

探討互動式電子白板對於不同認知風格國中學生學習效益之影響 —以細胞分裂單元為例

楊凱悌* 王子華** 邱美虹***

隨著資訊通訊技術 (Information Communication Technology, ICT) 的快速發展, 將互動式電子白板 (Interactive Whiteboard, IWB) 導入傳統課室教學已成為近年來的新興議題。本研究主要在比較 IWB 融入教學與傳統資訊融入教學的效益, 並從認知風格的角度, 來探討不同認知風格之學生在 IWB 融入教學中的學習情形。本研究將 IWB 融入國中一年級自然與生活科技課程之「細胞分裂」的主題, 並採用準實驗研究設計, 有效樣本共 111 人, 以 IWB 融入教學為實驗組, 傳統資訊融入教學為對照組, 另採用藏圖測驗 (Hidden Figures Test, HFT) 區分學生之認知風格。經過一週五節課的教學後發現, 相較於傳統資訊融入教學組之學生, 採用 IWB 融入教學的學生, 具有顯著較佳之學習效益。此外, 本研究亦發現, 相較於傳統資訊融入教學, IWB 融入教學可以讓不同認知風格之學生獲得較為均等的學習效益。

關鍵字：互動式電子白板、認知風格、國中自然與生活科技課程

* 作者現職：臺中市立育英國民中學教師；國立臺灣師範大學科學教育研究所博士候選人

** 作者現職：國立新竹教育大學教育學系副教授

*** 作者現職：國立臺灣師範大學科學教育研究所教授

通訊作者：楊凱悌，e-mail: biokaty@gmail.com

壹、前言

隨著電腦科技與資訊通訊技術（Information Communication Technology, ICT）的快速發展，不但加速了人類科技知識的量產，也改變了人類學習的型態，對於二十一世紀的孩童而言，資訊化的生活正是他們成長環境的寫照。因此，教師藉由黑板作為教學傳達工具的方式，已不再能滿足這群身處於資訊科技發達世代中的孩童，故如何適時的引進教學媒體來有效提升學生的學習動機與成效，已成為當前教師使用資訊融入教學的重要課題。

近幾年來，隨著 ICT 技術的快速發展，ICT 已逐漸被引入教育領域中，用以建置 e 化學習環境並進行創新教學，其中，英國、美國、加拿大與澳洲更為此潮流之先驅。在各類 ICT 技術中，互動式電子白板（Interactive Whiteboard, IWB）的創新，對於傳統課室教學環境而言，不但是一大躍進，也是白板發展史中的關鍵性革新。因為，IWB 實現了白板與電腦間的雙向互動與操作，讓 IWB 成為一個整合所有數位教學資源的新介面，且其內建的多項教學軟體與多媒體整合的動態呈現，不但使教學更具彈性與變通性，也有助於引發學生的注意力以及對於概念的理解；此外，IWB 的高度互動性也拉近了課室環境中師生與生生間的距離（Northcote, Mildenhall, Marshall, & Swan, 2010; Smith, Higgins, Wall, & Miller, 2005）。

基於上述的優勢，各國對此新穎的教學科技紛紛大力投資，將之推入各級學校，我國教育部也自 2006 年起政策性宣佈，推動 IWB 融入教學。在教育部（2006）推行之「建構 e 化教學環境」的方案下，教育部補助部分縣市試辦 IWB 導入教室教學，並鼓勵發展學科領域學習中心，2007 年更以「建構 e 化學習環境示範點」計畫來遴選各縣市部分學校試辦電子白板（即 IWB）e 化教學，重點補助試辦學校進行試驗與評估，彙整試辦學校的實驗結果後，將逐步推展至全國中小學，希冀藉由該資訊設備的引入，來提升學生的學習成效與動機。除此之外，我國政府為了讓新世代孩童在面臨資訊科技帶來之挑戰時，能夠利用各種資源與機會，在快速變遷的社會環境中，提升自己的資訊素養，並成為主動的學習者，以隨時掌握知識發展的脈動，自 2006 年起，開始起草「中小學資訊教育白皮書」，並於 2008 年公布「中小學資訊教育白皮書」，其中明訂六大目標與相關具體策略及行動方案；其中，在「提升教室與校園的軟硬體設備與網路服務」的目標中，提及「增加一般教室的資訊科技設備」與「推動多功能 e 化專科教室」之行動方案，方案中即建議採納 IWB 作為一般教室或 e 化專科教室中的資訊相關設備，並期望 e 化專科教室比例能由 2008 年之 35%，提高到 2011 年之 65%（教育部，2008）。由此可知，將 IWB 推入我國各級中小學，將成為一股必然的趨勢。

由於 IWB 係屬新興的教學科技，國內外針對 IWB 融入教學之實徵性研究正持續累積當中，國外實徵性研究證據多為英國、美國、加拿大與澳洲的大學及中、小學個別教師所執行之小規模研究計畫的報告，其多對 IWB 融入教學持正向的態度，認為其能提高學習動機、增強學習效果與促進師生的資訊能力等（Glover, Miller, Averis, & Door, 2005; Smith et al., 2005）。雖然 IWB 作為教學與學習工具具有潛在優勢，但 Smith 等（2005）和 Torff & Tirota（2010）仍指出，未來宜持續進行更多正式且具嚴謹實驗設計的研究，以收集更多非僅為自陳量表之研究資料，以進一步釐清 IWB 對於學生學業之影響，並區辨出 IWB 相較於其他學習科技的獨特優勢。此外，依據教育部（2008）公布之「中小學資訊教育白皮書」可知，應用 IWB 建構 e 化專科教室，與在傳統教室中將 IWB 融入教學已是未來的趨勢，目前，國內關於 IWB 應用於教育領域的相關實徵性研究亦正持續累積中，但是，其中針對 IWB 應用於國中自然與生活科技課程教學的相關研究則較為缺乏，基於此，本研究欲深入探討 IWB 融入課室教學環境，對於國中一年級學生自然與生活科技課程細胞分裂單元之學習效益的影響。

此外，在數位學習環境中，認知風格是影響學生學習效益的因素之一（Chen, Magoulas, & Dimakopoulos, 2005），許多研究者認為，認知風格是一種會影響個體蒐集、分析、評鑑與詮釋資訊的人格特質（Chen et al., 2005; Harrison & Rainer, 1992），不同認知風格之學生與數位環境互動的方式亦具有差異，也因此影響其學習效益（Chen, 2003; Chen & Macredie, 2004; Chen et al., 2005; Wang, 2007）。此外，林紀慧（1998）也指出，認知風格除了會直接影響學生在電腦多媒體環境下的學習效益外，亦會透過多媒體學習環境態度、電腦信心與電腦喜愛來影響學習效益。而 IWB 由於主要藉由數位化之媒體來呈現教學內容並進行教學活動，因此，教師應用 IWB 進行教學時，亦可能對於不同認知風格之學生產生不同的影響，進而影響其學習效益。基於此，本研究採用準實驗研究設計，除比較 IWB 融入教學與傳統資訊融入教學的效益，亦深入由認知風格的角度來探討不同認知風格之學生，在 IWB 融入教學環境與傳統資訊融入教學環境中的學習情形。本研究共有三個待答問題，如下所示：

