

虛擬實境融入國小自然科教學對 不同自然科學習動機學生學習影響之研究

王子華¹ 楊依婷² 唐文華¹ 張美玉¹ 林志明¹

¹國立新竹教育大學 ²苗栗縣立後龍國民小學

thwang@mail.nhcue.edu.tw

摘要

本研究旨在探究國小四年級學生於不同數位學習環境中學習效益與學習動機改變之情形。本研究依「認識灰面鵟鷹」課程設計兩種數位學習環境，分別為：「一般數位學習」與「虛擬實境數位學習」。本研究採準實驗研究法，以苗栗縣四所國小四年級八個班共 216 人為樣本，控制組學生在「一般數位學習」環境中學習，實驗組學生在「虛擬實境數位學習」環境中學習。研究結果顯示，四年級學生在具備虛擬實境的學習環境中具有顯著較佳的學習效益，亦發現在虛擬實境環境中，高學習感受與低學習困難的學生其自然科學習動機的提升情形顯著較佳。

關鍵詞： 學習動機、虛擬實境、數位學習

Abstract

This research tries to investigate student learning effectiveness in two different e-Learning environments, which are general Web-based learning environment (WBL) and Web-based learning environment with virtual reality (VR). Participants were 216 forth graders from eight classes in Miaoli county. Quasi-experimental design was adopted. The control group students learned in WBL and the experimental group students learned in VR. The results indicate that students in VR have better learning effectiveness. In addition, it is also found that the experimental group students, holding more positive attitudes towards VR and having lesser difficulties in VR, have better effectiveness in the improvement of nature science learning motivation.

Keywords: learning motivation; Virtual Reality; e-Learning

1.前言

Dale(1969)將媒體從具體真實到抽象的程度做分類，發展出經驗金字塔(the cone of experience)(如圖 1，資料來源：[1])

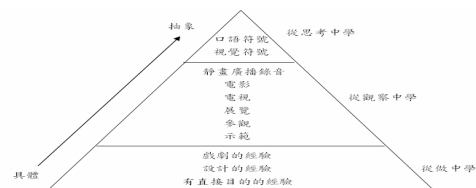


圖 1 戴爾(Dale)經驗金字塔

Dale 認為教學過程中各種經驗獲得，應由下而上，由直接到間接，由具體到抽象，循序漸進，並相互設法形成強固的聯結，以增強學習的效果，如果教師能呈現金字塔底下的實物、直接的經驗，學生是最容易瞭解與吸收的，但部分教材內容無法帶到教室中讓所有學生真實體驗，若學習者要能有效運用更多的抽象教學活動，他們須先建立有許多具體經驗的庫存，這樣才能對抽象符號所描述的現實賦予意義，換言之，越是抽象的事物，其實對於學生的學習而言，是越有難度的。

在現實教學環境中，由於有很多限制，所以很難將所有教學內容具體化，而虛擬實境則是可將原本抽象不具體的事物具體化的一種技術，該技術在近年來，已嘗試應用於教學情境中，利用該技術來模擬現實教學環境無法實際進行操作或觀察的現象，藉此讓學習者能獲得較為具體的學習經驗，許多研究均發現該技術融入教學，對於提升學習者對於科學學習的動機而言很有助益。因此本研究將嘗試利用虛擬實境技術來模擬候鳥的遷徙與飛行行為，引導國小四年級學生學習候鳥遷徙的相關概念，並探究虛擬實境(virtual reality)技術融入數位學習環境與否，對於學生在數位學習環境中的學習效益之影響情形。本研究共有以下三個待答問題：

1. 國小四年級學生於一般數位學習環境與融入虛擬實境技術之數位學習環境中的學習效益差異情形為何？
2. 在融入虛擬實境技術之數位學習環境中，不同學習感受國小四年級學生的自然科學學習動機改變情形之差異為何？
3. 在融入虛擬實境技術之數位學習環境中，遭遇不同學習困難國小四年級學生的自然科學學習動機改變情形之差異為何？

