

虛擬實境技術應用對國中生空間能力的影響

The Influence of Virtual Reality Technology Application on the Space Ability of Middle School Students

張玉山、謝安琪

臺灣師範大學科技應用與人力資源發展系

Yu-Shan Chang, An-Chi Hsieh *

Department of Technology Application & HRD, National Taiwan Normal University

摘要

現代教育非常重視科技發展，虛擬實境被應用在各個領域，在教育上提供學生體驗虛擬實境，從體驗中獲得經驗與知識。情境式學習是由學習者從情境中獲得知識，從實際觀察達到學習的目的。探索式學習是以學習者為中心的教學模式，讓學生發現問題、擬出方案、提出解決方法，提升學習者的操作技能及設計能力。

本研究目的為探討使用虛擬實境教學模組，對學生對空間能力及學習動機的影響。以國中生為研究對象進行教學，教學單元為室內設計，包括製圖、平面圖、立體圖等內容。採用準實驗研究法，採用不等組前後測的實驗設計，自變項教學環境，共分為一般教學法及虛擬實境體驗教學法兩種；依變項則是空間能力及學習動機。

關鍵字：1、虛擬實境 2、空間能力 3、情境式學習 4、學習動機

Abstract

Modern education is well-recognized in the development of science and technology, and virtual reality is used in various fields to provide students with virtual reality experience in education and gain experience and knowledge from the experience. Situational learning is that learners obtain knowledge from the situation, and achieve the purpose of learning from actual observations. Exploratory learning is a learner-centered teaching model that allows students to discover problems, draw up plans, and propose solutions to improve learners' operational skills and design capabilities.

The teaching is conducted with middle school students as the research object. The teaching unit is interior design, including drawing, plan, three-dimensional diagrams, etc. Adopting quasi-experimental research method, adopting experimental design of different groups before and after testing, the independent variable teaching environment is divided into general teaching method and

virtual reality experience teaching method; the dependent variable is spatial ability and learning motivation.

Keyword: Virtual reality, Spatial ability, Situational learning, Learning motivation

壹、前言

隨著科技的快速發展，虛擬實境（VirtualReality，VR）日益發達，教育部的推動，AR、VR、AI 融入中小學教材之開發與應用，生活科技與資訊科技日益受到重視。本研究因應科技產業之潮流，利用適合之 VR 科技輔助教材，可支援課堂教學應用與學習互動情境體驗。虛擬實境指利用電腦模擬產生 3D 的虛擬世界，透過使用者雙眼視差的感官效應，在使用者的大腦中形成立體呈像，讓使用者感覺仿佛身歷其境，可以立即、沒有距離地觀察各種 3D 物件及空間。教學本身來說若能連結 VR 創新教學，將可使教育內容更多元化、生活化，應用於教學現場上，教師得以藉此教學設計方式將可強化學生各學科間學習的整合能力，也可讓學生能找到學習的樂趣。

在教育的運用上，可以利用真實與虛擬物件的互動來設計互動的教學課程，例如：在城市中觀察平常不容易見到的蝴蝶樣態、利用元素週期表來觀察各種元素相互間的化學反應與特性。學生可以透由 VR 專案，學習到如何運用科學的概念來設計專案的主題、如何運用設計與美學來製作 3D 建模，用到數學中的運算去解決 VR 專案程式設計中的數學運算的邏輯問題，利用科技的互動原理與動手實作去整合產品的使用端與設計端連結，讓作品更具實用性，利用工程去設計 VR 中的參數條件或互動程式邏輯等工程問題。配合一系列的課程，逐步將 VR 專案完成，透過這樣課程的訓練人才，可以培養出具有全方面 VR 設計整合與實作能力的人才。

貳、文獻探討

一、空間能力

為個體能對物件在腦中產生概念，並能在腦中想像物件之旋轉、移動、扭轉、摺合、展開等形狀變化之立體圖形能力；空間能力涵蓋認知能力，超越了如記憶、複製或配對等認知能力，它含有感觀、記憶、邏輯思考以及創造性空間思考之能力（康鳳梅，簡慶郎，鍾怡慧，詹秉鈞與盧永昌，2006）。

（一）空間能力的意義與內涵

空間能力（spatialability）一詞包含多種抽象定義，McGee（1979）將過去有關空間能力之研究做進一步的統整與歸納，他認為過去對於空間能力的探討，主要都可以歸類為以下兩大類：一是空間視覺：二是空間定位。空間視覺指的是在二維和三維的物件的空間中對物體進行心智操作、轉動、翻轉的認知歷程，並模擬其移動軌跡；而空間定位則是指在一個空間結構其改變方向而不被混淆的能力和相對於一個人的身體能判斷的空間方向。依據 Carroll（1993）的整理將空間能力分為五個主要類別，視覺化、空間關聯、空間感知速度、完形速度、形狀變通（Yilmaz，2017）。