- 一、相較於傳統資訊融入教學，國中一年級學生在 IWB 融入自然與生活科技課程「細胞分裂單元」之學習效益的情形為何？
- 二、不同認知風格之國中一年級學生，在 IWB 融入自然與生活科技課程中「細胞分裂單元」之學習的效益情形為何？
- 三、不同認知風格之國中一年級學生，在傳統資訊融入自然與生活科技課程中「細胞分裂單元」之學習的效益情形為何？

貳、文獻探討

一、互動式電子白板在教育上的應用

IWB 是一個具有大型且可觸碰面板之白板，可藉由 USB 介面與電腦連線，再透過單槍將電腦畫面投影到 IWB 的面板上，並藉由相關軟體讓教師透過 IWB 來控制電腦之滑鼠，並讓 IWB 面板上的畫面與電腦螢幕的畫面能夠同步；換言之，IWB 同時扮演著「白板」與「電腦螢幕」雙重的角色，教師透過手指或是特殊的筆接觸 IWB 之面板，可以在 IWB 上書寫、繪圖或操作各種程式，此外，IWB 亦具有儲存註解的功能，能將 IWB 上呈現的資料轉存至電腦中 (Smith et al., 2005; Somyurek, Atasoy, & Ozdemir, 2009)。因此，IWB 不但成爲一個整合所有數位教學資源的新介面，也讓白板與電腦間的雙向互動與操作得以實現，這種特有之高度互動性的特質，可以拉近課室環境中師生間的距離 (Holmes, 2009; Wall, Higgins, & Smith, 2005)。此外，IWB 搭配內建之數位教學軟體 (例如：NoteBook™) 可以整合並動態呈現多媒體 (Holmes, 2009; Levy, 2002; Northcote et al., 2010; Smith et al., 2005)，不但使教學更具彈性與變通性，也有助於引發學生的注意力以及對於概念的理解 (Holmes, 2009; Slay, Sieborger, & Hadgkinson-Williams, 2008; Wall et al., 2005)。

由上述可知，IWB 不論作爲教學或學習工具均具有潛在效益 (BECTA, 2007; Glover et al., 2005; Holmes, 2009; Northcote et al., 2010; Slay et al., 2008; Smith et al., 2005)。Walker (2002) 指出，IWB 對於低能力組和有特殊需求之學生特別有益，Levy (2002) 以及 Holmes (2009) 亦指出，IWB 內建之數位教學軟體 (例如：NoteBook™) 具有龐大的數位教學素材庫，不但可以支援教師數位教材的開發，也可以讓教師們流暢、快速地從 IWB 的面板展現出各種多媒體互動的效果，並進行不同課程與單元間的銜接。除此之外，IWB 具有之多媒體 (multimedia) 與多模態 (multimodal) 呈現的本質，不但可以以不同的方式來吸引學生的注意力 (Glover et al., 2005; Slay et al., 2008; Wall et al., 2005)，其整合影音、圖片呈現多元豐富的教學資源，更可以讓課程變成彩色且更爲生活化 (Levy, 2002)，也能讓學生更融入整個課程當中並提高其學習動機，並可以滿足不同學習型態的學童 (Holmes, 2009)；而且，IWB 的面板相較於數位學習環境中的桌上型電腦，也更能讓教師和學生間能有更多的視覺接觸與互動，也讓教師更能掌握到整個課室環境中學生的學習情況。另外，IWB 的主要特色—高度互動性，可以拉近師生與生生間的距離，亦可增進傳統教室中的教學效益 (Holmes, 2009; Northcote et al., 2010)。除上述外，部分研究亦指出，學生認爲 IWB 是一種有效的學習工具，能促進並加速其學習歷程，尤其是有機會自己去使用 IWB 時，對其學習幫助更大 (Levy, 2002; Torff & Tirota, 2010; Wall et al., 2005)。

二、認知風格與學生學習

認知風格，一般認為是一種會影響個體蒐集、分析、評鑑與詮釋資訊的人格特質 (Chen et al., 2005; Harrison & Rainer, 1992; Rittschof, 2010)。DeTure (2004) 指出，早在 1970 年代，研究者便已經針對認知風格進行廣泛研究，並且由許多不同角度定義認知風格的類型，而最廣泛被探究的認知風格分類方式為：場地獨立型 (field independent, FI) 與場地依賴型 (field dependent, FD) (Witkin & Asch, 1948)。

許多研究指出，FI 學習者在學習上較喜歡使用分析且主動的認知策略 (active cognitive strategy)，此外，也較為依賴內部提示 (internal cues) 並且在認知重建任務 (cognitive restructuring tasks) 上較為主動，但是，FD 學習者在學習上喜愛使用較少分析且被動的認知策略 (passive cognitive strategy)，並且較為依賴外部環境 (external environment)，在認知重建任務上則較為被動 (Chen & Macredie, 2004; Chou, 2001; Clewley, Chen, & Liu, 2010; DeTure, 2004; Frank & Keane, 1993; Saracho, 1998; Wang, 2007)。Rittschof (2010) 亦指出，過去的研究發現，學習者在建構知識時，FD 學習者從外部型態的訊息結構與動機獲益，而 FI 學習者則透過能使用自己訊息結構與動機的機會獲得學習。

近幾年來，學習者的認知風格在數位學習領域獲得許多研究者的重視 (Rittschof, 2010)。由研究發現可知，FI 與 FD 學習者在數位學習環境中的學習與互動情形是有差異的 (Chen, 2003; Chen & Macredie, 2004; Chen et al., 2005; Wang, 2007)。Chen (2003) 整理相關文獻後指出，FI 學習者喜歡使用數位學習環境中的索引 (index)、找尋 (find) 或是其他可以幫助探索 (navigation) 的工具，來協助其搜尋到特定的資料 (Ford & Chen, 2000)，但是 FD 學習者則偏好結構較為良好的工具，例如：主選單 (main menu) 或是網站地圖 (maps) (Chen & Ford, 1998)；Chen & Macredie (2004) 指出，認知風格會影響學習者在數位學習環境中的非線性互動 (non-linear interaction) 與獨立學習的情形；Chen 等 (2005) 指出，使用者之認知風格類型會影響其在數位學習環境中資訊搜尋 (information seeking) 的效率，而且也會影響其與數位學習環境中「主題分類結構」、「搜尋結果的呈現」與「畫面呈現方式」的互動情形。而林紀慧 (1998) 透過徑路分析 (path analysis) 亦發現，認知風格除了會直接影響學生在數位學習環境下的學習效益之外，也會透過對數位學習環境之態度、電腦信心與電腦喜愛來影響其在數位學習環境下的學習效益。由上述文獻可以發現，不同認知風格學習者與數位學習環境的互動情形均不相同，進而影響其在數位學習環境下的學習效益 (Chen et al., 2005)。因此，若能在教學環境中提供兩種學習者適切的學習機會，將有助於輔助其學習；故有一些研究者建議，未來在設計數位教材或數位教學環境時，宜特別考慮到學習者認知風格的因素 (Lee, Cheng, Rai, & Depickere, 2005; Wang, 2007; Rittschof, 2010)，在設計建議上，Baker & Dwyer

