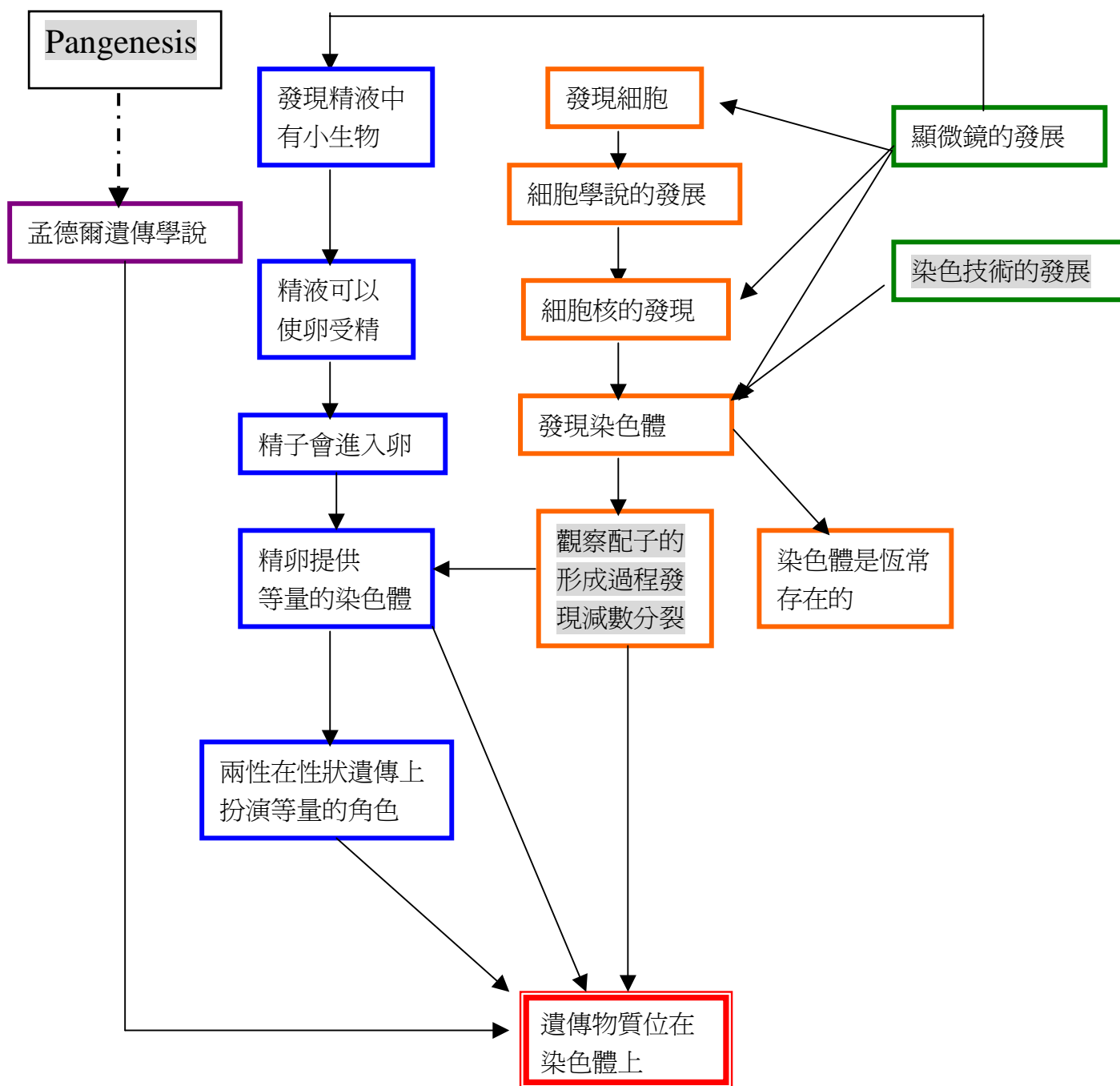
二、研究過程

本研究共分兩年進行, 第一年主要是教材發展, 第二年則是實際使用教材於教學, 並進行教材對於學生的科學本質觀、對科學的態度以及學習成就的影響之探究。以下分別就教材發展、工具發展以及研究設計與樣本概略敘述。

