

虛擬實境教學在國中自然科教學之效益研究

孫光天

國立台南大學
數位學習科技系
ktsun@mail.nutn.edu.tw

傅榮財

國立台南大學
數位學習科技系
freesy.tw@yahoo.com.tw

摘要

本研究的目的是在探討虛擬實境教學系統融入國中自然與生活科技領域的教學，對學生學習成效的影響；3D 虛擬實境教學可提供學生動手操作實驗及直接參與實驗的人機互動環境，使學習者不只是看，更能自由操作、探索、觀察、研究，提供因材施教的個別化學習。3D 虛擬實境的擬真情境，結合多媒體使學習方式產生新穎的效果，提升學習興趣，可達到多元化學習的效果。我們也同時探討不同學習風格、不同認知風格、不同性別的學生在虛擬實境教學及傳統教學中學習成效是否有明顯的差異。

關鍵詞：虛擬實境、自然與生活科技、學習風格、認知風格

Abstract

Purpose of this research is to probe into the influence of the virtual-reality teaching on examining the learning performance in Junior High School; 3D virtual-reality teaching can offer students to operate the experiment and participate in the man-machine interactive environment of the experiment directly, and to make learners not only look but be able to operate, explore, observe, and study freely. It also can offer individual study. The authentic learning context for 3D virtual-reality teaching combining the multimedia, it enables the way to produce the novel result to improve the interest of studying, and to get the result of pluralistic study. We also probe whether the students of different learning styles, different cognitive styles and different sex have obvious differences in 3D virtual teaching and traditional teaching.

1. 前言

以電腦為基礎所衍生之教學活動 (Computer-Based Training, CBT) 早已成為一種教學的趨勢 (Davis, 1990)。近年來，由於網際網路與電腦多媒體技術發展迅速，以網際網路做為基石的新興教學方式逐漸受到重視。學習方式逐漸由傳統的教學方法轉而利用多媒體電腦網路來輔助學習，學習環境也因此由真實環境擴展到網路化的虛擬學習世界。傳統的教學模式需要教學者與學習者在相同的時間及地點進行，因為面對面的溝通與互動仍是傳統教學模式最具優勢之處。而虛擬學習世界注重的是

學習者的「學」，因此學習成效跟學習者的學習風格與認知風格習習相關。

虛擬實境是一項有潛力的現代電腦科技術，其適用的範圍也相當的廣泛，目前世界先進國家對於虛擬實境的發展與應用已經相當的普遍，而虛擬實境許多優良的特性非常適合應用於教育上 (周文忠, 2005)。我國教育部資訊教育基礎建設計畫執行項目改善教學模式方面，預期完成資訊科技融入各學科，使教材、教法、教學媒體多元化，建立啟發式、互動式學習環境 (教育部, 1997)。依據九年一貫新課程之精神，各學習領域應使用電腦為輔助學習之工具，以擴展各領域的學習並提升學生研究的能力。因應現階段我國學校教學以及未來教學模式，使用虛擬實境教學應是未來資訊教育融入各學科未來可行方式之一 (周文忠, 2005)。科學課程充滿了複雜且抽象的概念 (White, 1993)，甚至學習者可能存有錯誤概念 (misconception)，因而成為眾多學者的研究焦點，也是最能匯集科技專家、認知研究者及學習理論研究者於一堂的學科。國中的自然與生活科技領域將理化與地球科學等學科包含在內。其中，天體運動單元是自然科教師教學最感困難的部分之一，一方面是學生直覺的心理模式干擾了教學；另外一方面則是這些概念的學習受到空間能力、球體透視能力的影響，這些因素都是目前以模型為主 (model-based) 的教學方法力有未逮之處，可見其學習之不易，實有必要從上述之教育理念改革，及提供科技支援著手，輔助這些單元的學習 (趙金婷、鄭晉昌, 1999)。本研究從虛擬實境角度切入，以 3D 虛擬實境教學來突破傳統之教學與學習模式，並提供科技支援著手，輔助國中階段「自然與生活科技中日、地、月之相對運動」這些單元的學習。本研究將考量教學方式、學習風格及認知風格三因素，透過準實驗法來探討其對學習成效之影響。

