

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

樊琳 李賢哲

國立屏東師範學院 自然科學教育學系

一、前言

創造思考教學之推展，是針對傳統學校教育的偏失，而提供的具體可行的改善途徑（張振成，民86）。在傳統的學校教育下，教學情境偏重紀律維持，教學方法偏重知識的灌輸，教學評量講求標準答案，教師教學充滿了權威性格（吳宗立，民88），皆為影響學生創造思考的主因。在未來這個多元、新奇、暫時、創意的世界，學生之創造思考能力的培養，實有關其終生學習能力之養成，並影響國家整體創新與發明的潛力。故近三年來，「科學創造力」為國科會科教處之計劃推行重點（國科會，民87）。

創造力於科學層次上，在國小階段不易評量（Kruger，1977），主因科學本身涉及到知識層面很廣，而國小學童之科學知識尚在啟蒙階段。但在人格特質上，具科學創造力之國小學童包括主意多、好奇、喜求證、分析、組合，並有想像力的創造等（李德高，民79）此類特質是否可經適當的教學活動而得到啟發與加強，多數學者持肯定的看法（吳靜吉，民65；David，1982；Davis，1971；Rose and Lin，1985），亦是筆者近年來之研究重點。至於在知識與經驗層面上學者專家多認為科學創造力需以「豐富的舊有

知識與經驗」為能源（陳英豪等，民80；洪振方，民87），而國小學童則因年齡與認知、心智發展之限制，很難具體表現為科學創造力。故筆者以為稱科學創造潛力較佳。此觀點亦見於Moran（1988）之論述。為能適切評量國小學童之科學創造潛力，而不受到其先備知識的影響，筆者設計了「小小基因工程師」這個教學單元。在此單元中，學童所需了解的相關知識，只限於教師在引言時所提供的資料；從這些有限的基本資料中，由學童依指示自行構築生物的特色，並以重組方式擴散其思考路徑。最後以一個問題的模擬情境，要求其尋找解決方式。此活動之目的不在於使學生了解基因工程之內涵，而著重於經由少許的基本觀念，如基因與性狀之關聯，引發學生想像與創造的空間。原本以為基因、遺傳、DNA（去氧核醣核酸，deoxyribonucleic acid）等術語對國小學童而言，是陌生、抽象、難以理解的；但在整個活動實施中，從試教、修正、到實施評估，共有109個國小高年級學童參與；整體而言，學生對此活動的接受程度不錯（包括80%學生上課過程中積極參與活動、討論及發問，60%學生學習單之作答相當完整，20%之學習單表現其自我想法）。因此，筆

者藉本短文，介紹此教學單元，提供國小及國中相關科目教師參考，希望在適當修改與

翻新補強後，有助於相關概念在教學上之實施。

二、教學單元

教學單元	小小基因工程師	設計者	樊琳	
教材來源	自行設計	教學者	林淑芬	
教學班級	國小六年級 班	教學時間	80 分鐘	
教學材料	剪刀、粉彩紙、書面紙、膠水、透明膠帶、彩色筆。			
教學研究	<p>學生將由本單元學習到以下幾種概念</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.基因是構成生物間不同特性的基本物質，也就是遺傳物質。 2.不同生物間基因的本質相同。 3.基因可被剪接，任意組合，並引導學生以數學上排列組合之方式，去發現組合的多種可能性。 4.基因重組後會產生什麼結果？可由學生自由發揮，藉以評估其創造思考能力。 			
教學總目標	使學生發現基因剪接、重組之多種可能的方式，進而引導其思考應用之方向。			
教學目標		教學活動	資源	時間
1.引起動機		1.教師引言簡述基因與DNA之概念。		5 分
2.每一小組代表兩种植物 ^{註1} ，使學生發現每種生物DNA有相似性（總長度相同，顏色相同），而不同種生物DNA相似性較低（但材質仍相同）。		2.每一組選擇二種生物代表自己，以書面紙及粉彩紙製作其DNA，總長度相同 ^{註2} 。	作業單1	15 分
3.發現DNA可被剪開，但只有在特定區域（粉彩紙部分）。發現DNA重組時，不只一種可能性。剪開的DNA片段有大小差異（同小組間）。		3.將DNA剪開，探討剪開的DNA可以再接起來嗎？有沒有特定的接法？	作業單2	15 分
4.同種生物間DNA可以發生交換，不同種生物間亦可能。由此讓學生了解DNA的本質相同，但重新組合的結果有多種可能。		4.你的DNA和我的DNA可不可以交接相連？（同組內相同植物）	作業單3A	15 分
5.任兩組間發生重組，組合成一個新植物，物由學生發表新植物具何種特性、可能面對之問題以及對人類有何影響		5.同組內不同植物的DNA若發生基因重組，會發生何種結果？	作業單3B	15 分

	6.自由發表基因重組後新植物的特性，並且提出其對人類有何影響。	作業單4A 作業單4B	15分
--	---------------------------------	----------------	-----