2. 文獻探討

2.1 虛擬實境與學習效益

虛擬實境是整合多媒體影音呈現、3D 電腦繪圖、動態捕捉與觸覺回饋等相關軟體的技術，其目的在開發 3D 立體的電腦模擬環境，這樣的技術不但讓使用者處在虛擬而逼真的環境，達到身歷其境感外，又免除身處真實環境的危險性與成本上的消耗，因此將虛擬實境技術應用於輔助學生學習，近年逐漸受重視。虛擬實境技術用於輔助學生學習，主要基於情境學習理論(Situated Learning Theory)，情境學習理論主張知識是情境化的，且在部分上是其應用的活動，以及文化與社會脈絡的產物，強調學習應在真實情境中進行，且知識的建構是存於人與過去情境間不斷的互動，虛擬實境技術正可協助教學設計者建置擬真的學習情境，讓學習者藉由與虛擬實境的互動來建構相關的知識與技能。

隨著資訊技術發展，虛擬實境技術與教學的結合逐漸受重視，從國內外文獻中，均可發現虛擬實境教學有助於引發學生的學習動機與學習效益。Baifang, Zhaowei, Jianmin, & Lin [4]將該技術融入高中生物分子教育，其發現透過立體的視覺設計對學生在學習艱深的蛋白質形狀與結構上有相當的助益，不但提升學習效益，更可提高學習動機。Tanoue, Yasunaga, Konishi, Okazaki, Ieiri, Kawabe, Matsumoto, Kakeji, & Hashizume [5]更嘗試將該技術引進醫科學生手術教育上的學習，其發現經由虛擬實境設計的模擬器來訓練醫科學生的手術技巧，可降低學生執行手術過程中的錯誤率。由此可知，虛擬實境技術融入各級教學均有不錯的成效。

2.2 學習動機與學習效益

動機是促進個體進行各種行為活動的原動力，是引起、維持個體活動，並使該活動朝向某一目標的內在歷程。無論在任何形式的教學過程中，動機均扮演相當重要的角色，唯有源源不絕的動機，才能促動學習者不斷地嘗試錯誤，直到動機得到滿足及問題獲得解決為止。而有學者亦指出動機主要在引發學習者的興趣、刺激其學習的慾望、使之努力向學並引導興趣與努力以達確定的目標。因此動機在學習歷程中扮演關鍵角色，並影響學習成效。與學習動機有關的理論，包含：成就動機理論、歸因理論、自我效能論與情境動機理論，分別簡介如下：

成就動機理論是指個人主動參與事關成敗活動時，不畏失敗威脅，自願努力以赴，以達成目標並獲致成功經驗的內在心理歷程。

成就歸因理論是認為成就需求高低不同的學生，詮釋成功和失敗的方式可能不同，成就需求分數高的學生比成就需求分數低的學生更傾向於把成功歸因於自己的努力和能力。個體在學習情境中其成就行為會受到歸因歷程的影響，先是個體對於成功或失敗產生反應，對成就表現的可控制性及穩定性予以因果分析，針對原因產生情緒反應(積極自我期待或消極自我否定)，進而影響學習成就表現。

自我效能論的定義指個人對採取必要行動以應付未來情境之能力所做的覺知判斷，也就是學習者對自己能否利用所擁有的能力或技能去完成學習任務的自信程度的評價，是個體對控制自己的學習行為和能力的一種主觀信念。由自我效能理論中，可了解自我效能是個人行為改變歷程中的重要變項，個人對工作的投入，對行為的持續、努力與成就，乃受到個人對自我本身能力的信念所影響。

情境動機論是認為一個人在情境下的行為，反映出的是個人本身的動機信念，這是從個人的學習和表現的狀況自我評估而來的，且會影響學習者在後續學習的行為表現。情境動機論相信學習者具有思考他們在各種情境下採取不同行動的能力，因此情境動機可被視為學習者自我調整的學習動力。從教育觀點來說，有一個非常重要目的就是讓學生能夠自動自發的學習。

3.研究方法

3.1 研究對象

本研究基於學校行政協調與電腦軟硬體設備等環境因素之考量，邀請苗栗縣內四所國民小學四位具備操作電腦技巧與上網能力之自然科教師，及其任教之四年級八班共 216 人參與本研究，所有班級均屬常態編班，且所有學生接受過電腦相關課程，具備基本的操作電腦技能與上網能力。本研究以隨機方式，將這八個班級，以班級為單位分配至兩組，一組實施一般數位學習環境之教學，另一組則實施融有虛擬實境之數位學習環境的教學。