2. 相關文獻探討

2.1 Kolb 的學習風格

在眾多的學習風格分類理論中，目前在美國企業界與教育界使用最多的是 Kolb 的學習類型 (謝麗菁, 1994)。Kolb 的學習量表的好處，在其結合 Jung、Levin、Dewey、Piaget 等四人的理論基礎，因而成為一精簡有力的模型，並有完整的統計數據支援其學說 (徐善慧, 1999)。Kolb 將經驗學習的

四階段分為理解(comprehension)與轉換(transformation)兩個構面，以此二構面再組成了四種不同形態的學習風格偏好(Kolb, 1976)，此兩個向度分為具體經驗(learning from feeling)和抽象概念(learning by thinking)的理解兩構面，再依訊息處理的模式分為省思觀察(learning by watching and listening)和主動實驗(learning by doing)兩個構面，來區別成為四個象限的風格。

Kolb 學習風格偏好的四個階段，在特性上，具體經驗(CE)和抽象概念(AC)相對立，省思觀察(RO)和主動實驗(AE)亦相對立。對立的學習階段交錯成兩個軸向，垂直軸代表學習者資訊接收的偏好，水平軸代表資訊處理的方式，構成四種學習風格，如圖 1:

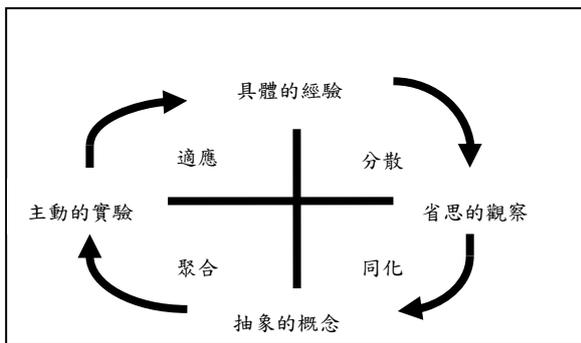


圖1 Kolb之經驗學習理論 (Experiential Learning Theory) 資料來源：整理自Kolb(1985)

2.2 認知風格

在認知風格各層面中討論和研究最多的是「場地獨立/場地依賴」層面。此層面是在測量當受試者試圖從特定情境中辨認出有關的部份時能克服無關背景元素(場地)之影響的程度。一個人越是不受無關元素之影響，則越是分析的(analytical)或是場地獨立的。反之，越是依賴的或容易受無關元素影響的人，則越是整體的(global)或場地依賴的人 (吳裕益, 1987)。本研究將認知風格定義在 Herman A. Witkin 所提的「場地獨立性/場地依賴性」的認知風格分類上，作為本研究的理論依據。本研究的受試者認知風格分類以吳裕益(1985)修訂之團體嵌圖測驗(Group Embedded Figure Test GEFT)為施測工具。

在畫分場地依賴/場地獨立之標準上，一般均採用中位數或平均數為中位數。但此種畫分法有很多問題:在平均數附近的人(如 $M \pm 0.5SD$ 之 A 與 B)，彼此之間的差異很小，反而被分成不同的組別(如圖 2 所示)。事實上 B 與 D 之差異，或是 A 與 C 之差異反而大於 A 與 B 之差異，但 B 與 D 卻被列入場地依賴，而 A 與 C 則被列入場地獨立。要解決此問題，似可將畫分標準改為 $M+1SD$ 與 $M-1SD$ 兩條分界線，必須高於平均數一個標準差或低於一個標準差才列入特殊的 認知風格，凡是介於 $M \pm 1SD$ 之

內者歸為普通型(吳裕益, 1987)。

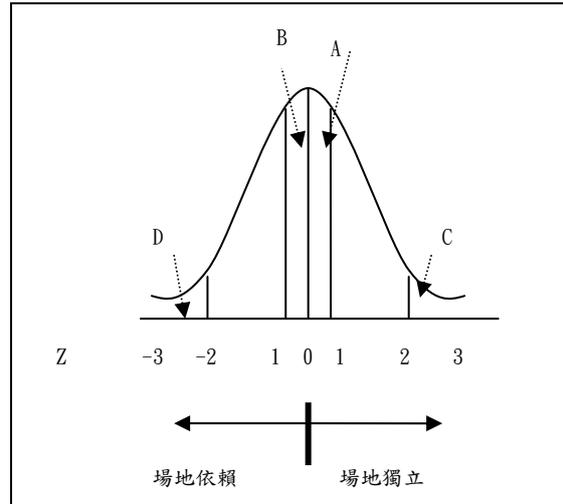


圖 2 場地獨立與場地依賴畫分問題

資料來源：吳裕益(1987)

