

DNA探索之旅虛擬實驗室的發展與學習成效評估

呂祖寧¹、唐文華²、邱文彬¹、王姿陵^{1*}

¹國立清華大學數理教育研究所、²國立清華大學學習科學與科技研究所

通訊作者：*tzuling.wang906@gmail.com

一、發展「遺傳學虛擬軟體」的背景與目的

遺傳學是生物學的核心領域之一，能夠幫助學生理解因生物技術日新月異所衍生出的社會性議題，是具有科學素養的未來公民所必須具備的生物知識，故遺傳學的學習有其重要性（楊坤原，2004）。然而因遺傳學的概念與內容，不易觀察且抽象，導致學生有許多的迷思概念。例如：遺傳僅來自父母某一方、基因是對偶基因的一種……等迷思概念（e.g., 黃台珠，1993；楊坤原，2004）。這些迷思概念，往往是難以改變的，且會阻礙學生日後學習科學概念。因此，為了幫助學生澄清迷思概念，許多概念改變的教學策略被提出來，其中，虛擬實驗就是一個有效的教學策略。已有研究顯示以虛擬實境技術開發的虛擬實驗，能促進學生的概念理解及提升學習動機和興趣（e.g., Mei, & Sheng, 2011；Tarng, Lin, & Ou, 2014）。也有文獻指出擴增實境技術因同時具備真實與虛擬世界的特色，使學習者可在真實世界操作虛擬物件，互動性高，能促進概念理解，也能提升學習動機與興趣（e.g., Chiang, Yang, & Hwang, 2014；Tarng, Ou, Yu, Liou, & Liou, 2015）。由於國內外所開發的「遺傳學」學習軟體不多且缺乏互動性，不易引起學生的興趣，甚至內容對國中學生而言太艱澀，因此，本研究目的在結合使用虛擬實境和擴增實境技術以發展「遺傳學虛擬軟體」，以促進學生理解抽象的遺傳學概念，提升探究能力和科學學習動機。

二、「遺傳學虛擬軟體」的教材內容

本學習軟體是依據國中七年級自然科學領域「遺傳學」單元中的內容與教學目標進行設計開發，包含「遺傳物質」、「同源染色體」、「細胞分裂」、「孟德爾的遺傳」、「人類的遺傳」五個主題。在「細胞分裂」主題中有兩個學習活動：有絲分裂和減數分裂；在「孟德爾的遺傳」主題中有三個學習活動：觀察豌豆性狀、操作孟德爾豌豆實驗以及豌豆花色卡牌遊戲；在「人類的遺傳」主題中有三個學習活動：基因的介紹、單雙眼皮的遺傳以及ABO血型的遺傳。

三、「遺傳學虛擬軟體」的發展過程

本學習軟體的開發流程為：腳本設計、概念圖繪製、分鏡腳本繪製、3D物件建模、實驗過程的動畫製作。利用Unity 3D遊戲引擎與Vuforia擴增實境套件作為本軟體之開發工具。學生利用行動裝置如：平板電腦和手機，進入本軟體後，可以依照軟體中的文字提示和旁白認識遺傳物質和同源染色體以及了解細胞分裂的過程，並且能夠操作「孟德爾的遺傳」實驗及學習「人類的遺傳」。學生藉由行動裝置的鏡頭掃描QR code卡牌，可以觀察立體的細胞、DNA和豌豆模型，並可以進行孟德爾遺傳實驗，也可以同時掃描兩張帶有不同基因的卡牌，呈現可能產生的子代基因型與表現型。

四、「遺傳學虛擬軟體」的特色與優勢

本學習軟體的特色與優勢如下：

1. 提供虛擬DNA模型，讓學生可移動模型，從各個角度觀察DNA的構造(圖1)。
2. 清楚呈現細胞分裂的連續動態過程，將抽象的、微觀的概念具象化、可視化(圖2)。
3. 呈現豌豆的立體模型，學生可從不同角度進行觀察，了解性狀表現的差異(圖3)。
4. 克服孟德爾豌豆實驗無法在傳統課堂上實際操作的問題，例如：純品系豌豆植株的取得、種植豌豆需要的土地、上課時間需配合豌豆生長季節與種植多代的豌豆需要等待的時間……等。
5. 提供安全、方便的實驗操作環境，可讓學生快速重複操作實驗(圖4)。