1. 視覺化：操弄視覺形狀的能力，即不考慮解決任務的速度下，可以成功處理複雜和困難程度的視覺刺激材料。
2. 空間關連：指能操弄簡單視覺形狀相關圖形的速度，亦稱為空間定位、轉換。
3. 視覺空間感知速度：在未呈現特徵的視覺形狀的狀況下，能準確比較一個或多個形狀或是找出已經熟悉的視覺形狀的速度。
4. 完形速度：在沒有預先知道視覺形狀特徵的情況下，能掌握和辨認出視覺形狀的速度。
5. 形狀變通：在預先知道視覺形狀特徵的情況下，能辨識出視覺形狀的速度。

康鳳梅等人在 2006 年將空間能力分為空間定位、空間感觀、空間關係、空間視覺及空間組織能力量表，並建立空間能力資源網（<http://sa.ie.ntnu.edu.tw>）網站，本研究以此做主要空間能力量表之依據。

綜上所述，空間能力就是在面對外在事物，能在大腦快速形成內在之心像，並能對此心像做移動、旋轉、翻轉之能力，換言之能從任何角度及方位來正確觀察一物件之能力。並且能輕易在 2D 平面與 3D 立體之間做對應轉換之能力。另一方面就是處在空間之中，不因旋轉、翻轉仍能清楚掌握方向之能力，謂之空間能力。

（二）空間能力的相關研究

VonKarolyi (2001) 以高中生為研究對象選取男生 12 位、女生 10 位，以凱爾特圖騰配對任務 (TheCelticMatchingTask) 和不可能圖形測驗 (ImpossibleFigureTask) 來進行視覺空間能力研究，發現在兩個任務上，男女生表現並無顯著差異，然而女生在不可能圖形測驗的判斷正確率卻比男生低。

在陳奕翰 (2013) 的研究中，學童於「樂高積木教學課程」教學前後，在空間能力的整體表現上有何差異，其研究之主要研究結果如下：

1. 接受「樂高積木教學課程」之學童在空間能力整體認知表現上顯著優於未接受樂高積木教學課程學童。
2. 接受「樂高積木教學課程」之學童在空間學習的整體表現上均能符合空間能力量表之各向度分量指標。

綜上所述，在 VonKarolyi (2001) 研究中，男女之空間能力的表現上無顯著差異，在陳奕翰 (2013) 研究中，不同的教學在學生空間能力的表現上有顯著差異。

二、虛擬實境

虛擬實境是技術 (VirtualReality, VR)，是利用電腦模擬出三個不同維度的虛擬空間或物體，讓使用者可以立即觀察各項事物並身歷其境 (Postlethwaite, & Wallace, 2018)。VR 技術結合電腦繪圖軟體、人工智慧、感應，透過顯示器及多光網路處理呈現使用者擬真 3D 畫面 (Birt & Colwing, 2017; Westlake, 2019)。經由電腦運算所產生、具備 3D 影像及環境，並且可以讓人用擬真或其他實體方式應用電子設備（如含螢幕的頭盔或手套）進行感測，以實現互動操作的技術 (Freina & Ott, 2015)。

本研究中，所採用 HTC 頭戴式裝置搭配 Viveport 平台軟體 RoomDesignerVR。本研究擬透過 VR 系統以教學內容為主軸，讓學生可以更直觀的體驗所學習的內容，並在實作課程中幫助學生更快發現問題的癥結點，藉此解決學習過程中所遭遇到的問題。

三、情境式學習

布朗(J. Brown)、柯林斯(A. Collins)及杜谷(P. Duguid)於 1986 年首先提出情境認知的概念，認為知識是情境化的。情境認知強調概念性知識(conceptual knowledge)如同一組工具(tools)，只有主動的使用及琢磨，才能徹底了解工具的功能。他們指出「活動、概念與文化是相互依賴的，缺一不可」。他們強調學習應在真實的情境中進行，因而提出「認知學徒制」(cognitive apprenticeship)來替代學校的教學模式。認知學徒制與傳統技藝學徒的學習方式類似，是要讓學生經由觀察、模仿、參與真實活動，與社會互動中，了解知識的意義。認知學徒制強調兩個相當重要的觀念。

這種學習的方式主要是在教導專家處理複雜事件的過程；意即是強調專家如何解決問題。學習者在不同的社會互動下，理解與其相關的概念性與事實性的知識。其次，認知學徒制主要在強調認知與後設認知技能與學習過程之「經由引導的學習經驗」(learning-through-guided-experience)。認知學徒制提出六種教學方法：示範、引導、知識架構、整合、反省、探索。這六種教學方法是認知學徒制的核心，旨在幫助學生經由觀察、引導、練習的過程，獲得一種整體的認知與後設認知技能。整體而言，情境認知強調知識是在情境中建構出來的，不能夠與情境脈絡分開。情境學習認為促進學習的一個重要因素，是讓學生在一個能夠反映出他們的知識存未來會有多種用途的環境裡，完成功課與解決問題。因此，情境學習能夠達成幾個目標。