由於本研究之樣本數不足，因此採 $M \pm 0.5SD$ 為標準，因此將個人認知風格區分成場地獨立/混合型/場地依賴。

2.3 虛擬實境月亮太陽觀測模型系統

虛擬實境 (Virtual Reality, VR) 為電腦利用電腦繪圖或影像合成技術並結合聲音處理所模擬建構的虛擬世界。在此虛擬世界中之物件可為人們所熟悉的周遭事物，或是無法肉眼所見，或者是虛幻想像的空間。你可以在虛擬實境系統的環境中，戴上頭盔顯示器，手握 3D 滑鼠或穿上感應手套等設備，盡情的於虛擬世界中遊走張望，並且控制或觸及物件；而此時間，系統將根據你的行動，由設備上的感應器接收訊息並傳至系統中作運算處理，以即時更新顯示畫面或反應你的行為。所以虛擬實境的確要讓人們完全沉浸於系統環境中，而有身歷其境的感受。或許虛擬實境發展至最後，人們可能已經無法分辨出虛幻與真實了。

為了要能明確的觀看太陽、月球、地球的相對關係，本系統提供 3 個場景供使用者觀察：

a. 太空漫遊：

觀察者在太陽系中可任意移動，以觀察不同時間太陽、月球、地球的相對關係。



圖 3 太空漫遊場景

資料來源:王聖閔(2007)

b. 同步衛星：

觀察者在地球地面上空的一點（好像天上的一顆衛星），由地面上方天空中來觀察太陽、月球、地球的關係。

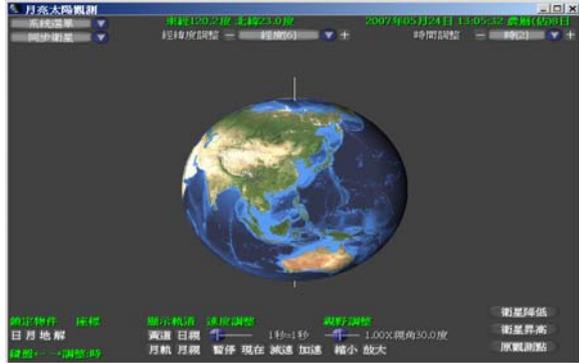


圖 4 同步衛星場景

資料來源:王聖閔(2007)

c. 地面觀測：

觀察者可選擇在地面的任何經緯度的地點來觀察天上的太陽及月球的位置及形狀。



圖 5 地面觀測

資料來源:王聖閔(2007)

3. 研究設計

3.1 實驗設計

為探討虛擬實境教學法對國中自然與生活科技之學習成效影響，本研究採用不等控制組前後測設計 (nonequivalent-control group design) 之準實驗設計研究法 (郭生玉, 1985)，以比較實驗組學生在「日、地、月之相對運動及轉動的地球」單元成就測驗 (後測) 之得分，是否明顯高於控制組。以高雄縣某國中三年級五個班中，隨機分派實驗組及控制組各二個班共 157 人作為研究樣本。實驗設計模式如圖 6 所示；另外，實驗課程完成後對實驗組學生施以研究者自編的「虛擬實境月亮太陽觀測模型系統教學意見調查表」進一步瞭解實驗組學生對虛擬實境教學法的評估、意見等，做為系統改進、更新之客觀依據。圖 6 為實驗設計模式。