- 實驗操作前，提供概念解說，有助學生理解科學概念；實驗操作後，提供觀察與實驗結果的統整，有助學生澄清概念(圖5)。
- 不需要操作顯微鏡，便可立即呈現虛擬細胞模型，方便學生觀察(圖6)。
- 呈現無法直接觀察的遺傳學抽象概念，例如：讓學生可從母親眼皮皺摺的基因型，得知其卵子可能帶有的等位基因(圖7)。
- 本軟體搭配闖關遊戲的情境，增加學生使用本軟體的趣味性(圖8)。



a. 側面角度的虛擬DNA立體模型



b. 俯視角度的虛擬DNA立體模型

圖1 可移動的虛擬DNA立體模型



a. 染色體複製完畢，欲排列至細胞中央



b. 複製染色體分離



c. 形成兩個子細胞的畫面

圖2 不同階段的細胞分裂情形



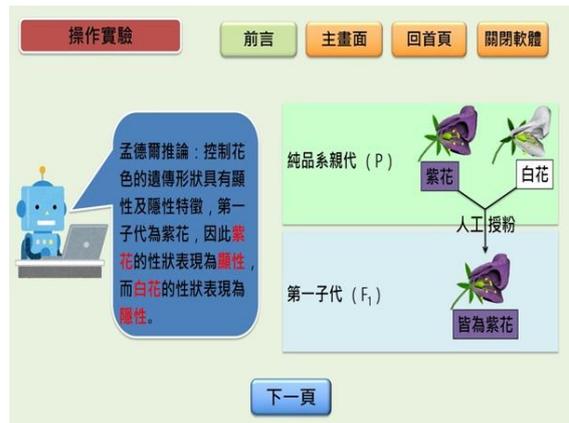
圖3 白花與紫花豌豆的立體模型



圖4 孟德爾豌豆實驗操作



a. 實驗操作前，細胞分裂概念解說



b. 孟德爾遺傳實驗的結果統整

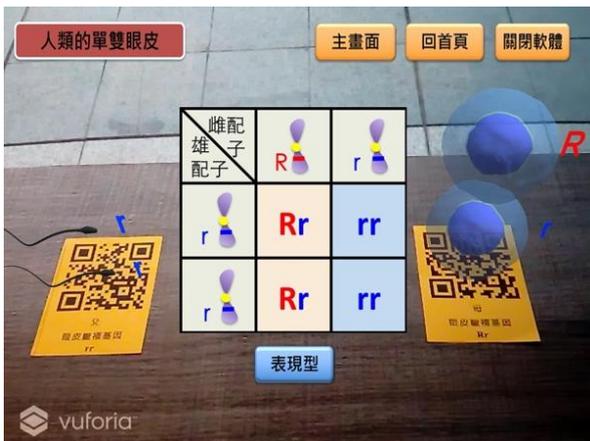
圖5 實驗操作前後，提供概念解說和概念統整



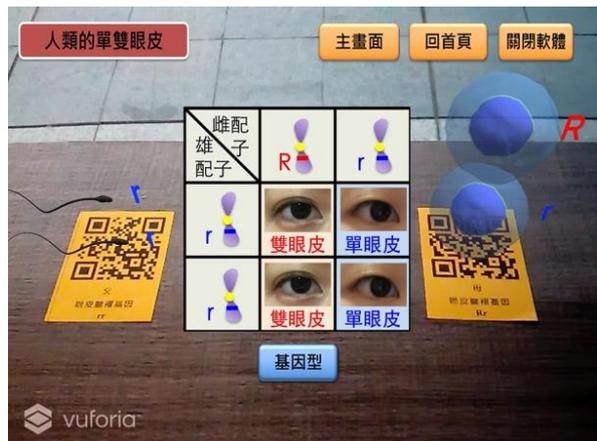
圖6 虛擬細胞立體模型



圖7 行動裝置掃描母親眼皮皺褶基因卡牌，呈現其卵子可能帶有的等位基因



a. 同時掃描父母親的基因卡牌會以棋盤方格法呈現子代可能的基因型



b. 點選a圖之「表現型」按鈕，會呈現子代可能的表現型

圖8 單双眼皮基因搭配卡牌闖關遊戲

五、「遺傳學虛擬軟體」的學習成效評估

本研究對象為一所公立國中七年級四個班級 111 位學生，其中兩班為實驗組（57 人），以「遺傳學虛擬軟體」進行教學；另兩班為對照組（54 人），進行一般教學。研究結果顯示，使用「遺傳學虛擬軟體」能提升學生科學學習成就、探究能力和科學學習動機。

參考文獻

- 黃台珠 (1993)。中學生遺傳學習的現況及問題。高雄師大學報，4，183-214。
- 楊坤原 (2004)。遺傳學迷思概念之文獻探討及其在教學上的啓示。科學教育學刊，12(3)，365-398。
- Chiang, T. H., Yang, S. J., & Hwang, G. J. (2014). An augmented reality-based mobile learning system to improve students' learning achievements and motivations in natural science inquiry activities. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 352-365.
- Mei, H. H., & Sheng, L. S. (2011). Applying situated learning in a virtual reality system to enhance learning motivation. *International journal of information and education technology*, 1(4), 298-302.
- Tarng, W., Lin, H. W., & Ou, K. L. (2014). Design of a virtual ecological pond for motion-sensing game-based learning. *International Journal of Computer Science & Information Technology*, 6(2), 97-117.
- Tarng, W., Ou, K. L., Yu, C. S., Liou, F. L., & Liou, H. H. (2015). Development of a virtual butterfly ecological system based on augmented reality and mobile learning technologies. *Virtual Reality*, 19(3-4), 253-266.

延伸學習

- 1.看動畫認識 DNA、基因與遺傳學：<https://dna.ym.edu.tw>