(2005) 針對認知風格與教學策略之相關研究進行後設分析後指出，在數位學習環境中，若能使用視覺化、回饋並呈現媒體，將能輔助 FI 與 FD 學習者的學習，並彌補其在學習成就上的差異。

由上述可知，不同認知風格學習者會受到學習環境中不同之教學策略的影響，而有不同的學習效益；然而，依據 Baker & Dwyer (2005) 的論點，若能透過適當的教學設計，將能讓不同認知風格的學習者具有均等的學習效益。但是，依據 Baker & Dwyer 的論點，教學策略需要整合視覺化、回饋與媒體的呈現，才有機會讓不同認知風格學習者有均等的學習效益，這種教學策略的設計在傳統教學環境中不易達成，但是，在傳統教學環境中，若採用 IWB 則可讓教師容易營造出這種學習環境，因為 IWB 具有整合多媒體、多模態呈現與高度互動性的特質 (Northcote et al., 2010; Smith et al., 2005)。Northcote 等指出，IWB 的這些功能不但有助於強化學習情境的互動性，更有助於學生在學習一個新概念時，讓教學資源、同儕和想法間產生關聯。基於上述，本研究將依循 Baker & Dwyer (2005) 之教學策略設計的建議，在傳統教室環境中應用 IWB 發展國中自然與生活科技細胞分裂單元之數位教材，並依循 Lee 等 (2005)、Rittschof (2010) 與 Wang (2007) 的建議，採用認知風格的角度，深入探究不同認知風格之學生，在 IWB 所營造之數位學習環境中的學習效益。

三、細胞分裂的教學與學習

在中學生物課程裡，細胞分裂、光合作用、呼吸作用、食物網與食物鏈以及演化單元一直是難以教學的主題；其中，又以細胞分裂單元是教師與學生公認最困難學習的主題 (Oztap, Ozay, & Oztap, 2003)。許多研究顯示，各年級或各年齡學生對於細胞分裂普遍具有學習困難與迷思概念 (楊坤原、張賴妙理, 2004; Lewis, Leach, Wood-Robinson, 2000a, b)。Lewis 等 (2000a, b) 指出，學生之所以對於細胞分裂的主題理解不佳，是源於其對遺傳學之基本結構—細胞、染色體、基因、基因訊息，以及基本結構之間的關係不瞭解，而容易將遺傳學上的專有名詞混淆所致。而且，由於這些遺傳學之基本結構的相關概念，分處在生物課程不同單元中，結構之間的物理關係沒有被明確地呈現出來，而造成學生對於遺傳學之基本結構缺乏一個融貫的概念架構 (conceptual framework) (Lewis et al., 2000b)，進而影響其對於細胞分裂概念的學習 (Oztap et al., 2003)。因此，若能清楚地呈現出這些基本結構上的關係，將有助於協助學生發展一個融貫的理解。

除此之外，由於細胞分裂過程具有動態本質，且發生於細胞中，屬於微觀抽象的概念，對於尚未具備形式操作認知能力的學生是屬於較難理解的概念 (楊坤原、張賴妙理, 2004)。Brown (1995) 與 Oztap 等 (2003) 更指出教學方法與教材呈現是造成學生學習困難的原因之一，其指出教材圖示未能有效呈現細

胞分裂的動態本質與過程，導致學生產生迷思概念與學習困難。因此，若能有效在教學過程中呈現細胞分裂的動態本質，將有助於學生克服該學習困難。Brown (1995) 與 Oztap 等 (2003) 指出，如果在教學中透過各種教學輔具，例如染色體在細胞分裂中各階段的圖片、影片、特別是有時間呈現之相位差顯微鏡來強調細胞分裂過程之動態本質，並透過適當之 2D 與 3D 圖片的呈現，來協助學生建立染色體模型，將有助於克服學生在細胞分裂單元之學習困難。

由於 IWB 具有整合多媒體與多模態呈現之視覺本質 (Glover et al., 2005; Homles, 2009; Northcote et al., 2010; Slay et al., 2008; Smith et al., 2005; Wall et al., 2005)，正可以發展出符合上述學者對於細胞分裂單元所提出之教學建議的教學活動；Smith 等也指出，IWB 對於需要學生高度參與之自然科學課程的助益，較其他學科大。除此之外，Homles (2009) 也指出，IWB 整合多媒體呈現的特質，可以滿足不同學習類型的學習者。因此，本研究嘗試應用 IWB 的特質來發展教學活動，並將其融入國中自然與生活科技課程之細胞分裂單元的教學，例如：透過 IWB 整合多媒體、多模態呈現的特質，來協助學生建立染色體的模型以及遺傳學之基本結構與結構間的關係，並呈現細胞分裂的動態本質，以及結合 IWB 互動性的特質讓學生與教材、教師及同儕進行互動，來增進其學習理解與動機。此外，亦參考 Lee 等 (2005)、Rittschof (2010) 與 Wang (2007) 的建議，從認知風格的角度來探討 IWB 融入該主題之教學，對於學生之學習效益的影響。

參、研究方法

一、樣本

本研究之參與者為 111 位國中一年級學生。本研究採準實驗研究設計，將參與的學生分為二組，一組實施傳統資訊融入教學 (T 組)，即採用 Microsoft PowerPoint 為主，搭配傳統單槍投影機與屏幕的方式進行教學，另一組則實施 IWB 融入教學 (IWB 組)，T 組與 IWB 組的詳細說明，請參照「(二)、數位教材設計與教學方法」與「三、研究設計與研究流程」。

二、研究工具

(一) 互動式電子白板

本研究所採用的 IWB 係由加拿大 SMART™ 科技公司所生產之 SmartBoard™，其所採用的技術為類比電子壓感 (analog resistive) 技術，該類白板藉由 USB 線與 Notebook 或 PC 連結，而 Notebook 或 PC 亦須再與單槍投影機連結，而單槍投影機將 Notebook 或 PC 螢幕之畫面投影到 IWB 的面板上，

差異在於，對 IWB 組而言，這些數位教材將轉換為可在 SmartBoard™ 之 NoteBook™ 軟體中操作的模式進行教學，讓學生與教師間可以透過 IWB 的面板來進行互動，進而讓學生獲得學習；對於 T 組而言，這些數位教材則採用 Microsoft PowerPoint 搭配傳統單槍投影機與屏幕的方式進行教學，師生間的互動則局限於口語上的互動。IWB 組與 T 組之教學方法在「染色體與其重要性」、「細胞分裂的意義與過程」及「減數分裂的意義與過程」三個教學次單元之差異情形，如表 1 所示：