- (一) 學生能夠了解他們為什麼要學習，以及如何應用正在學習的知識。
- (二) 學生是主動的，而非被動的在使用知識。
- (三) 他們學習如何在不同的狀況下應用所得的知識。

四、學習動機

近年來「意志」相關概念受到動機研究相當大的重視，也被許多研究證實其與驅動、完成個體的課業學習行為很有關係(程炳林、林清山, 2001, 2002; Baumann & Kuhl, 2005; Corno, 1993; Garcia, McCann, Turner, & Roska, 1998; Kuhl, 1984, 1985, 1994a, 1994b)。雖然在自我調整學習(self-regulated learning)領域中，「意志」相關概念的界定與測量通常被包含於「行動控制」、「意志控制」構念中，且主要扮演的是驅動、執行及保護動機所引發行動意向的中介角色，而較非直接納入「學習動機」的成分架構中，然而若回到本研究對學習動機的定義(「引起並維持」學生自發從事課業學習活動的內在動力)，「意志」相關概念亦應適合界定為學習動機的一個重要成分，且有些研究者亦傾向將行動控制相關概念納入學習動機概念中測量(例如：Bouffard, Boisvert, Vezeau, & Larouche, 1995)，因此劉政宏(2009)在其分析的學習動機成分架構中，亦納入此方面之概念。而由於以往相關研究所界定或測量的行動控制概念，主要包含「特質」(如行動導向；action orientation)與「策略」(行動控制策略)兩部分(程炳林、林清山, 2001)，有關學習動機個別差異的概念指涉的應該較屬於「特質」的層次；同時，劉政宏對此方面特質界定的角度與內涵和 Kuhl(1985)以及 Baumann 和 Kuhl(2005)的行動導向概念仍有差異，為避免和先前研究所界定與測量的概念有所混淆，因此其具體將此種動機構念稱為「執行意志」(executive volition)。

具體而言，此種動機成分指的是「個體在執行課業學習行為時，能否迅速驅動想法付諸行動（去做）、堅持到底（做完）、求善求美（做好）等與意志有關的特質，此種特質愈強的個體，不管是在一般情境，或是在有誘惑、干擾、內外有阻礙存在的情況下，驅動行動意向付諸行動（該做就去做）、維持行動直到完成（堅持到底）、要求行動達到目標與品質要求（求善求美）的傾向會愈強」。整體而言，劉政宏將學習動機區分為價值、預期、情感與執行意志四個不同成分，並提出雙核心動機模式（dual core motivation model，簡稱 DCM）來說明各種動機成分之間，及其和學習行為間的關係。其中認為在四個動機成分中，僅情感與執行意志兩個核心成分對學習行為有直接影響力，而價值與預期成分，則主要是經由雙核心成分的中介，間接對學習行為產生影響。綜上所述，Pintrich（Pintrich, 1989, 2003; Pintrich & Schunk, 2002）以及 Wigfield 和 Eccles（2000）對動機成分界定的內涵似乎有值得調整之處，同時他們也未將「意志」相關概念直接納入動機成分架構中，然而這卻是相當值得注意的動機概念（Garcia et al., 1998）。因此，劉政宏（2009）納入此方面考量，將學習動機區分為價值、預期、情感及執行意志四個不同成分，並針對各個成分的內涵概念進行調整。而在以小六生為對象所進行的一階、二階驗證性因素分析，與聚斂、區別效度檢驗結果中，也支持此四個成分雖彼此有所區隔，但仍可共同隸屬於一個高階概念中（學習動機）。

參、研究方法

一、研究架構

本研究主要探討學生對於空間能力及學習動機的影響，在教師使用不同的教學模式進行生活科技課程的影響，本研究自變項為虛擬實境教學與一般設計教學。依變項之空間能力採用臺灣師範大學工業教育學系康鳳梅發展之「空間能力量表」來測量學生空間能力高低，學習動機採用劉政宏等人於 2010 年編制之「國中小學習動機量表」，本研究架構如圖 3-1。