X：表示有實驗處理，與傳統教學的時間一樣，本研究利用正常上課時間四節課共一百八十分鐘來進行實驗教學，其中二節課由任課教師用來

講解操作說明及本單元所要探索的主題，其餘二節課由學生自行操作本系統。

E1: 實驗組前測, E2: 實驗組後測

C1: 控制組前測, C2: 控制組後測

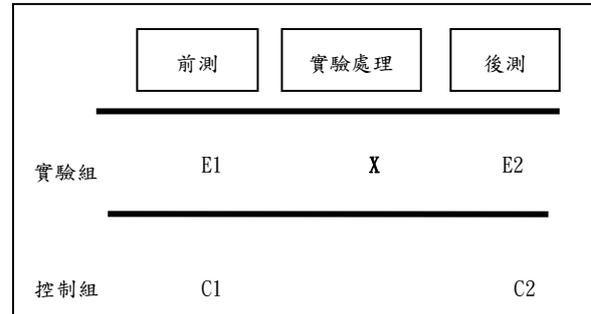


圖 6 實驗設計模式

本研究採單因子及多因子共變數分析設計，茲將本研究有關的變項說明如下：

(1) 自變項

實驗處理: 接受虛擬實境月亮太陽觀測模型系統教學/接受傳統教學

學習風格: 分散型、同化型、聚斂型、適應型。

認知風格: 場地依賴、場地獨立、混合型

(2) 依變項

本研究以受試者在研究者編製的「日、地、月之相對運動及轉動的地球」單元成就測驗 (後測) 的得分為依變項。

(3) 變異量的控制

a. 自然科學成就測驗 (前測)

以受試者在研究者編製的「日、地、月之相對運動及轉動的地球」單元成就測驗 (前測) 的得分為共變量。

b. 實驗處理過程：

由於本研究之「日、地、月之相對運動及轉動的地球」單元為課程進度之一。本研究師資由本校理化科老師擔任，其中控制組由一位老師任教，而實驗組則由另一位老師任教，研究者以介入者身分進行研究。兩位教師教學年資相當，且使用電腦軟體有一定程度，研究者於實驗研究前已花一周時間與實驗組老師進行充分溝通，任課老師已完全掌握軟體操作程序及內容才進行實驗教學；至於控制組則進行傳統教學，並以教具輔助教學。兩組學生於本單元結束後一星期內進行後測。

c. 教學內容設計

由於本研究之「日、地、月之相對運動及轉動的地球」單元為課程進度之一，因此，實驗組與控制組的教學內容以自然與生活科技課本 (康軒版)「日、地、月之相對運動及轉動的地球」單元內容為主。

3.2 研究工具

本研究在實驗過程中使用的工具分別為：

(1) 前測: 「日、地、月之相對運動及轉動的地球」

- 單元成就測驗(傅榮財, 2007)
- (2)後測:「日、地、月之相對運動及轉動的地球」單元成就測驗(傅榮財, 2007)
- (3)學習風格量表(Kolb, 1985)
- (4)認知風格量表(吳裕益, 1987)
- (5)虛擬實境月亮太陽觀測模型(王聖閔, 2007)
- (6)虛擬實境月亮太陽觀測模型系統教學意見調查表(傅榮財, 2007)

3.3 研究假設

本研究之假設分述如下：

- (1)利用「虛擬實境月亮太陽觀測模型系統」教學之學生，學習成效與傳統教學的學生學習成效是否有顯著差異？
- (2)使用「虛擬實境月亮太陽觀測模型系統」教學之學生，男生學習成效女生學習成效是否有顯著差異？
- (3)使用「虛擬實境月亮太陽觀測模型系統」教學之學生學習風格對於學習成效是否有顯著差異？
- (4)使用「虛擬實境月亮太陽觀測模型系統」教學之學生認知風格對於學習成效是否有顯著差異？
- (5)使用傳統教學之學生，男生學習成效與女生學習成效是否有顯著差異？
- (6)使用傳統教學之學生學習風格對於學習成效是否有顯著差異？
- (7)使用傳統教學之學生認知風格對於學習成效是否有顯著差異？

3.4 資料處理

利用 SPSS 15 for window 軟體及 Excell 來進行共變數統計分析。

4. 結果與討論

4.1 研究結果

- (1)根據分組實驗所得的測驗結果，實驗組的學習成效高於控制組，並達到顯著水準，亦即接受「虛擬實境月亮太陽觀測模型系統」教學的實驗組，其學習成效優於接受傳統教學的控制組。
- (2)在「虛擬實境月亮太陽觀測模型系統」教學的實驗組當中，分別以性別、學習風格及認知風格為自變項因子，研究發現：
- 男生、女生的學習成效並沒有顯著的差異。
 - 學生其後測成績不會因學習風格不同而有所差異。
 - 場地獨立風格的學生成績顯著優於場地依賴的學生成績以及混合型的學生成績。至於場地依賴的學生成績以及混合型的學生成績則沒有顯著的差異存在。
- (3)在傳統教學的控制組當中，分別以性別、學習風格及認知風格為自變項因子，研究發現：
- 男生、女生的學習成效並沒有顯著的差異。
 - 學生其後測成績不會因學習風格不同而有所差異。