(一) 教材發展


本研究選定的教材發展主題是「古典遺傳學」。選定本主題的原因是國內外的研究指出: 遺傳學不僅是學習其他生物學相關概念的基礎(楊坤原和鄭湧涇, 1997), 也是老師覺得難教、學生覺得難學的單元(Bahar, Johnstone and Hansell, 1999; 黃台珠, 1990; 薛靜瑩, 1998)。再者, 遺傳學知識發展的過程中, 與生物的生殖、細胞學以及顯微鏡相關技術的發展彼此間有交互關係, 非常能夠呈現科學知識發展過程中不同領域的相互影響。

選定主題之後, 接著由研究群人員進行古典遺傳學史、生殖學的發展、細胞學的發展以及顯微鏡相關技術的發展四方面的資料蒐集和閱讀, 找出各主軸的發展脈絡和彼此關聯, 並畫出歷史事件圖 (Historical Episode Map, 簡稱 HEM, 如圖一)。



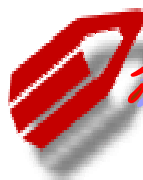
圖一：古典遺傳學的 HEM

接著，根據 HEM 圖中的重要概念史料，發展歷史事件小單元（如圖二），作為給學生的閱讀資料，並根據歷史事件內容，提出相關問題，促進學生思考。



觀察細胞分裂的過程

在 1880 年代，佛萊明 (Walter Flemming) 是一個十分活躍的細胞學家，他在活細胞內觀察到細胞分裂並記錄染色體的行為，並且發現子代的染色體數目和親代是相同的。如果所有的細胞都來自細胞分裂，那麼精卵結合後產生的後代染色體數目應該會加倍。但是，觀察的結果並不是這樣，引起許多科學家的討論。



想一想

Q1：如果你是佛萊明，你要如何解釋由精卵結合產生的子代，染色體數目仍然和親代相同？

Q2：你如何證實自己的想法是正確的？

圖二：歷史事件小單元

由於遺傳學的概念與生殖概念有密不可分的關係，本教材的使用主要是配合國一下冊的生殖與遺傳兩個單元，因此，將本教材命名為「從生殖到遺傳」，建議教學順序及教學設計理念如表一。

表一：【從生殖到遺傳】教學順序與說明

【主題前面有標示*號者，是為補充教材；其餘為教科書中的教材】

主題	內容綱要	設計理念
生殖的定義	介紹何謂生殖作用	生物透過生殖作用產生下一代，也將特徵遺傳給下一代
*精子可以使卵受精	介紹科學家發現精子可以使卵受精的科學史	由人類的生殖引出精子與卵
生殖的類型	介紹有性生殖與無性生殖兩大類生殖方式及其區別	讓學生了解這兩大類的生殖方式及其區別
無性生殖介紹	介紹無性生殖的方式	讓學生了解生物進行無性生殖的方法
有性生殖介紹	介紹動、植物的有性生殖	讓學生了解生物進行有性生殖的方法（含生殖行為）
遺傳概念介紹	透過遺傳的現象和學生討論何謂遺傳	讓學生了解親代透過生殖作用將性狀傳給子代的遺傳現象