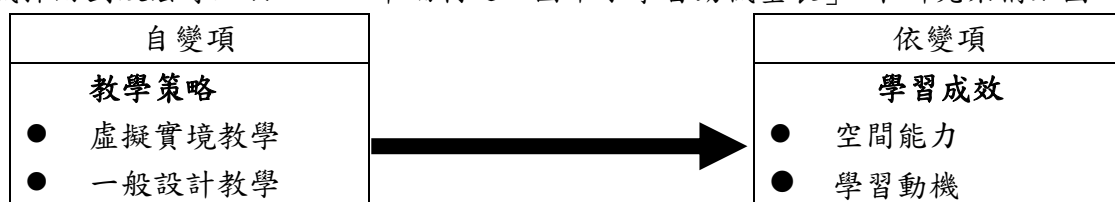


圖 3-13 研究架構圖

二、研究方法

本實驗研究方法如表 3-1 所示，根據研究目的，採用準實驗設計中的不等組前後測設計，以探討虛擬實境教學的實驗組學生在其空間能力上是否與對照組有顯著差異。

表 3-1 不等組前後測設計

組別	前測	實驗處理	後測
實驗組	O1O2	X	O5O6
對照組	O3O4	C	O7O8

說明

X：代表實驗組的虛擬實境教學課程。

C：代表對照組的一般設計教學課程。

O1O3：代表學生兩組學生接受空間能力測試卷之前測驗。

O2O4：代表學生兩組學生接受學習動機量表之前測驗。

O5O7：代表學生兩組學生接受空間能力測試卷之後測驗。

O6O8：代表學生兩組學生接受學習動機量表之後測驗。

三、研究工具

(一) 虛擬實境使用工具

本研究依據不同的教學方式分為實驗組及對照組，實驗組使用手工實作做為製造方式，並以 HTCVR 設備搭配 Viveport 教學平台軟體 RoomDesignerVR 教學課程；而對照組則是使用手工實作做為製造方式，並以實體物品、文字與圖片簡報檔案教學課程。

(二) 空間能力量表

本研究採康鳳梅、鍾瑞國八十七年度行政院國家科學委員會科學教育專題研究計畫所發展之空間能力量表，施測對象為工科職校學生。研究量表內涵包含角柱、圓柱、角錐、圓錐等幾何形體，施測之空間能力量表內容有五項分量表，分別為空間感官能力、空間立體旋轉能力、二度空間旋轉能力、交線空間能力及展開空間能力。其內容發展計有空間感官能力分量表共有 15 題；採是非題型、空間立體旋轉能力分量表有 15 題，採選擇題型、二度空間旋轉能力分量表有 15 題，採用選擇題型、交線空間能力分量表計有 15 題，採用選擇題型，展開空間能力分量表計有 15 題，採用選擇題型。整份量表施測時間為 40 分鐘，答對 1 題得 1 分，答錯則不倒扣。

根據康鳳梅等人先前的研究，本量表五個分量表之各題得分與總分輸入電腦，進行內部一致性分析。結果求得其鑑別度均在 0.25 以上，各分量表之庫李信度 (KR20) 係數在 0.7773 與 0.9199 之間，而總量表之庫李信度 (KR20) 係數高達 0.8845，顯見本量表內部一致性堪稱理想(康鳳梅等人，2006)，詳如表 3-21 所示。

表 3-2 空間能力量表之信度分析

空間能力分量表名稱	題數	庫李信度 KR20
空間感官能力	15	0.7841
空間立體旋轉能力	15	0.8608
二度空間旋轉能力	15	0.7773
交線空間能力	15	0.9199
展開空間能力	15	0.9199
總量表	75	0.8845

資料來源：出自康鳳梅 (2006)

本研究先將空間能力量表做預試處理，以符合國中生可接受的範圍，空間能力量表共分為五個面向各 15 題，共有 75 題，預試題目中有是非、選擇等兩種答題方式，以測量受試不同空間的理解能力。研究以臺北市某國中共 169 人為預試對象，經前後測後，共回收 169 份有效問卷，使用 SPSS23.0 統計分析軟體進行單因子共變數分析，信、效度分析如下。

本研究採用 Cronbach's alpha (α) 係數進行信度分析，總量表之 α 值為 0.922。分量表及總量表之 Cronbach's α 值摘要表如表 3-3。

表 3-3 空間能力測驗量表各分量之 Cronbach's α 值摘要表

空間能力分量表名稱	Cronbach's α 值	題數
空間感觀能力	0.590	15
空間立體旋轉能力	0.873	15
二度空間旋轉能力	0.868	15
交線空間能力	0.744	15
展開空間能力	0.734	15
總量表	0.928	75

由於經預試後分量表之信度除了第一分量表 0.59，其他都有達到 0.6 標準，但也相當接近目標值，因此透過題組內之相關分析及各題題項與總分之相關分析，為符合各分量題數一致性，將從五個分量各挑選 4 題，保留相關係數高者並且對提升 Cronbach's α 值有幫助之題項，最後保留的題項及 Cronbach's α 值如表 3-4。