3.2 研究工具

3.2.1 候鳥遷徙之數位教材的設計

本研究採用之研究教材為研究者所自行開發之「認識灰面鵟鷹」的課程，適用於國小四年級學生。課程共分為「灰面鵟鷹的成長過程」、「灰面鵟鷹的遷徙路線」與「灰面鵟鷹的飛翔動作」三大主題，其內容主要在介紹灰面鵟鷹的基本資料與成長過程、南遷北返的時程與路線，以及其遷徙時的飛行習性與飛翔姿態等。

本研究欲探究國小四年級學生於不同數位學習環境中之學習效益的情形，因此，本研究設計之數位教材主要包含有兩種呈現方式，一為採用 Frontpage 與 PhotoImpact 兩套軟體將上述之課程製作成一般數位化之「認識灰面鵟鷹」課程，即三大主題均採用一般網頁教材(Web-based materials)方式呈現(圖 2)；另一則採用虛擬實境技術來開發「灰面鵟鷹的遷徙路線」與「灰面鵟鷹的飛翔動作」兩大主題的課程(圖 3)，利用虛擬實境的特性來模擬灰面鵟鷹的遷徙路徑與飛行方式，而另外一個主題的課程，即「灰面鵟鷹的成長過程」，則與一般數位課程相同，採用一般網頁教材方式呈現。



圖 2 一般網頁教材



圖 3 虛擬實境教材

3.2.2 成就測驗

「成就測驗」主要是為了瞭解學習者於兩種數位學習環境中的學習效益。「成就測驗」由國小自然與生活科技教師依據本研究開發之「認識灰面鵟鷹」的課程命題，並且依據布倫認知分類與雙向細目分析表進行命題。試卷經過生物教育專家審查後，並針對 96 位修過「認識灰面鵟鷹」課程的國小四年級學生進行預試，刪除鑑別度小於 .20 的試題，形成 33 題四選一之單選題測驗，該成就測驗的平均難度為 .58，KR20 信度為 .75。

3.2.3 學習動機量表

該學習動機量表改編自段曉林和靳知勤[2]發展的問卷，涵蓋「自我效能」(self efficacy)、「主動學習策略」(active learning strategy)、「科學學習價值」(science learning value)、「表現目標導向」(performance goal)、「成就目標」(achievement goal)與「學習環境誘因」(learning environment stimulation)，該量表使用 Likert5 計分法，共 35 題，本研究將該量表總分作為自然科學學習動機的指標。

另外，由於該量表原先發展適用於國中學生，因此，本研究對該量表的文字逐題修正，將文意改編適合四年級學生的程度，修改後與專家討論並對 493 位國小四年級學生進行施測，採用 Cronbach α 內部一致性估算修改後量表之信度為 .81。

3.2.4 「MyEL」學習感受問卷

該問卷主要用以調查學習者在虛擬實境學習環境下，其學習感受情形。本問卷由研究者與數位學習專家，依研究所使用的虛擬實境環境發展，並經多次修改編製而成，其內容涵蓋「學習成效」、「教法策略」與「學習困難」三向度，該量表使用 Likert5 計分法，共包含 24 題。該量表總分作為探討國小學生對融有虛擬實境之數位學習環境的學習感受指標，並以「學習困難」向度得分為探討學生對虛擬實境操作與觀察的遭遇困難度指標。對 102 位國小四年級學生施測，採用 Cronbach α 內部一致性估算修改後量表之信度為 .82。

3.3 研究設計

本研究為瞭解國小四年級學生於不同數位學習環境中之學習效益的情況，採用準實驗研究法，隨機選取四個班級為實驗組，實施虛擬實境數位學習環境；另外四班則為控制組，實施一般數位學習環境。在進行教學實驗前，為避免學生的起點行為影響研究結果，因此先實施學習前的「成就測驗前測」，並施測「學習動機量表前測」以瞭解學生的自然科學學習動機的起點行為。然後，兩組學生分別在所屬的數位學習環境中進行為期二週的數位學習。教學結束後，對實驗組與控制組實施「成就測驗後測」，以瞭解學生的學習效益，此外亦實施「學習動機量表後測」與「My EL」學習感受問卷，以瞭解學生的自然科學學習動機的改變情形和學生在虛擬實境的環境中學習感受為何，是否遭遇困難。