- 學生其後測成績不會因認知風格不同而有所差異。
- (4)大部分學生對於虛擬實境系統教學接受度很高，同時認為利用 3D 虛擬實境月亮太陽觀測模型系統教學，可獲得相關知識概念；而且也認為對學習有正面的助益。因此研究者發現利用 3D 虛擬實境月亮太陽觀測模型系統教學可讓學生在抽象概念上，得到較佳的理解，但對於在地球上的現象(第五題)了解或實務的操作上(第八題)，則這套系統比較不能呈現真實的原貌，將是未來可以改進的地方。

4.2 研究分析

本研究主要目的在於探討虛擬實境教學是否能有效的幫助國中學生於自然與生活科技中「日、地、月之相對運動及轉動的地球」單元能有效的學習，同時探討學習風格與認知風格對學生學習成效的影響。此外，還須注意到一項指標，淨 Eta 平方係數(Partial Eta Square, partial η^2)，是效果項和參數估計值的淨相關平方值也就是扣除了其他效果項的影響後的關聯強度量數，以它來當作效果量指標，亦即實務顯著性 (practical significance)，反應獨變項效果在真實世界的強度意義。當 F 值達到顯著水準時 η^2 將會是正值，當樣本數很大而使 MSw 變得很小時，F 值很容易達到顯著。此時若 η^2 很小，即使在統計上有意義，實際應用上仍然沒意義。因此當檢定為顯著性差異時，同時引入 η^2 將有助解釋分析結果。一般而言， $0.01 < \eta^2 < 0.06$ 表示低度關聯強度； $0.06 < \eta^2 < 0.14$ 表示為中度關聯強度； $\eta^2 > 0.14$ 為高度關聯強度 (Cohen, J, 1998)。

4.3 研究討論

- (1)虛擬實境教學與傳統教學在國中自然與生活科技之學習成效比較：
- 根據分組實驗所得的測驗結果，實驗組(虛擬實境教學的學生)的學習成效高於控制組(傳統教學的學生)，由事後比較表(調整後的平均數)可發現，虛擬實境教學的成績(平均數=69.8)顯著優於傳統教學(平均數=65.3)。此結果與相關研究相同(陳靖, 2002; 吳沂木, 2004; 吳再福, 2006)。而虛擬實境教學的成績雖然顯著優於傳統教學，但其 $\eta^2=0.03 < 0.06$ ，為低度關聯強度，表示教學方法對於學習成效的關聯強度不高。在實際應用上有其限制性。究其原因可能有下列二項：
- 教學單元、實驗處理時間的限制
- 本研究由於研究工具侷限於虛擬實境月亮太陽觀測模型系統，因此只能以自然與生活科技中「日、地、月之相對運動及轉動的地球」單元教的學內容為實驗設計，因此若能將整學期甚至一學年的教學內容都能實施虛擬實境教學，進而比較，應該更能推論出其單元的差異性。

b. 樣本數的限制

囿於客觀環境的限制,實驗組與控制組只有各二個班而且樣本來自高雄縣鄉下一所國中三年級學生。在樣本代表性及樣本數不足之下,推論可能會有些偏差,因此若能採取較大的隨機樣本,研究者相信會有較客觀的研究發現。

(2) 性別、教學方法對學習成效的影響

在不同的教學方式當中,以性別為自變項因子,研究者發現:

a. 男生、女生的學習成效在虛擬實境教學中並沒有顯著的差異,此結果與陳靖(2002)相關研究相同。

b. 在傳統教學中,男生、女生的學習成效也沒有顯著的差異,此結果與林軍治(1987)相關研究相同。

c. 在實務教學經驗中,最近幾年,女生的學習成效平均明顯優於男生,因此增大樣本數,較能研究出其中真正的差異。

(3) 學習風格、教學方法對學習成效的影響:

a. 在學習風格分類當中,實驗組與控制組皆以同化者所佔比例最高,此與 Kolb(1985)研究相同。

b. 在虛擬實境教學中的學生,其後測成績不會因學習風格不同而有所差異。此結果與相關研究相同(吳沂木,2004;林勇成,2002,簡綜男,1999)。也就是學生在接受虛擬實境教學後,減弱學生學習風格對學習成效的影響。不同學習風格的學生藉由虛擬實境教學而模糊了學習風格對學習成效的影響,也可以看做虛擬實境教學具有適應不同學習風格學習者的能力。