表 1 IWB 組與 T 組之教學方法的比較表

教學次單元	IWB 組	T 組
染色體與其重要性	<p>教師將各種圖片與動畫整合在 IWB 上呈現，來協助學生建立遺傳學之基本結構與結構間的關係，以及染色體的模型。IWB 可以流暢地整合多種媒體在同一個介面上，並以多模態方式呈現，讓學生可以以不同表徵方式來學習某概念。</p> <p>透過教師設計的問答活動，讓學生透過合作並操作 IWB 上的數位教材，來進行回答，以增進學生對於遺傳學之基本構造的瞭解與學習動機。</p> <p>教學過程中，教師讓學生主動操作 IWB 數位教材上之 Flash 動畫，來增加其對於染色體相關概念的理解，並增進其學習動機（如圖 2）。</p>	<p>教師以 Microsoft PowerPoint 呈現有關遺傳學之基本結構的圖片，協助學生建立起遺傳學之基本結構與結構間的關係，以及染色體的模型。由於 Microsoft PowerPoint 缺乏整合 Flash 動畫呈現的功能，因此 Flash 動畫均須離開 Microsoft PowerPoint 介面另外執行。</p> <p>學生一樣透過與教師的問答活動來進行學習，但是，學生無法操作 IWB，答案的呈現則是待學生回答完問題後，由教師操作 Microsoft PowerPoint 內建之「自訂動畫功能」（例如：飛入、菱形擴展等）來進行線性播放。</p> <p>教師與學生的互動僅限於口語上的互動，所有軟體操作均由教師執行，Flash 動畫亦由教師操作並發問，待學生回答後，教師再展示 Flash 動畫來呈現答案。</p>
細胞分裂的意義與過程	<p>在 IWB 面板上，將數位教材的畫面分成兩個部分，以方便同時呈現畫面資訊，並透過遮屏效果，將畫面分段呈現。此外，透過問答活動來引導學生思考並合作完成細胞分裂過程的各步驟。</p> <p>教師設計活動讓學生合作操作 IWB 上的數位教材來回答，並完成整個細胞分裂的過程，同時參考細胞分裂的圖示，在 IWB 之數位教材上，繪製染色體數量與套數的變化情形，以增進學生對於細胞分裂過程的理解與學習動機（如圖 3）。</p>	<p>採用師生間的問答活動，以 Microsoft PowerPoint 內建之「自訂動畫功能」（例如：飛入、菱形擴展等），採線性播放來進行教學。</p> <p>教師與學生的互動僅限於口語上的互動，所有的軟體操作均由教師進行。</p>

減數分裂的
意義與過程

減數分裂的教學方法同於前述之細胞
分裂的教學方法。

採用師生間的問答活動，以
Microsoft PowerPoint 內建之「自
訂動畫功能」(例如：飛入、菱形
擴展等)，線性播放來進行教學。
教師與學生的互動僅限於口語上
的互動，所有的軟體操作均由教
師進行。

應用 IWB 跨頁比較的功能，以及可以
對 IWB 面板上呈現之數位教材進行註
記的功能，讓學生清楚知道兩種細胞
分裂的差異。

藉由讓學生合作操作 IWB 的活動，使
其能書寫資訊在 IWB 上的數位教材，
來對於細胞分裂與減數分裂進行比
較，促使學生更清楚地瞭解兩種分裂
的關係。

基於表 1，有關 IWB 組與 T 組在各單元之教學活動設計的差異情形，舉例說明如下：在「染色體與其重要性」主題中，數位教材以 Flash 動畫來介紹染色體位於細胞核內，由 DNA 和蛋白質所組成，且細胞核中的染色體數目隨物種而異（數位教材之擷取畫面如圖 2 所示），而 IWB 組的教學方式為，教師讓學生自己操作 IWB 上的數位教材，並對於 Flash 動畫中所列出之生物（如圖 2 下方），選擇他們感興趣的物種進行點選，進而發現不同物種所含的染色體數不同；而 T 組的教學方式為，教師直接操作與展示 Flash 動畫，介紹染色體的位置及其內容物後，透過問答活動，讓學生回答各物種的染色體數後，教師再展示 Flash 動畫以呈現答案，讓學生知道物種染色體數的差異。



圖 2 染色體位置、成分以及染色體數隨物種而異之數位教材擷取畫面

另外，在「細胞分裂的意義與過程」及「減數分裂的意義與過程」主題方面，教師採用類似的設計方式來進行教學。以「細胞分裂的意義與過程」為例，IWB 組的教學方式為，一開始先將 IWB 之畫面分成兩部分，畫面左邊呈現細胞分裂的意義—由一個細胞分裂成兩個相同的細胞，右邊則呈現細胞分裂的流程圖，但是不提供細胞核內染色體的變化情況，而是透過教師與學生之間的問答，將染色體的變化情形逐步填入，並讓學生將各步驟的專有名詞移動到正確的流程步驟上。除此之外，為加深學生對於「細胞分裂過程」的印象，教師採用挑戰計時的策略，讓學生以合作的方式，將細胞分裂的過程排列出來（如圖 3），並將分裂過程中的每個步驟拖曳到相對應的圖片下面；接著，再讓學生觀察細胞分裂過程中染色體、DNA 含量的變化，並利用 IWB 所附的色筆將之繪於圖 3 左下方，並寫出這是細胞分裂的過程。T 組的教學方式為，教師將圖 3 的畫面以問答方式讓學生回答，並透過 PPT 內建之自訂動畫的功能，將細胞分裂的過程、細胞分裂過程中染色體與 DNA 含量之變化等逐步展示出來。

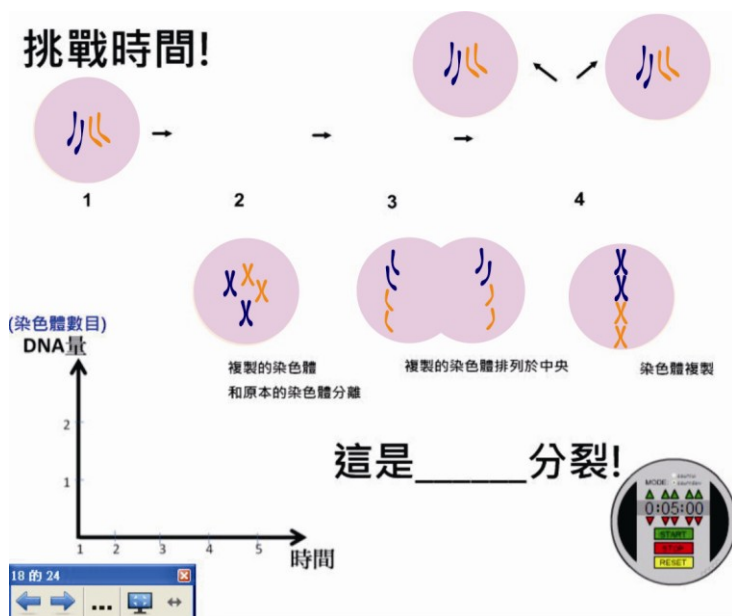


圖 3 細胞分裂之數位教材擷取畫面

(三) 總結性評量

總結性評量主要用於了解學生的學習效益。該總結性評量依據教學內容命題，效度方面採用內容效度與專家效度，內容效度採用雙向細目表（如表 2）來確認題目分布的合理性，命題完畢後再請評量與課程內容專家以及資深國中