* 遺傳是怎麼回事 (泛生論)	介紹 <u>西波拉底</u> 和 <u>亞里斯多德</u> 所提出的遺傳想法	讓學生了解以前的科學家對遺傳的想法
* <u>孟德爾</u> 簡介	遺傳學之父— <u>孟德爾</u> 的介紹	近兩千年的時間，人們對遺傳的觀點仍停留在泛生論的想法，直到 <u>孟德爾</u> 的出現，讓學生想一想為何會這樣
* 顯微鏡和細胞染色法的發展	介紹顯微鏡的改良和細胞染色方法的進步	<u>孟德爾</u> 的想法缺乏證據，後續顯微鏡和細胞染色技術上的發展，提供更多證據
* 發現細胞與細胞學說	介紹 <u>虎克</u> 發現細胞的歷史以及 <u>許旺</u> 和 <u>許萊登</u> 提出的細胞學說	顯微鏡的發展使科學家發現構成生物體的基本單位—細胞
* 細胞核的發現	介紹 <u>布朗</u> 發現細胞核的歷史	顯微鏡的改良讓科學家更進一步觀察到細胞內部的構造
* 發現染色體	介紹 <u>施奈德</u> 和 <u>佛萊明</u> 發現染色體的歷史	配合染色技術的進步，科學家觀察到細胞核中的染色體
染色體介紹	說明染色體的特性	染色體的特性介紹
細胞分裂過程介紹	說明細胞分裂發生的過程	生殖需要產生新細胞
* 觀察細胞分裂的過程	介紹 <u>佛萊明</u> 觀察細胞分裂的歷史	介紹細胞分裂的觀察歷史
* 發現減數分裂	介紹 <u>巴佛瑞</u> 等科學家發現減數分裂的歷史	介紹減數分裂的發現史
減數分裂過程介紹	說明減數分裂發生的過程	有性生殖需要配子結合，為維持子代細胞中染色體數目與親代一樣，配子中的染色體必須先減半
* 父母在遺傳上具有相同地位	介紹科學家確認親代雙方對遺傳有同等重要性的歷史	讓學生了解父母雙方對後代的影響力是相同的
* 遺傳因子在染色體上	介紹 <u>洒吞</u> 確定 <u>孟德爾</u> 所提出的遺傳因子是位於染色體上的歷史	讓學生了解科學家如何整合不同領域 (細胞學+遺傳學) 的研究結果，提出重要的想法
<u>孟德爾</u> 遺傳法則介紹及基因概念	說明 <u>孟德爾</u> 的遺傳法則並介紹基因概念	讓學生了解 <u>孟德爾</u> 的遺傳法則及基因概念

(二) 工具發展

本研究所使用的研究工具一共有三個，分別是「科學本質觀問卷」、「對科學的態度問卷」以及「古典遺傳學成就測驗」，其中「科學本質觀問卷」及「古典遺傳學成就測驗」為研究小組自行編製的問卷，而「對科學的態度問卷」則採用所發展的問卷。以下敘述「科學本質觀問卷」及「古典遺傳學成就測驗」的發展過程。

科學本質的問卷是以林陳涌 (1996) 所發展的問卷為基礎，將科學本質分為科學知識的本質、科學方法的本質以及科學的社會本質三個面向，因原量表是以高中生為對象

編製，所以在用於國中生之前，研究小組先進行修訂。首先，選取其中與本研究設計較為相關的題目，刪除比較不適合國中生填寫的題目，初步編成一個 35 題的量表。接著，經預試後，刪除信效度不理想的題目，最後，產生一個 27 題的「科學本質觀問卷」，每一個面向各有 9 題。

「古典遺傳學成就測驗」則是以國中教科書「遺傳」單元為範圍，先進行雙向細目表的編寫，再根據雙向細目表選取適合的題目，初步選取 40 個題目，經預試後，依據難度和鑑別度刪除不適當的題目，最後形成一個有 29 題選擇題的成就測驗。

(三) 研究設計與樣本

本研究採準實驗研究法的設計，邀請兩位國中老師（台北縣、市各一）參與，將這兩位老師任教的班級分為實驗組及對照組，總計選取實驗組五個班（177 人），對照組五個班（153 人）。實驗組的學生發給「從生殖到遺傳」教材，在上課時配合教科書內容，進行閱讀及討論；對照組的學生則進行一般教學。研究設計摘要如表二。

表二：研究設計

前測	教學處理	後測	備註
NOS 問卷 ATS 問卷	HEM 及歷史事件小單元教材	古典遺傳學成就測驗 NOS 問卷 ATS 問卷	成就測驗以學生上學期生物科段考成績為共變數進行分析