3.4 資料蒐集與分析

本研究所蒐集到的資料均為量化資料，主要包含有成就測驗前、後測成績與學習動機量表的得分。並應用 SPSS Ver12.0 中文版進行分析，首先，針對兩種數位學習環境之學習者的學習效益進行單因子共變數分析(one-way ANCOVA)，分析過程以成就測驗前測成績為共變量，後測成績為應變量，並以不同數位學習環境為固定因子進行單因子共變數分析，以瞭解學習者於不同數位學習環境中的學習效益。另外，本研究更進一步將虛擬實境數位環境組的學生在「MyEL」學習感受問卷總分，分為高、低學習感受二群，再以「學習困難」此向度的得分，分為高、低學習困難二群，以探究學習感受與學習困難的程度不同對學生學習動機改變情形的影響為何。

4. 研究結果與討論

4.1 國小四年級學生於不同數位學習環境中的學習效益分析

為瞭解國小四年級學生於一般數位學習環境與融有虛擬實境之數位學習環境中的學習效益情況，以「數位學習環境」為固定因子，成就測驗前、後測分數分別為共變量與應變量，進行單因子共變

數分析。共變數分析前進行變異數同質性檢定，經 Levene 檢定後發現，符合變異數同質假設($F = .75, p > .05$)。共變數分析結果如表 1 所示：

表 1 數位學習環境因子對後測共變數分析摘要表

變異來源	SS	DF	MS	F	PostHoc ^a
成就前測	7621.20	1	7621.20	46.49	
數位學習環境	4225.20	1	4225.20	25.77**	VR>N-VR
誤差	35247.36	215	163.95		
總和	58482.50	218			

^a VR: 虛擬實境學習環；N-VR: 一般數位學習環境；使用 LSD 法進行 PostHoc

** $p < .01$

由表 1 可知，「數位學習環境」因子對於國小四年級學生之學習效益有顯著意義($F = 25.77, p < .01$)，國小四年級學生在具備虛擬實境的學習環境中具有顯著較佳的學習效益。

4.2 虛擬實境環境中不同學習感受學生之學習動機改變情形分析

為瞭解國小四年級學生於融有虛擬實境之數位學習環境中其學習感受對學習動機改變情形的影響，以「感受分組」為固定因子，學習動機量表前、後測分數分別為共變量與應變量，進行單因子共變數分析。共變數分析前進行變異數同質性檢定，經 Levene 檢定後發現，符合變異數同質假設($F = 1.67, p > .05$)。共變數分析結果如表 2 所示：

表 2 感受分組對動機後測共變數分析摘要表

變異來源	SS	DF	MS	F	PostHoc ^a
動機前測	4871.93	1	4871.93	32.65	
感受分組	985.75	1	985.75	6.61*	H>L
誤差	14773.18	99	149.22		
總和	16421.99	102			

^a H: 高學習感受；L: 低學習感受；使用 LSD 法進行 PostHoc

* $p < .05$

由表 2 可知，「感受分組」因子對於國小四年級學生之自然科學學習動機後測成績有顯著意義($F = 6.61, p < .05$)，高學習感受組的學生在具備虛擬實境的學習環境中，其自然科學學習動機提升情形顯著優於低學習感受組。為更深入了解其學習動機各向度的改變情況，以「感受分組」為固定因子，分別以學習動機量表的自我效能、主動學習策略、科學學習價值、表現目標導向、成就目標與學習環境誘因等六向度前、後測分數為共變量與應變量，進行單因子共變數分析。共變數分析結果如表 3 所示：

表 3 感受分組對動機六向度後測共變數分析摘要表

向度	變異來源	Level	Mean (Std.Error) ^a	F	PostHoc ^a
自我效能	感受分組	前測		767	
		感受高分組	2368(73)		
		感受低分組	2350(70)	.03	
主動學習策略	感受分組	前測		3506	
		感受高分組	3211(70)		
		感受低分組	2973(67)	5.75*	H>L
科學學習價值	感受分組	前測		48.52	
		感受高分組	1998(43)		
		感受低分組	1846(41)	6.22*	H>L
表現目標導向	感受分組	前測		1437	
		感受高分組	1170(54)		
		感受低分組	1224(52)	.53	
成就目標	感受分組	前測		29.13	
		感受高分組	1987(45)		
		感受低分組	1780(43)	10.45**	H>L
學習環境誘因	感受分組	前測		541	
		感受高分組	2259(60)		
		感受低分組	2067(58)	5.20*	H>L