表 3-4 保留後空間能力量表各分量之 Cronbach's α 值摘要表

空間能力分量	保留題項	保留後 Cronbach's α 值	題數
空間感觀能力	1、4、8、13	.535	4
空間立體旋轉能力	2、6、7、15	.744	4
二度空間旋轉能力	8、10、12、13	.781	4
交線空間能力	5、7、13、15	.674	4
展開空間能力	10、11、13、14	.779	4
總量表		.889	20

由於空間能力預試後經統計其 Cronbach's α 值，除了第一分量外其餘都達到 0.6 以上，總量表之 Cronbach's α 值為 0.928，但刪除完的總量表 Cronbach's α 值降為.889。

(三) 學習動機量表

以劉政宏(2010)編列之「國中小學習動機量表」，本量表共包含價值、預期、情感及執行意志四個分量表，為符合各分量題數一致性，保留相關係數高者並且對提升 Cronbach's α 值有幫助之題項，測驗題目共 35 題。本研究採用 Cronbach's alpha (α) 係數進行信度分析，總量表之 α 值為 0.79 以上，各分量 Cronbach's α 值也都在.88 以上，此量表有極佳的內部一致性信度，因此本研究將由四分量個挑選 4 題與研究主題有關的題目。

四、研究設計

本研究本研究實驗組採用「虛擬實境教學」，並讓同學實際製作「室內設計製作」課程活動；對照組實施一般設計製圖教學同學實際製作「室內設計製作」課成活動；兩組皆接受 8 週共 8 次生活科技課的教學活動，前四週為課程教學，後四週帶入實作活動。本研究預計在第零週與第八週實施空間能力測驗、學習動機量表之前測與後測。實施生活科技課國中八年級共有六個班，隨機分配三班實驗組，三班對照組。

五、資料處理與分析

本研究之學習動機量表及空間能力測驗卷調查結果回收之後，按照組別及前後測進行分類編碼與登錄工作，使用統計軟體 SPSS22.0 進行統計分析。調查結果將以描述性統計、獨立樣本 t 檢定、相依樣本 t 檢定，進行統計檢定

(一) 描述性統計 採用百分比、平均數、標準差等方式呈現。

1. 學習動機

(1) 實驗組與對照組學習動機前測

比較兩組學生於實驗教學前之學習動機差異情形。

(2) 實驗組與對照組學習動機前後測

比較實驗組與對照受測者於實驗前後之學習動機各自差異情形，據此判斷於實驗教學後其學習動機是否改變。

(3) 實驗組與對照組學習動機後測

比較兩組學生於實驗教學後之學習動機差異情形，用以判斷運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學對於受測者之學習動機有無成效。

2. 空間能力

(1) 實驗組與對照組空間能力前測

比較兩組學生於實驗教學前之空間能力差異情形。

(2) 實驗組與對照組學習動機前後測

比較實驗組與對照受測者於實驗前後之空間能力各自差異情形，以判斷其空間能力是否改變。

(3) 實驗組與對照組學習動機後測

比較實驗組與對照受測者於實驗後之空間能力差異情形，以判斷運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學對於受測者空間能力有無成效。

(二) 獨立樣本 t 檢定(t-test)

以班級為因子，從不同班級來檢定實驗組與對照組之間對於虛擬實境教學實施的之整體態度是否有顯著差異。

1. 學習動機

(1) 實驗組與對照組學習動機前測

判斷受測者於實驗教學前學習動機是否相同，亦即兩組受測者之起點行為是否相同。

(2) 實驗組與對照組學習動機後測

判斷運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學有無提升受測者之學習動機。

2. 空間能力

(1) 實驗組與對照組空間能力前測

判斷受測者於實驗教學前空間能力是否相同，亦即兩組受測者之起點行為是否相同。

(2) 實驗組與對照組空間能力後測

判斷運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學有無提升受測者之空間能力。

(三) 相依樣本 t 檢定(t-test)

為實驗前後受測學生的知覺感受做比較，所以採用相依樣本 t 檢定，以檢定學生於實驗教學課程後是否有顯著正向的感受。

1. 學習動機

(1) 實驗組學習動機前後測

此判斷運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學有無顯著提升受測者之學習動機。

(2) 對照組學習動機前後測

判斷傳統教學有無提升受測者之學習動機。

2. 空間能力

(1) 實驗組空間能力前後測

判斷運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學有無提升受測者之空間能力。

(2) 對照組空間能力前後測

判斷運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學有無提升受測者之空間能力。

肆、資料分析與討論

本章根據研究目的與研究問題，經過實驗教學後，將研究過程所獲得的量化資料進行處理與分析，以了解運用 ARCS 動機模式與虛擬實境融入生活科技課程教學之研究對於學生學習動機與空間能力的影響。

一、探討學生於生活科技科學學習動機之分析

為了解學生對於本單元活動的學習動機，本研究於實驗教學前及實驗教學後，對於實驗組與對照組學生皆實行「ARCS 動機量表」，調查學生對於本單元活動的學習動機，調查結果如下所示。