作業單 1

請你畫出自己製作的DNA圖形以及和你選擇相同植物的同學所製作的DNA圖形。

【一】自己製作的DNA圖形：

【二】和你選擇相同植物的同學所製作的DNA圖形：

作業單 2

自己製作的DNA剪開後，重新接起來後的圖形（至少畫出三種）。

作業單 3A

請畫出和你相同植物的DNA交換後，DNA的圖形（至少畫出三種）^{註3}。

作業單 3B

請畫出和你不相同植物的DNA交換後，DNA的圖形（至少畫出三種）。

作業單 4A

企鵝村有兩個種水果的農夫丁大和崔珊珊，他們倆個都種蘋果。丁大中的蘋果每年收成一千公斤，但是他的蘋果卻又小又醜；崔珊珊的每年只能收成四百公斤，但是她的蘋果是又大又漂亮。聰明的小小基因工程師，經由同種水果基因交換的實驗後，你認為應該怎樣幫助他們呢？

作業單 4B

有一天，阿笠博士告訴柯南，他想吃一種有檸檬酸味又有蘋果甜味的水果，柯南這下子被難倒了！聰明的小小基因工程師，經由不同種水果基因交換的實驗

後，你認為應該怎樣幫助他呢？

三、後記

生物學在國小、國中階段，是偏向於外觀辨認、型態觀察、生物生活環境之探討（教育部，民82）等較具體、直觀，經由感官知覺而判斷的面向，而對生命本身運作方式較難觸及。生命本身基本上是依循物理、化學、數學等自然法則運行，但學生（包括筆者任教學院之學生）在學習時，卻較難理解接受，依然固執的相信生命是一個神奇（magic）的現象，自有其另類運行法則。本「小小基因工程師」教學活動實施之後，筆者發現國小學童反應雖然不同，但大體上可接受；在此情況下，是否該早一些讓學生了解生命在「神奇」之後，仍有許多自然法則的支持？

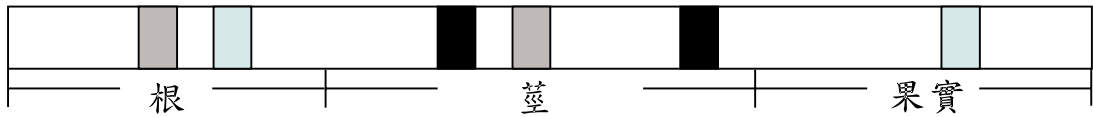
註釋

註一：基本上可選擇任何生物，但若限定植物，現實中評估可行性較高，亦不容易出現如科幻電影的蒼蠅人等與生物學概念有所偏差的結果。試教結果發現，對大部分學童而言，縮小範圍至水果基因的構築，更容易施行。

註二：長條書面紙代表DNA，再以不同顏色之粉彩紙貼於其上，代表可被剪開的部位。剪開後重新要再連接時，必須相同顏色部位，才可相連。在此以粉

彩紙表示限制 切位，已是傳統的遺傳工程技術，藉以傳達 DNA 剪接的概念。並可要求學生以不同顏色色筆在

書面紙上作記號，分別代表控制根、莖、花、果等部位的基因。以下圖：



註三：此題（3A）及（3B）可延伸為：請畫出和你（不）相同植物的 DNA 交換後，新植物的可能圖形。

感謝

本文所敘之教學活動，為配合國科會計劃「國小學童科學創造力之開發 人格特質之研究」(NSC-87-2511-S-153-018)之執行，而設計實施。感謝高雄市新莊國小林淑芬老師之協助執行，使其能順利完成。

參考資料

1. David, B. (1982). Can creativity be taught? British Journal of Educational Studies, 3, 280-294.
2. Davis, G. A. (1971). Teaching for creativity: Some guiding lights. Journal of Research and Development in Education, 4(3), 29-34.
3. Kruger, R. (1977) Guidelines for the education of the Scientifically Creative Student: Preschool-5th grade. Office of Education (DHEW), Washington, DC. (ERIC Document Reproduction Service No. ED181654)
4. Moran, J. D. (1988) Creativity in Young Children. ERIC Digest. Office of Education Research and Improvement (ED),

Washington, DC. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 306008)

5. Rose, L. H. and Lin, H. T. (1985). A meta-analysis of long-term creativity training programs. Journal of Gifted Child Quarterly, 21, 501-516
6. 李德高 (民 79) 創造心理學，台北：五南書局
7. 吳宗立 (民 88) 創造思考的激發與教學，高市文教，65，48-52
8. 吳靜吉 (民 65) 分歧式和連鎖式的聯想訓練對創造思考的影響，國立政治大學學報，33，45-71
9. 洪振方 (民 87) 科學創造力之探討，高雄師大學報，9，289-302
10. 陳英豪、何華國、吳昆壽 (民 80) 美勞科創造思考教學方案對國小普通班兒童創造思考能力及美勞科成績之影響，特殊教育與復健學報，2，181-204
11. 張振成 (民 86) 實施創造思考教學，以培養富有創意的學生。中等教育，48 (3)，68-72
12. 教育部 (民 82) 國小課程標準
13. 國科會 (民 87) 「中小學科學創造力培養研究」整合型計劃邀請書