三、研究結果

研究結果顯示，在以前測進行共變數分析比較實驗組與對照組的差異時，發現實驗組在「科學本質觀問卷」以及「對科學的態度問卷」上的得分，明顯比對照組要高（表三）。這表示融入 HEM 科學史教材，可使學生的科學本質觀朝向較現代的觀點發展，也可以明顯的提升學生對科學的興趣。至於在學習成就的部份，以學生上學期生物成績為共變數進行分析，發現實驗組的學生得分較對照組學生成績為低，但兩者並未達到顯著差異，顯示融入 HEM 科學史教材於教學中，並不會影響學生的學習成就。

表三：實驗組與對照組在科學本質觀、對科學的態度以及學習成就的 ANCOVA 結果

		Mean	Std. Error	Sig.
科學本質觀	實驗組	85.614	.666	.000*
	對照組	81.277	.817	
對科學的態度	實驗組	111.462	1.287	.012*
	對照組	106.524	1.390	
學習成就	實驗組	20.288	.461	.722
	對照組	20.475	.517	

四、討論

在教學的過程中，如何將延伸教材適當地融入既有教材中，常是許多老師較感吃力的地方。本研究發展了一套可以融入國中生殖和遺傳單元的教材，非常適合老師在教學中加以使用。之前許多關於科學史方面的研究，所使用的多是單一的科學事件或是單一科學家的故事，本研究所發展的教材則涵蓋了較為廣泛和複雜的所有與遺傳知識發展相關的科學事件和科學家，研究結果也顯示，使用這套教材於教學中，確實可以提升學生的科學本質觀和對科學的態度，也不會對學習成就造成太大影響，因此，融入較大規模的科學史在教材當中，確實是一個可行的教學方法。

參考文獻

- 黃台珠(1990)：中學生遺傳相關錯誤類型的探討。科學教育月刊，133，34-53。
- 林陳涌 (1996)：「了解科學本質量表」之發展與效化。科學教育月刊，4(1)，31-58。
- 楊坤原、鄭湧涇(1997)：高一學生遺傳學解題表現與解題策略之研究。科學教育學刊，5(4)，529-555。
- 薛靜瑩(1998)：國小、國中學生的遺傳先存概念。國立台灣師範大學生物研究所碩士論文。
- 邱明富 (2002)：科學史融入教學以提昇國小學童科學本質觀與對科學的態度之行動研究。屏東師範學院/數理教育研究所碩士論文。
- 董秋紅 (2004)：科學史融入教學對國小五年級學童科學本質觀、科學態度與科學成就之影響。國立台北師範學院自然科學教育研究所碩士論文。□
- 吳盈妮 (2004)：科學史融入教學對國小五年級學童概念學習及科學的態度之影響。國立台北師範學院自然科學教育研究所碩士論文。
- 陳麗鴻 (2005)：科學史融入國小自然科教學對學生學習成效的影響之研究-----以電磁鐵為例。國立高雄師範大學物理學系碩士論文
- 董美津 (2004)：光合作用科學史融入國中生物教學對學生學習成效影響之研究。國立高雄師範大學生物科學研究所碩士論文。
- 鄭秀如 (1996)：科學史對學生科學知識本質觀及學習成就之影響。國立高雄師範大學科學教育學系碩士論文。
- 莊蕙元 (2001)：科學史融入自然與生活科技學習領域教學以提昇學生對科學的態度之研究。國立屏東師範學院/數理教育研究所碩士論文。
- 王月春 (2003)：科學史融入理化教學促進學生科學探究能力之研究。國立高雄師範大學化學系碩士論文。
- 陳怡君 (2004)：科學史融入教學對國小五年級學童批判思考之研究。國立嘉義大學科學教育研究所碩士論文。
- Bahar, M., Johnstone, A.H., & Hansell, M.H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 84 - 86.
- Hendrick, R. (1991). Biology, history and Louis Pasteur: a new approach to teaching science. *American Biology Teacher*, 53(8), 467-478.
- Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: the role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.
- Ruse, M. (1989). Making use of creation. A case-study for the philosophy of science classroom. *Studies in Philosophy and Education*, 10, 81-93.