(一) 實驗前 ARCS 動機量表分析

1. 實驗組與對照組 ARCS 動機量表前測「價值」構面分析

由表 4-1-1 可知，於實驗教學前，實驗組之「價值」構面平均值為 3.585，對照組之「價值」構面平均值為 3.539；其獨立樣本 t 檢定「價值」構面之 $t=0.496$ ， $p=0.620>0.05$ ，未達顯著。因此兩組學生於實驗教學前之學習動機於「價值」構面無顯著差異。

表 4-1-1 實驗組與對照組 ARCS 動機量表前測「價值」構面獨立樣本 t 檢定

組別	樣本數	平均值	標準差	t 值	p 值(雙尾)
實驗組	79	3.585	0.584	0.496	0.620
對照組	103	3.539	0.659		

2. 實驗組與對照組 ARCS 動機量表前測「預期」構面分析

由表 4-1-2 可知，於實驗教學前，實驗組之「預期」構面平均值為 2.953，對照組之「預期」構面平均值為 3.007；其獨立樣本 t 檢定「預期」構面之 $t=-0.577$ ， $p=0.565>0.05$ ，未達顯著。因此兩組學生於實驗教學前之學習動機於「預期」構面無顯著差異。

表 4-1-2 實驗組與對照組 ARCS 動機量表前測「預期」構面獨立樣本 t 檢定

組別	樣本數	平均值	標準差	t 值	p 值(雙尾)
實驗組	79	2.953	0.546	-0.577	0.565
對照組	103	3.007	0.695		

3. 實驗組與對照組 ARCS 動機量表前測「情感」構面分析

由表 4-1-3 可知，於實驗教學前，實驗組之「情感」構面平均值為 2.896，對照組之「情感」構面平均值為 3.022；其獨立樣本 t 檢定「情感」構面之 $t = -1.488$ ， $p = 0.139 > 0.05$ ，未達顯著。因此兩組學生於實驗教學前之學習動機於「情感」構面無顯著差異。

表 4-1-3 實驗組與對照組 ARCS 動機量表前測「情感」構面獨立樣本 t 檢定

組別	樣本數	平均值	標準差	t 值	p 值(雙尾)
實驗組	79	2.896	0.471	-1.488	0.139
對照組	103	3.022	0.631		

4. 實驗組與對照組 ARCS 動機量表前測「執行意志」構面分析

由表 4-1-4 可知，於實驗教學前，實驗組之「執行意志」構面平均值為 3.342，對照組之「執行意志」構面平均值為 3.301；其獨立樣本 t 檢定「執行意志」構面之 $t = 0.435$ ， $p = 0.664 > 0.05$ ，未達顯著。因此兩組學生於實驗教學前之學習動機於「執行意志」構面無顯著差異。

表 4-1-4 實驗組與對照組 ARCS 動機量表前測「執行意志」構面獨立樣本 t 檢定

組別	樣本數	平均值	標準差	t 值	p 值(雙尾)
實驗組	79	3.342	0.609	0.435	0.664
對照組	103	3.301	0.640		

5. 實驗組與對照組 ARCS 動機量表前測「整體學習動機」分析

由表 4-1-5 可知，於實驗教學前，實驗組之「整體學習動機」平均值為 3.194，對照組之「整體學習動機」平均值為 3.217；其獨立樣本 t 檢定「整體學習動機」之 $t = -0.321$ ， $p = 0.748 > 0.05$ ，未達顯著。因此兩組學生於實驗教學前之「整體學習動機」無顯著差異。

表 4-1-5 實驗組與對照組 ARCS 動機量表前測整體學習動機獨立樣本 t 檢定

組別	樣本數	平均值	標準差	t 值	p 值(雙尾)
實驗組	79	3.194	0.411	-0.321	0.748
對照組	103	3.217	0.537		

由上述可知，實驗教學前，實驗組與對照組學生之整體學習動機無論在「價值」構面、「預期」構面、「情感」構面、「執行意志」構面均未達顯著差異，因此兩組學生於實驗教學前之整體學習動機無顯著差異，意即兩組學生於實驗教學前整體學習動機之起點行為相同。

(二) ARCS 動機量表前後測之相依樣本 t 檢定分析

1. 實驗組 ARCS 動機量表「價值」構面前後測分析

從表 4-1-6 中可知實驗組之 ARCS 動機量表前後測相依樣本 t 檢定於「價值」構面之 $t = -2.980$ ， $p = 0.004 < 0.05$ 呈顯著差異，所以可知運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學對於實驗組學習動機之「價值」構面達顯著差異。而實驗組 ARCS 動機量表前測「價值」構面平均值 3.585，小於實驗組 ARCS 動機量表後測「價值」平均值 3.867。可知運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學可提高學生學習動機之「價值」構面。