c. 在傳統教學中學生其後測成績不會因學習風格不同而有所差異。此結果與相關研究相同(吳沂木,2004;林勇成,2002)。

d. Kolb 的學習風格分類的題目其題意雖經翻譯成中文,但文字敘述較簡,單以現今國中生中文程度,或許不甚了解其意,可能造成分類上的失誤。由於樣本數太少,造成分組(教學方式)後,再經學習風格分類,使其每類人數相對減少,影響研究結果分析,因此要避免這類誤差發生,必須提高樣本數量,如此研究結果會能較精確。

(4) 認知風格、教學方法對學習成效的影響

由文獻資料得知,場地獨立/場地依賴對智力並無顯著相關,但在數理學習成就上,一般顯示場地獨立者在學習表現優於場地依賴者(丁振豐,1989;吳靜吉,1974)。

a. 在傳統教學中,學生其後測成績不會因認知風格不同而有所差異。

b. 在虛擬實境教學中,場地獨立風格的學生成績顯著優於場地依賴的學生成績以及混合型的學生成績。至於場地依賴的學生成績以及混合型的學生成績則沒有顯著的差異存在。顯著的程度 $\eta^2=0.249>0.14$,因此關聯強度很

高。表示場地獨立風格的學生成績顯著優於場地依賴的學生成績以及混合型的學生成績。效果非常明顯。

c. 在虛擬實境教學中,由於學生是以「學」為主,教學內容著重在空間方面,而學習環境在電腦教室相對比較讓場地依賴者容易分神,這對場地獨立類型的學生比較有利於學習。

5. 結論與建議

5.1 結論

本研究的目的是在探討資訊科技融入國中自然與生活科技領域的新教學方式-虛擬實境教學系統,對學生學習成效的影響;同時探討對不同學習風格、不同認知風格、不同性別的學生在虛擬實境教學及傳統教學中學習成效是否有明顯的差異。研究發現有下列幾個特點:

(1) 以資訊科技融入自然與生活科技領域教學可提升學習效果

資訊科技是良好的輔助學習工具,要發揮這些工具在教學上最大的應用,則是必須將其融入各科教學活動之中。長久以來自然科學中許多抽象而學生在日常生活情境中接觸不多且難以具體描述或較難理解的概念或單元,其中有些具危險性或不易取得,有些則不適合讓學生親自操作演練。因此,教師只能以影片、圖片、書面或口頭說明來描述,教具則大部分缺乏實務性,學習者無法現場操作、實驗,也無法體會與了解問題的癥結。而透過虛擬實境系統提供的動態操作,正好符合心理學者布魯納(Jerome Bruner),所提出的教學理論中建議教學時最好由直接的經驗(具體的)到圖像描述的經驗(例如圖畫和影片),再到象徵性的描述(例如文字)的順序來進行,從而增進其學習成效。

(2) 互動式的個別化學習、3D 擬真場景引導學習興趣

3D 虛擬實境教學提供學生動手操作實驗及直接參與實驗的人機互動環境,使學習者不只是看,更能自由操作、探索、觀察、研究,可因材施教的個別化學習。3D 虛擬實境系統提供擬真的內容情境,結合多媒體使學習方式產生新鮮的效果,引導學習興趣,達到多元化學習的效果。

5.2 未來研究建議

(1) 擴大研究樣本提昇外在效度

本研究因考慮行政配合、實施時間等因素,僅以一所中學四個班級為研究樣本進行教學實驗,若未來研究能以城市、鄉村多所學校一同進行,並將城鄉差距的因素考慮進去,擴大樣本人數進行教學實驗,將可得到較佳的外在效度。

(2) 從質的研究分析研究結果並提昇內在效度

本研究以量的方法分析研究結果,然而有些變項如學生的能力、態度、家庭背景等個人變項,

易受學習環境、時空變化而改變，尤其以國中生為最，想要控制所有可能影響變項的因素，非常不可能；因此若能輔以質的研究與學校輔導室合作對學生進行觀察、訪談或記錄等，將使研究結果獲得更詳細、更精確的解釋。