教師 2 人修正後完成。該總結性評量共 25 題，其信度 Cronbach α 為 0.860，難度為 0.564，題目之鑑別度均大於 0.300。

表 2 總結性評量之雙向細目分析表

教學概念/布倫分類	知識	理解
染色體與其重要性	3	4
細胞分裂的意義與過程	2	5
減數分裂的意義與過程	1	10

(四) 藏圖測驗 (Hidden Figures Test, HFT)

本研究在學生之認知風格測量方面，採用 Hidden Figures Test (HFT) (Educational Testing Service 1962; French, Ekstrom, & Price, 1963)，HFT 的信度方面，Boersma (1968) 指出，HFT 的再測信度是 0.63；效度方面，Shapiro (1970) 指出 HFT 與 EFT (Embedded Figures Test) (Witkin, Oltman, Raskin, & Karp, 1971) 的相關係數為 0.51。HFT 共分為兩部分，每部份各有 16 題，每一個題目均是一個複雜的圖形，受試者在作答每一題時，需要由每一個複雜的圖型中，找出一個埋藏在其中的簡單圖形 (HFT 會提供可能存在其中的五個簡單圖形，讓受試者選擇)。HFT 得分越高代表其認知風格傾向於場地獨立型 (FI)，越低則代表認知風格傾向於場地依賴型 (FD)。

三、研究設計與研究流程

本研究為了從認知風格的角度來探討 IWB 融入國中自然與生活科技課程細胞分裂單元之教學，對於國中一年級學生學習效益的影響，採用準實驗研究設計，將參與研究的學生分為實驗組與對照組，實驗組實施 IWB 融入教學 (IWB 組)，對照組則實施傳統資訊融入教學 (T 組)，兩組採用之數位教材所包含的概念均相同，進行教學的教師亦相同，其主要差異在於資訊融入教學的方式。IWB 組採用 IWB 融入教學，並讓學生可以直接與 IWB 以及數位教材接觸並進行互動；T 組則主要採用 Microsoft PowerPoint 為主，由教師藉由單槍投影機與布幕進行一般資訊融入教學，教師僅呈現與展示數位教材之內容，並由教師操作 Flash 動畫進行展示與說明，學生沒有機會與數位教材直接接觸互動。

在研究流程方面，進行教學實驗前，先對學生實施「總結性評量前測」與「HFT 測驗」，分別瞭解學生之學習起點行為以及認知風格；然後，針對兩組學生分別進行為期一週共五節課的資訊融入教學；課程結束後，再對兩組學生實施「總結性評量後測」，以瞭解其學習效益。

四、資料蒐集與分析

本研究所蒐集到的資料均為量化資料，包括總結性評量前測與後測成績，以及 HFT 得分。本研究採用三種不同分析方法來進行資料分析，首先，為探究不同資訊融入教學模式的效益情形，將學生之總結性評量成績進行共變數分析（ANCOVA），以總結性評量前測成績為共變項，資訊融入教學模式為固定因子（fixed factor），總結性評量後測成績為依變項，以瞭解不同資訊融入教學模式對於學生學習效益之影響。接著，針對 IWB 組學生進行分析，將學生依據 HFT 測驗成績區分成 FI 與 FD，然後採用共變數分析，分析過程以 IWB 組學生之總結性評量前測成績為共變項，學生認知風格為固定因子，總結性評量後測成績為依變項，以瞭解不同認知風格學生在 IWB 組中的學習效益情形。最後，針對 T 組學生進行分析，採用共變數分析，分析過程以 T 組學生之總結性評量前測成績為共變項，學生認知風格為固定因子，總結性評量後測成績為依變項，以瞭解不同認知風格學生在 T 組中的學習效益情形。

肆、研究結果與討論

一、不同資訊融入教學模式對於國中學生學習效益之影響

為探討不同資訊融入教學模式對於國中學生學習效益之影響，本研究針對兩種資訊融入教學模式進行共變數分析，進行共變數分析之前，先進行回歸係數同質性檢定（ $F_{1,107}=0.136$, $p=0.713$ ）與變異數同質性檢定（ $F_{1,109}=1.820$, $p=0.180$ ），分析結果發現，均未違反同質性假設。接著進行共變數分析，共變數分析結果如表 3：

表 3 不同資訊融入教學模式之共變數分析摘要表（n=111）

來源	型 III 平方和	df	MS	F	Post Hoc
前測成績	5372.267	1	5372.267	24.089**	
資訊融入教學模式	13043.422	1	13043.422	58.486**	IWB>T
誤差	24085.951	108	223.018		
總和	421968.000	111			
校正後的總數	54341.477	110			

** $p<0.01$

由表 3 可知，前測成績對後測成績具有顯著意義（ $F_{1,108}=24.089$, $p<0.01$ ），在前測成績為共變項下，資訊融入教學模式對後測成績亦有顯著意義（ $F_{1,108}=58.468$, $p<0.01$ ）。接著，進行事後分析（Post Hoc），發現 IWB 組學生的學習效益顯著優於 T 組學生。本研究推論，學生在 IWB 融入課室教學環境

中的學習效益顯著優於傳統資訊融入教學的環境，可能是受到 IWB 本身的特質所影響，因為，許多研究指出，IWB 是一個有效的工具，能促進並加速學習的歷程，特別是當學生有機會自己去使用 IWB 時，將有助於提升其學習動機 (Slay et al., 2008; Wall et al., 2005) 與學習效益 (Holmes, 2009)，此外，IWB 整合多媒體與多模態呈現的視覺本質，不但可以以不同的方式來增強學生的注意力 (BECTA, 2007; Glover et al., 2005; Holmes, 2009; Levy, 2002; Northcote et al., 2010; Smith et al., 2005)，也可以透過 IWB 內含的大量教學資源，讓課程更為生活化，並增進其學習理解 (Glover et al., 2005; Holmes, 2009; Levy, 2002; Smith et al., 2005; Wall et al., 2005)。

二、IWB 組中不同認知風格學生學習效益之分析

爲了探討不同認知風格學生在 IWB 組中的學習效益情形，本研究針對 IWB 組學生之認知風格進行共變數分析，進行共變數分析之前，先進行回歸係數同質性檢定 ($F_{1,54}=0.344, p=0.560$) 與變異數同質性檢定 ($F_{1,56}=0.814, p=0.371$)，分析結果發現，均未違反同質性假設。接著進行共變數分析，共變數分析結果如表 4：

表 4 IWB 組中不同認知風格學生之共變數分析摘要表 (n=58)

來源	型 III 平方和	df	MS	F
前測成績	3364.926	1	3364.926	17.745**
認知風格	209.232	1	209.232	1.103
誤差	10429.660	55	189.630	
總和	313664.000	58		
校正後的總數	14142.897	57		

** $p < 0.01$

由表 4 可知，前測成績對後測成績具有顯著意義 ($F_{1,55}=17.745, p < 0.01$)，在前測成績爲共變項下，學生的認知風格對於後測成績沒有顯著意義 ($F_{1,55}=1.103, p=0.298$)。由此可知，在 IWB 組中，不同認知風格之學生的學習效益沒有顯著差異。