表 4-1-6 實驗組 ARCS 動機量表「價值」構面前後測相依樣本 t 檢定

實驗組	樣本數	平均值	標準差	t 值	p 值(雙尾)
前測	79	3.585	0.584	-2.980	0.004
後測	79	3.867	0.918		

研究者於實驗教學中觀察到，透過 ARCS 動機模式提出具有適度挑戰性的問題，提供學習者思考機會並尋求問題解決之道，使學習者在解決問題的情境中，得以產生求知的好奇心。而虛擬實境容易吸引學習者的興趣和刺激學習者的好奇心，引發並維持學習者的注意力，較快投入且專注於課程之中。因此可知運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學可提高學生學習動機之「價值」構面。

2.實驗組 ARCS 動機量表「預期」構面前後測分析

從表 4-1-7 中可知實驗組之 ARCS 動機量表前後測相依樣本 t 檢定於「預期」構面之 $t = -6.617$ ， $p = 0.000 < 0.05$ 呈顯著差異，所以可知運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學對於實驗組 ARCS 動機量表前後測之自身相關達顯著差異。而實驗組 ARCS 動機量表前測「預期」構面平均值 2.953，小於實驗組 ARCS 動機量表後測「預期」構面平均值 3.718。由此可知運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學可提高學生學習動機之「預期」構面。

表 4-1-7 實驗組 ARCS 動機量表「預期」構面前後測相依樣本 t 檢定

實驗組	樣本數	平均值	標準差	t 值	p 值(雙尾)
前測	79	2.953	0.546	-6.617	< 0.01
後測	79	3.718	1.830		

3.實驗組 ARCS 動機量表「情感」構面前後測分析

從表 4-1-8 中可知實驗組之 ARCS 動機量表前後測相依樣本 t 檢定於「情感」構面之 $t = -12.064$ ， $p = 0.000 < 0.05$ 呈顯著差異，所以可知運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學對於實驗組 ARCS 動機量表前後測之自身相關達顯著差異。而實驗組 ARCS 動機量表前測「情感」構面平均值 2.896，小於實驗組 ARCS 動機量表後測「情感」構面平均值 4.168。由此可知運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學可提高學生學習動機之「情感」構面。

表 4-1-8 實驗組 ARCS 動機量表「情感」構面前後測相依樣本 t 檢定

實驗組	樣本數	平均值	標準差	t 值	p 值(雙尾)
前測	79	2.896	0.471	-12.064	< 0.01
後測	79	4.168	1.791		

4.實驗組 ARCS 動機量表「執行意志」構面前後測分析

從表 4-1-9 中可知實驗組之 ARCS 動機量表前後測相依樣本 t 檢定於「執行意志」構面之 $t = -2.782$ ， $p = 0.007 < 0.05$ 呈顯著差異，所以可知運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學對於實驗組 ARCS 動機量表前後測之自身相關達顯著差異。而實驗組 ARCS 動機量表前測「執行意志」構面平均值 3.342，小於實驗組 ARCS 動機量表後測「執行意志」構面平均值 3.579。由此可知運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學可提高學生學習動機之「執行意志」構面。

表 4-1-9 實驗組 ARCS 動機量表「執行意志」構面前後測相依樣本 t 檢定

實驗組	樣本數	平均值	標準差	t 值	p 值(雙尾)
前測	79	3.342	0.609	-2.782	0.007
後測	79	3.579	1.743		

5.實驗組 ARCS 動機量表「整體動機」前後測分析

從表 4-1-10 中可知實驗組之 ARCS 動機量表前後測相依樣本 t 檢定「整體動機」之 $t = -8.336$ ， $p = 0.000 < 0.05$ 呈顯著差異，所以可知運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學對於

實驗組 ARCS 動機量表前後測之「整體動機」達顯著差異；而實驗組 ARCS 動機量表前測「整體動機」平均值 3.194，小於實驗組 ARCS 動機量表後測「整體動機」平均值 3.833。由此可知運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學可提高學生的整體學習動機。

表 4-1-10 實驗組 ARCS 動機量表「整體動機」構面前後測相依樣本 t 檢定

實驗組	樣本數	平均值	標準差	t 值	p 值(雙尾)
前測	79	3.194	0.411	-8.336	< .001
後測	79	3.833	0.665		

由上述可知，運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學後，對於學生 ARCS 動機模式之「價值」構面、「預期」構面、「情感」構面、「執行意志」構面及整體動機均能有顯著提升。