^aH: 高學習感受；L: 低學習感受；使用 LSD 法進行 PostHoc

* p< .05; ** p< .01

由表六可知，「感受分組」因子對於學生之學習動機中的主動學習策略、科學學習價值、成就目標與學習環境誘因等四向度的後測成績具有顯著意義(主動學習策略:F=5.75, p< .05; 科學學習價值:F=6.22, p< .05; 成就目標:F=10.45, p< .01; 學習環境誘因:F=5.20, p< .05)。高學習感受組在此四向度的提升情形顯著優於低學習感受組，整體而言，高學習感受的學生在虛擬實境環境中其學習動機的提升情形顯著較佳。

4.3 虛擬實境環境中不同學習困難學生之學習動機改變情形分析

為瞭解國小四年級學生於融有虛擬實境之數位學習環境中，其遭遇之學習困難對學習動機改變的影響情況，以「困難分組」為固定因子，學習動機量表前、後測分數分別為共變量與應變量，進行單因子共變數分析。共變數分析前進行變異數同質性檢定，經 Levene 檢定後發現，符合變異數同質性假設(F=1.94, p> .05)。共變數分析結果如表 4 所示：

表 4 困難分組對動機後測共變數分析摘要表

變異來源	SS	DF	MS	F
動機前測	6862.49	1	6862.49	44.82
困難分組	601.85	1	601.85	3.93
誤差	15157.08	99	153.10	
總和	164219.00	102		

由表 4 可知，「困難分組」因子對於國小四年級學

生之學習動機沒有顯著意義(F=3.93, p> .05)，在虛擬實境的學習環境中，遭遇高低學習困難的學生，其學習動機無顯著差異。另外深入針對動機的六個向度的改變情形分別進行分析，以「困難分組」為固定因子，分別以學習動機量表的自我效能、主動學習策略、科學學習價值、表現目標導向、成就目標與學習環境誘因等六向度的前、後測分數為共變量與應變量，進行單因子共變數分析。共變數分析結果如表 5 所示：

表 5 困難分組對動機六向度後測共變數分析摘要表

向度	變異來源	Level	Mean (Std.Error) ^a	F	PostHoc ^a
自我效能	困難分組	前測		6.50	
		困難低分組	2411(69)		
		困難高分組	2300(73)	1.20	
主動學習策略	困難分組	前測		45.67	
		困難低分組	3123(67)		
		困難高分組		.607	
科學學習價值	困難分組	前測		66.67	
		困難低分組	1985(40)		
		困難高分組	1844(42)	5.79	L>H
表現目標導向	困難分組	前測		14.77	
		困難低分組	1180(52)		
		困難高分組	1218(55)	.25	
成就目標	困難分組	前測		38.89	
		困難低分組	1944(43)		
		困難高分組	1807(46)	4.66*	L>H
學習環境誘因	困難分組	前測		9.57	
		困難低分組	2241(56)		
		困難高分組	2068(60)	4.49*	L>H

^aL: 低學習困難；H: 高學習困難；使用 LSD 法進行 PostHoc

* p< .05

由表 5 可知，「困難分組」因子對於學生之學習動機中的科學學習價值、成就目標與學習環境誘因等三向度的改變情形有顯著意義(科學學習價值:F=5.79, p< .05; 成就目標:F=4.66, p< .05; 學習環境誘因:F=4.49, p< .05)，低學習困難組在此三向度的提升情形顯著優於高學習困難組，整體而言，低學習困難的學生在虛擬實境環境中其學習動機的提升情形較佳。

5. 結論與建議

5.1 結論

本研究發現，在不同數位學習環境中，學生在虛擬實境學習環境中具有顯著較佳的學習效益，該研究結果與多位研究者的研究發現一致[3][6]。由於虛擬實境環境提供相較於語言文字更加具體的