三、T 組中不同認知風格學生學習效益之分析

爲了探討不同認知風格學生在 T 組中的學習效益情形，本研究針對 T 組學生之認知風格進行共變數分析，進行共變數分析之前，先進行回歸係數同質性檢定 ($F_{1,49}=0.033, p=0.857$) 與變異數同質性檢定 ($F_{1,51}=0.236, p=0.629$)，分析結果發現，均未違反同質性假設。接著進行共變數分析，共變數分析結果如表 5：

表 5 T 組中不同認知風格學生之共變數分析摘要表 (n=53)

來源	型 III 平方和	df	MS	F	
前測成績	2177.738	1	2177.738	9.007*	
認知風格	1327.414	1	1327.414	5.490*	FI > FD
誤差	12089.122	50	241.782		
總和	108304.000	53			
校正後的總數	15315.321	52			

* p<0.05

由表 5 可知，前測成績對後測成績具有顯著意義 ($F_{1,50}=9.007$, $p<0.05$)，在前測成績為共變項下，學生的認知風格對於後測成績具有顯著意義 ($F_{1,50}=5.490$, $p<0.05$)，接著進行事後分析後發現，FI 學生的學習效益顯著優於 FD 學生，由此可知，在傳統資訊融入教學模式下，FI 學生之學習效益顯著優於 FD 學生。

由表 3~表 5 可知，IWB 組學生具有顯著較佳之學習效益，且不同認知風格之學生在 IWB 融入課室教學環境之學習效益上沒有顯著差異，但是在傳統資訊融入課室教學環境中，FI 學生的學習效益則顯著優於 FD 學生，上述研究結果可以由認知風格與 IWB 融入教學的特性獲得說明。FI 學習者在學習上偏好使用主動的認知策略，且較依賴內部的提示，在認知重建任務上也較為主動，其在能提供機會讓其應用自己的訊息結構來建構知識的學習環境，能獲得較佳的學習效益；而 FD 學習者在認知重建的任務上則較為被動，偏好使用被動的認知策略，並較依賴外部環境、外在動機與較完整的教學內容 (Chen & Macredie, 2004; Chou, 2001; DeTure, 2004; Frank & Keane, 1993; Rittschof, 2010; Saracho, 1998; Wang, 2007)，而 Holmes (2009) 也指出，IWB 融入教學提供的互動性，可以提升偏好被動學習策略之學生的學習效益，亦即對於 FD 學生具有助益，此外，Baker & Dwyer (2005) 亦指出，在數位化的學習環境中，若能整合視覺化、回饋並呈現媒體，將能減少 FD 與 FI 學習者在學習成就上的差異，而 IWB 即具有整合多媒體與多模態視覺呈現，以及提高師生與生生間互動的特質，此正符合 Baker & Dwyer 對於數位學習環境設計之建議。上述可以說明，本研究中，FI 與 FD 學生在 IWB 融入教學之學習環境下，具有統計上相同的學習效益之原因。

此外，在 IWB 教學環境中，FI 學生亦可以透過教師設計之教學活動所提供之機會，來使用自己的訊息結構與動機，來主動建構知識；而 FD 學生則可透過與同儕、教師的互動，以及外在的訊息結構與動機來獲得學習，這也是讓兩種認知風格之學生能獲得統計上均等學習效益的因素之一。然而，在傳統資訊融入教學的教室中，FI 學生依然可以透過自己的偏好—內部訊息與動機來主動建構知識，但是，對於依賴外在訊息與動機、偏好採用被動認知策略學習，

且需要具體與完整之教學引導的 FD 學生而言，則無法獲得較適切的學習引導，也因此造成兩者在傳統資訊融入教學環境中的學習差異。除上述之外，IWB 可以呈現具體且完整之教學內容的特色（Glover & Miller, 2001; Holmes, 2009; Levy, 2002; Smith et al., 2005），以及能以不同的表徵與層次來引導不同學習特性之學生對於教材的理解（Holmes, 2009; Smith et al., 2005），並吸引學生的注意力與動機（BECTA, 2007; Glover et al., 2005; Holmes, 2009; Levy, 2002; Northcote et al., 2010; Slay et al., 2008; Smith et al., 2005; Wall et al., 2005），這也是讓偏好外部環境與動機之 FD 學生在 IWB 融入課室教學的環境中，更願意去主動學習，進而造成 FI 與 FD 學生在 IWB 融入課室教學環境中，具有統計上相同之學習效益的可能因素之一。

伍、結論與建議

由本研究可知，相較於傳統資訊融入教學，將 IWB 應用於國中一年級自然與生活科技課程之細胞分裂單元的教學具有顯著較佳的效益；此外，亦發現 IWB 融入課室教學環境中，可以讓 FI 與 FD 學生，具有統計上均等之學習成效。上述研究發現，可以從本研究 IWB 融入課室教學的教學活動設計獲得說明，本研究依據 Baker & Dwyer（2005）的建議，在 IWB 融入課室教學活動設計裡，融入視覺化、回饋與呈現媒體的教學策略，例如：透過 IWB 整合多媒體呈現的特質來協助學生建立染色體的模型，並呈現細胞分裂的動態本質，以及結合 IWB 互動的特質，讓學生與教材、教師及同儕進行互動，來增進其學習理解與動機，這些教學策略的融入可以讓不同認知風格的學習者具有相近的學習效益（Baker & Dwyer, 2005）。此外，由於偏好被動學習策略的 FD 學生，較依賴外界訊息以及具體與完整之教學引導來進行學習（Chen & Macredie, 2004; Chou, 2001; DeTure, 2004; Frank & Keane, 1993; Rittschof, 2010; Saracho, 1998; Wang, 2007），而 IWB 整合多媒體與多模態呈現以及高度互動性的特色（Levy, 2002; Smith et al., 2005; Wall et al., 2005），相較於傳統資訊融入教學環境，恰可以提供一個更能提高 FD 學生學習動機、注意力與學習理解的學習環境，進而增進 FD 學生在 IWB 課室教學環境中的學習效益，此亦可以說明本研究中，FD 與 FI 學生在 IWB 融入教學的學習環境中，具有統計上相同之學習效益的研究發現。

近幾年來，資訊融入教學一直是受到重視的教育議題之一。在傳統課室的教學環境中，資訊融入教學方式多以單槍投影機與布幕搭配 Microsoft PowerPoint 的方式為主，由本研究發現，這樣的資訊融入教學方式對於 FD 學生是不公平的。由文獻可知，如果能將 IWB 融入課室環境中來取代一般的布幕，將可以提升教學的互動性以及學生參與教學活動的動機（Glover et al., 2005; Northcote et al., 2010; Slay et al., 2008; Smith et al., 2005; Wall et al., 2005），而本研究則進一步發現，IWB 融入課室教學，可以讓 FD 學生的學習效益與 FI 學生