(3) 提昇虛擬實境系統的效能與充實內容

配合政府兩兆雙星計畫，從技術方面著手建立符合 SCORM 2004 的虛擬實境教學系統物件，以節省開發時間，落實 e-learning 學習計畫。虛擬實境的另一個特性是「互動」，而多人式互動也成為虛擬實境設計者未來的發展方向，此一特性與認知風格的交互作用，值得後續研究探討。另外以 Web 發展的遠距教學，優點在於可以結合資料庫，作資料探勘，結合人工智慧以分析學生的學習路徑及模式、迷思概念的診斷，作進一步合作教學研究。

(4) 嘗試以不同變項引入虛擬實境教學

影響學習成效的因素有很多，本研究在有限的資源下只能引入少數幾個因子，建議後續研究者在樣本數提高的情形下，可再深入探討學習風格與認知風格的相關，或是其它影響學習成效的因子間的交互作用，從而建立一套虛擬實境教學之教學模式。

參考文獻

- [1] 丁振豐。1989。場地獨立性認知型式的個別差異現象及其對教學歷程影響之探討。台南師院學報，22 期，pp. 135-150。
- [2] 郭生玉。1985。心理與教育研究法。台北：精華
- [3] 趙金婷、鄭晉昌。1999。虛擬實境學習環境的設計與評量。教學科技與媒體，47 期，pp. 2-11。
- [4] 林軍治。1987。教學法、場地獨立／依賴、性別及社經地位與國小學童數學認知層次關係之研究。花蓮師院學報，1 期，pp. 253-308。
- [5] 王聖閔。2007。建置國民中小學觀測月亮、太陽運動之虛擬實境模型研究。國立台南大學數位學習科技學系。
- [6] 吳沂木。2004。資訊科技融入『自然與生活科技』的 3D 虛擬實境教學之探究—以電與磁教學為例。台南師院自然科教學碩士論文。
- [7] 吳靜吉 (1974)：藏圖測驗。台北：遠流出版社。
- [8] 吳裕益。1987。認知能力與認知型態個別差異現象之探討。教育學刊，7 期，253-300。
- [9] 吳明隆、涂金堂。2005。SPSS 與統計應用分析。五南圖書。
- [10] 吳再福。2005。月亮和太陽星象的全球觀測之虛擬實境教學系統設計。國立臺南大學資訊教育研究所碩士論文。
- [11] 陳靖 (2002)。資訊科技融入『九年一貫地球科學』創意教學之研究—以 921 大地震虛擬實境教學為例—。台南師院自然科教學碩士論文。
- [12] 簡綜男。2000。互動式多媒體輔助教材在電腦教學之學習成效影響研究，國立中央大學資訊管理研究所碩士論文。
- [13] 周文忠。2005。虛擬實境之意義與應用。資訊科學應用期刊，1(1)，pp. 121-127。
- [14] 周文忠。1999。Web 導向教學(Web-Based Instruction)應用之探討。屏師科學教育，vol. 9，pp. 42-49。
- [15] 林勇成。2002。網路虛擬實驗室在國小自然領域教學之學習成效影響研究。國立臺南師範學院資訊教育研究所碩士論文。
- [16] 張春興。1994。教育心理學—三化取向的理論與實踐。東華書局。
- [17] 教育部。1997。資訊教育基礎建設計畫。
檢索日期:92. 10. 15。取自 World Wide Web:
<http://rs.edu.tw/information/infpln/bascont.htm>
- [18] D.A.Kolb, *Experiential learning theory: Previous research and new directions*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc, 2001.
- [19] D.A.Kolb, *Learning style inventory: Self-scoring inventory and interpretation booklet*. Boston: Mcber and Company, 1985.
- [20] D.A.Kolb, *Learning Style Inventory: Technical manual*. Boston, MA: McBer & Co, 1976.
- [21] D.A.Kolb, *Learning style technical manua*. Boston: Mcber and Company, 1976.
- [22] J.Cohen, *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciencies*. Lawrence Erlbaum1, 1988
- [23] J. Bruner, *Going Beyond the Information Given*. New York: Norton, 1973.
- [24] L. S.Vygotsky, *Mind in Society*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.
- [25] N.J.Entwistle, "Knowledge structures and styles of learning: a summary of Pask's recent research," *British Journal of Educational Psychology*, vol. 48, pp.255-65, 1978.