經驗與刺激，有效充實學生缺乏的觀察經驗，幫助學生獲得示範性的知識，把握實質的概念原理，讓學生藉由多元和互補的觀察角度來加深學習；虛擬實境設計能讓學習者選擇適合自己的方式及速度進行學習，並能連結學生多個知覺組織，激勵學生對學習的興趣與成效。

本研究亦發現在虛擬實境學習環境中，高學習感受組和低學習困難組的學習動機提升情形優於低學習感受組與高學習困難組，其中在主動學習策略、科學學習價值、成就目標與學習環境誘因等向度的提升情形具有顯著差異，本研究推論，對於虛擬實境學習環境有較為負面評價的學生，會覺得虛擬實境的教學策略並不會比其他教學方式來得適合，接受度也低，此外，也有部分學生可能因無法確定虛擬實境環境中，究竟還有多少訊息尚待發掘，而容易忽略課程所教授的內容價值，而阻礙學生繼續探索虛擬實境的興趣，進而造成學習動機無法提升。本研究更發現在操作與觀察虛擬實境的部份遭遇困難的學生，容易因過多與複雜的連結造成迷失與混淆的情況，而對這種學習方式產生排斥感，造成學習動機降低，直接影響到學習的自信心與成就感，因此當多重管道提供完整的資訊時，學生學習動機會增加，但若這些管道資訊是多餘、分散或使學生產生困惑時，反而會降低學習的動力。

5.2 建議

由上述研究發現，本研究推論虛擬實境融入數位學習環境的設計對學習者的學習效益應有良好提升，未來應有更多教師會加入虛擬實境學習環境的建構與研發，其研究發現將可提供更多虛擬實境學習環境的發展方向作為參考。另外，本研究的虛擬實境網頁缺乏音效與線上討論功能，建議未來可加入聲光效果與語音說明，能使學習者更有身歷其境的感覺，以提升其學習的效率。再者，虛擬實境環境的設計會讓部分學生在操作上遭遇困難，因此，本研究建議未來在設計虛擬實境學習環境時，應該盡量簡化操作的複雜度，改善人機介面的設計，以學生慣用的角度設計操作方式，並在進行教學前讓學生先了解虛擬實境操作與使

用方式，如此將更可以保證虛擬實境輔助學習的效益。最後，研究發現虛擬實境的教學，對學生學習動機中自我效能與非表現目標導向兩向度沒有顯著改善，其原因可能是由於，學習動機需長期潛移默化培養，學生接受一般自然科學學習已有一年的學習經驗，對自然科有一定的學習動機，較難在短時間內改善內在心理歷程，建議教師採一般教學並輔以虛擬實境學習互補交替的方式，透過長時間教學來改善學生的自然科學學習動機。

參考文獻

- [1]林義雄。2001。高雄市國小教師使用教學媒體現況及改進途徑之研究。國立高雄師範大學碩士論文。
- [2]段曉林、靳知勤。1999。提昇國中理化學習動機之行動研究計劃(1/3)。行政院國家科學委員會研究計劃 (NSC88-2511-S-018-013)。
- [3]Kim, Paul, "Effects of 3Dvirtual reality of plate tectonics on fifth grade students' achievement and attitude toward science," Interactive Learning Environments, Vol. 14, No. 1, pp.25-34, 2006.
- [4]Lu, Baifang ; Fan, Zhaowei ; Zheng, Jianmin and Li, Lin., "Bio-Native shape modeling and virtual reality for bio education," International Journal of Image & Graphics, Vol. 6, No. 6, pp. 251-265, 2006.
- [5]Tanoue, K., Yasunaga, T., Konishi, K., Okazaki, K., Ieiri, S., Kawabe, Y., Matsumoto, K., Kakeji, Y. and Hashizume, M., "Effectiveness of training for endoscopic surgery using a simulator with virtual reality: Randomized study," International Congress Series, pp.515-520, 2005
- [6]Yeung, Yau-Yuen, A Learner-Centered Approach for Training Science Teachers through Virtual Reality and 3D Visualization Technologies: Practical Experience for Sharing . Online Submission, Paper presented at the International Forum on Education Reform , Full Text from ERIC, 2004.