的學習效益，在統計上無顯著差異。因此，本研究建議，在傳統課室教學環境中，若要進行資訊融入教學，可以採用 IWB 融入教學的方式進行，即能獲得較傳統資訊融入教學為佳之效益，並可以讓不同認知風格之學生，獲得相同的學習效益。此外，由於 IWB 融入課室教學的效益主要來自於其互動性與多媒體整合呈現與多模態呈現的特性 (Northcote et al., 2010)，因此，本研究建議，IWB 數位教材與教學活動之設計，宜特別考量互動性與媒體呈現之特性，如此，才可以讓 IWB 融入教學具有效益，而 IWB 的面板也才不會成為高價的「傳統式」屏幕，無法對學生的學習有良好的輔助效益。

此外，由本研究發現，IWB 本身所具備之功能對於教師的教學而言，提供了更多的彈性與輔助性，這種特色可以讓教師的教學活動更為多元，有一些學者對於學習科技在輔助學生學習的效益上有一些討論，主要的討論重點在於學生學習的效益是來自於教師的教學策略或是學習科技本身，例如 Clark (1994) 主張學習科技輔助學習的效益，來自於教師的教學方法與媒體所承載的教學內容，媒體僅是載具對於學習不具有任何的影響；然而，Kozma (1994) 則持相反的觀點，其主張每一種學習科技均具有其獨特的屬性，為了發揮媒體輔助學習的功能，教學策略勢必得依循著各種媒體的特質而進行轉化，然而，這是一個必然存在的轉化。由本研究可知，由於 IWB 具有整合多媒體呈現與互動功能，這些功能的存在讓教師有更多的空間來轉化並發展創新的教學策略，也因此可以造成良好的學習效益。然而，倘若教學環境雖然具有 IWB，但是教師對於 IWB 之操作不熟悉或是缺乏應用 IWB 轉化並發展創新教學策略之能力，IWB 就猶如可有可無的教學設備，而無法發揮扮演輔助學習之關鍵角色。換言之，教師要發展一個有效的 IWB 數位教材與教學活動設計或應用 IWB 來進行教學，教師都需要對於 IWB 的操作與互動式數位教材的開發與應用，具有一定程度的了解 (Campbell & Kent, 2010)，Campbell & Kent (2010)、Holmes (2009) 與 Torff & Tirota (2010) 進一步指出，讓職前教師與在職教師熟悉 IWB 數位教材設計與使用，對於提升 IWB 輔助學生學習之效益具有決定性的影響，因此，本研究依循 Campbell & Kent(2010)、Holmes(2009)與 Torff & Tirota(2010) 的觀點建議，未來宜進一步針對教師專業發展之議題進行探討，以進一步瞭解如何培養職前與在職教師使用 IWB 的技巧，以及發展 IWB 數位教材與進行互動式教學之能力。

最後，由於本研究是針對國中一年級學生之自然與生活科技課程之細胞分裂單元進行研究，因此，研究結果之推論有限。另外，由於本研究是初步進行 IWB 應用於國中自然與生活科技課程之教學效益的評估，對於常會被認為是影響新科技輔助學習之效益的新奇效應 (novelty effect) (Collis, et al., 1996, p.110)、教師與學生之 ICT 能力，以及學生操作 IWB 的熟練度等因素 (Levy, 2002; Smith et al., 2005)，尚未在本研究之研究設計中考慮，本研究建議，後續宜進

行較為長期之研究，以瞭解新奇效應的影響之外，亦建議將會影響 IWB 效益的因素列入考量，以獲得更深入的研究結果。此外，本研究主要採用量化研究設計，對於不同認知風格學習者之學習情形的全貌，較無法深入掌握，本研究建議，未來宜針對其他年級之學生與學科進行探究，並蒐集更多質性與量化資料，以深入瞭解 IWB 對於不同認知風格學習者的學習影響與影響之機制。除此之外，本研究與 Northcote 等（2010）、Wall 等（2005）的研究均發現，學生如果能與 IWB 直接互動（即 IWB 組），更能有效地輔助學生的學習，故本研究亦建議，未來宜持續針對 IWB 數位教材之開發模式，以及 IWB 融入教學之活動設計模式進行更多的研究，以瞭解如何設計出有效之 IWB 互動式數位教材，讓 IWB 輔助學習之潛能完全發揮出來。另外，依據 Smith 等（2005）和 Torff & Tirota（2010）的建議，未來宜持續進行更多正式且具嚴謹實驗設計的研究，針對 IWB 對於學生學業與學習之影響進行更周延且深入的探究，本研究亦支持上述之觀點，建議未來研究者宜針對 IWB 對於教師教學與學生學習之影響進行更多的實證性研究，以建立更為完整之研究證據，以供推動 IWB 融入教學之政策的決策者與執行者，以及第一線使用 IWB 進行教學之教師參考。

致謝

感謝國科會專題研究計畫 NSC97-2511-S-003-026-MY2、NSC97-2511-S-134-006-MY2、NSC99-2511-S-003-024-MY3、NSC99-2511-S-134-002-MY3 經費補助，讓本文順利完成。另外，亦感謝主編與審查者的寶貴建議，讓本文得以更加完善。

參考文獻

- 林紀慧（1998）。個別差異和學習路徑策略與電腦超本文學習成效研究，**新竹師院學報**，11，1-14。
- 南一書局（2009）。**國民中學自然與生活科技(下冊)**。台南市：南一書局企業股份有限公司。
- 教育部（2006）。「**建構縣市 e 化學習環境**」建置參考說明。2010 年 9 月 27 日，取自 http://www.edu.tw/files/site_content/b0089/e-environment.pdf。
- 教育部（2008）。**中小學資訊教育白皮書 2008-2011**。2010 年 9 月 27 日，取自 http://www.edu.tw/files/site_content/B0010/97-100year.pdf。
- 楊坤原、張賴妙理（2004）。遺傳學迷思概念的文獻探討及其對教學的啓示。**科學教育學刊**，12(3)，365-398。

- Baker, R. M., & Dwyer, F. (2005). Effects of instructional strategies and individual differences: A meta-analytic assessment. *International Journal of Instructional Media*, 32(1), 69-84.
- British Educational Communications and Technology (BECTA) (2007). Harnessing Technology schools survey 2007. Retrieved September 27, 2010, from http://partners.becta.org.uk/index.php?section=rh&&catcode=_re_rp_02&rid=14110
- Brown, C. R. (1995). *The effective teaching of biology*. New York, USA: Longman publishing.
- Boersma, F. J. (1968). Test-retest reliability of the cf-1 Hidden Figures Test. *Educational and Psychological Measurement*, 28(2), 555-559.
- Campbell, C., & Kent, P. (2010). Using interactive whiteboards in pre-service teacher education: Examples from two Australian universities. *Australasian Journal of Educational Technology*, 26(4), 447-463.
- Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2008). *Biology* (8th ed.). San Francisco: Benjamin Cummings.
- Chen, S. Y. (2003). Editorial: Individual differences in web-based instruction—an overview. *British Journal of Educational Technology*, 34(4), 385-392.
- Chen, S. Y., & Ford, N. (1998). Modelling user navigation behaviours in a hypermedia-based learning system: An individual differences approach. *Knowledge Organization*, 25(3), 67-78.
- Chen, S. Y. & Macredie, R. D. (2004). Cognitive modelling of student learning in web-based instructional programmes. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 17(3), 375-402.
- Chen, S. Y., Magoulas, G. D., & Dimakopoulos, D. (2005). Aflexible interface design for web directories to accommodate different cognitive styles. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 56(1), 70-83.
- Chou, H-W. (2001). Influences of cognitive style and training method on training effectiveness. *Computer & Education*, 37(1), 11-25.
- Clark, R. E. (1994). Media will never influence learning, *Educational Technology Research & Development*, 42(2), 21-29.
- Clewley, N., Chen, S. Y. and Liu, X. (2010). Cognitive Styles and Search Engine Preferences: Field Dependence/Independence vs. Holism/Serialism. *Journal of Documentation*, 66(4), 585-603.
- Collis, B. A., Knezek, G. A., Lai, K-W., Miyashita, K. T., Pelgrum, W. J., Plomp, T.,

- & Sakamoto, T. (1996). *Children and Computers in School*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- DeTure, M. (2004). Cognitive style and self-efficacy: predicting student success in online distance education. *The American Journal of Distance Education*, 18(1), 21-38.
- Educational Testing Service. (1962). *Hidden Figures Test –Cf-1*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Frank, B. M. & Keane, D. (1993). The effect of learner's field independence, cognitive strategy instruction, and inherent word-list organisation on free-recall memory and strategy use. *Journal of Experimental Education*, 62(1), 14-25.
- Ford, N. & Chen, S. Y. (2000). Individual differences, hypermedia navigation and learning: An empirical study. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*. 9(4), 281-312.
- French, J. W., Ekstrom, R. B., & Price, L. A. (1963). *Kit of Reference Tests for Cognitive Factors*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Glover, D., Miller, D., Averis, D., & Door, V. (2005). The interactive whiteboard: a literature survey. *Technology, Pedagogy and Education*, 14(2), 155-170.
- Harrison, A. W. & Rainer, R. K. (1992). The influence of individual differences on skill in end-user computing. *Journal of Management Information Systems*, 9(1), 93-111.
- Holmes, K. (2009). Planning to teach with digital tools: Introducing the interactive whiteboard to pre-service secondary mathematics teachers. *Australasian Journal of Educational Technology*, 25(3), 351-365.
- Kozma, R. B. (1994). Will media influence learning? Reframing the debate. *Educational Technology Research & Development*, 42(2), 7-19.
- Lee, C. H. M., Cheng, Y. W., Rai, S., & Depickere, A. (2005). What affect student cognitive style in the development of hypermedia learning system? *Computers & Education*, 45(1), 1-19.
- Levy, P. (2002). *Interactive whiteboards in learning and teaching in two Sheffield schools: A developmental study*. Retrieved September 27, 2010, from <http://dis.shef.ac.uk/eirg/projects/wboards.htm>
- Lewis, J, Leach, J, & Wood-Robinson, C. (2000a). What's in a cell? – young people's understanding of the genetic relationship between cells, within an individual. *International Journal of Biological Education*, 34(3), 129-132.
- Lewis, J, Leach, J, & Wood-Robinson, C. (2000b). Chromosomes: The missing link – young people's understanding of mitosis, meiosis, and fertilisation. *International Journal of Biological Education*, 34(4), 189-199.

- Northcote, M., Mildenhall, P., Marshall, L., & Swan, P. (2010). Interactive whiteboards: Interactive or just whiteboards? *Australasian Journal of Educational Technology*, 26(4), 494-510.
- Oztap, H., Ozay, E., & Oztap, F. (2003). Teaching cell division to secondary school students: An investigation of difficulties experienced by Turkish teachers. *International Journal of Biological Education*, 38(1), 13-15.
- Rittschof, K. A. (2010). Field dependence-independence as visuospatial and executive functioning in working memory: Implications for instructional systems design and research. *Educational Technology Research & Development*, 58(1), 99-114.
- Saracho, O. N. (1998). Research directions for cognitive style and education. *International Journal of Educational Research*, 29(3), 287-290.
- Shapiro, N. P. (1970). *The effects of perceptual isolation on recall for field-independent and field-dependent subjects*. Unpublished Doctoral Dissertation, New York University, New York.
- Slay, H., Sieborger, I., & Hodgkinson-Williams, C. (2008). Interactive whiteboard: Real beauty or just lipstick? *Computers & Education*, 51(3), 1321-1341.
- Smith, H. J., Higgins, S., Wall, K., & Miller, J. (2005). Interactive whiteboards: boon or bandwagon? A critical review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, 21(2), 91- 101.
- Somyurek, S., Atasoy, B., & Ozdemir, S. (2009). Board's IQ: What makes a board smart? *Computers & Education*, 53(2), 368-374.
- Torff, B. & Tirotta, R. (2010). Interactive whiteboards produce small gains in elementary students' self-reported motivation in mathematics, 54(2), 379-383.
- Walker, D. (2002). *Meet whiteboard Wendy*. Retrieved September 27, 2010, from <http://www.tes.co.uk/article.aspx?storycode=371268>.
- Wall, K., Higgins, S., & Smith, H. J. (2005). 'The visual helps me understand the complicated things': Pupil views of teaching and learning with interactive whiteboards. *British Journal of Education Technology*, 36(5), 851-867.
- Wang, T. H. (2007). What strategies are effective for formative assessment in an e-Learning environment? *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(3), 171-186.
- Witkin, H. & Asch, S. E. (1948). Studies in space orientation: III. Perception of the upright in the absence of a visual field. *Journal of Experimental Psychology*, 38(5), 603-614.
- Witkin, H. A., Oltman, P. K., Raskin, E., & Karp, S. A. (1971). *A Manual for the Group Embedded Figures Test*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.

Implementation of Interactive Whiteboard in improving the learning effectiveness of junior high school students with different cognitive styles—A case study of the ‘Cell Division’ course

Yang, Kai-Ti *

Wang, Tzu-Hua ** Chiu, Mei-Hung ***

With the rapid development of information and communication technology (ICT), integrating the Interactive Whiteboard (IWB) into traditional classroom teaching has become an important research issue in recent years. This research aims to compare the effectiveness of IWB-integrated instruction with that of traditional ICT-integrated instruction, and to investigate learning effectiveness of students with different cognitive styles in these two learning environments. The IWB was used in the ‘Cell Division’ course for junior high school seventh graders. This research adopted a quasi-experimental design. One hundred and eleven junior high school seventh graders participated in this research. This research adopted the instrument named ‘Hidden Figures Test (HFT)’ to categorize students’ cognitive styles. After one-week instruction (five classes), this research showed that students receiving IWB-integrated instruction had significantly better learning effectiveness than those receiving traditional ICT-integrated instruction. In addition, the results revealed that in comparison with traditional ICT-integrated instruction, IWB-integrated instruction could make students with different cognitive styles had equal learning effectiveness.

Keywords: Interactive Whiteboard (IWB), cognitive style, junior high school Nature and Life Technology Curriculum

* Yang, Kai-Ti, Teacher, Taichung Yu-Ying Junior High School; Ph. D. Candidate, Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University

** Wang, Tzu-Hua, Associate Professor, Department of Education, National HsinChu University of Education

*** Chiu, Mei-Hung, Professor, Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University