6. 對照組 ARCS 動機量表「價值」構面前後測分析

從表 4-1-11 中可知對照組之 ARCS 動機量表前後測相依樣本 t 檢定於「價值」構面之 $t = -0.152$ ， $p = 0.879 > 0.05$ 未達顯著差異，所以可知傳統教學對於對照組 ARCS 動機量表前後測之「價值」構面未達顯著差異。亦即傳統教學無法顯著提昇學生對於「價值」構面之動機。

表 4-1-11 對照組 ARCS 動機量表「價值」構面前後測相依樣本 t 檢定

對照組	樣本數	平均值	標準差	t 值	p 值(雙尾)
前測	98	3.559	0.657	-0.152	0.879
後測	98	3.571	0.789		

7. 對照組 ARCS 動機量表「預期」構面前後測分析

從表 4-1-12 中可知對照組之 ARCS 動機量表前後測相依樣本 t 檢定於「預期」構面之 $t = -3.752$ ， $p = 0.000 < 0.05$ 達顯著差異，傳統教學對於對照組 ARCS 動機量表前後測之「預期」構面達顯著差異。對照組 ARCS 動機量表前測「預期」構面平均值 3.020，小於對照組 ARCS 動機量表後測「預期」構面平均值 3.408。亦即傳統教學可提昇學生對於「預期」構面之動機。

表 4-1-12 對照組 ARCS 動機量表「預期」構面前後測相依樣本 t 檢定

對照組	樣本數	平均值	標準差	t 值	p 值(雙尾)
前測	98	3.020	0.709	-3.752	< .001
後測	98	3.408	1.717		

8. 對照組 ARCS 動機量表「情感」構面前後測分析

從表 4-1-13 中可知對照組之 ARCS 動機量表前後測相依樣本 t 檢定於「情感」構面之 $t = -6.520$ ， $p = 0.000 < 0.05$ 達顯著差異，傳統教學對於對照組 ARCS 動機量表前後測之「情感」構面達顯著差異。對照組 ARCS 動機量表前測「情感」構面平均值 3.008，小於對照組 ARCS 動機量表後測「情感」構面平均值 3.707。亦即傳統教學可提昇學生對於「情感」構面之動機。

表 4-1-13 對照組 ARCS 動機量表「情感」構面前後測相依樣本 t 檢定

對照組	樣本數	平均值	標準差	t 值	p 值(雙尾)
前測	98	3.008	0.629	-6.520	< .001
後測	98	3.707	1.912		

9. 對照組 ARCS 動機量表「執行意志」構面前後測分析

從表 4-1-14 中可知對照組之 ARCS 動機量表前後測相依樣本 t 檢定於「執行意志」構面之 $t=0.575$ ， $p=0.567>0.05$ 未達顯著差異，所以可知傳統教學對於對照組 ARCS 動機量表前後測之「執行意志」構面未達顯著差異。亦即傳統教學無法顯著提昇學生對於「執行意志」構面之動機。

表 4-1-14 對照組 ARCS 動機量表「執行意志」構面前後測相依樣本 t 檢定

對照組	樣本數	平均值	標準差	t 值	p 值(雙尾)
前測	98	3.291	0.648	0.575	0.567
後測	98	3.237	0.935		

10.對照組 ARCS 動機量表「總體動機」構面前後測分析

從表 4-1-15 中可知對照組之 ARCS 動機量表前後測相依樣本 t 檢定於「總體動機」構面之 $t=-3.347$ ， $p=0.001<0.05$ 達顯著差異，傳統教學對於對照組 ARCS 動機量表前後測之「總體動機」構面達顯著差異。對照組 ARCS 動機量表前測「總體動機」構面平均值 3.219，小於對照組 ARCS 動機量表後測「總體動機」構面平均值 3.481。亦即傳統教學可提昇學生對於「總體動機」構面之動機。

表 4-1-15 對照組 ARCS 動機量表「總體動機」構面前後測相依樣本 t 檢定

對照組	樣本數	平均值	標準差	t 值	p 值(雙尾)
前測	98	3.219	0.546	-3.347	0.001
後測	98	3.481	0.676		

由上述可知，傳統教學對於對照組學生之學習動機，於「預期」、「情感」構面有顯著提升，於「價值」、「執行意志」構面未達顯著提升。由表 4-1-6、表 4-1-7、表 4-1-8、表 4-1-9、表 4-1-10、表 4-1-11、表 4-1-12、表 4-1-13、表 4-1-14 及表 4-1-15 中可知不論實驗組和對照組，兩組學生經過實驗教學介入之後，其預期與情感構面均達顯著差異，因此可知不論是何種教學模式，均能使學生之預期與情感構面提升。而運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學介入後，對於學生之價值與執行意志構面均有顯著提升；傳統教學介入後，對於學生之價值與執行意志構面未有顯著提升。

(三) 不同教學方法對於生活科技學習動機分析

本實驗以教學方法(運 ARCS 動機模式與虛擬實境教學以及傳統教學)為自變項，對學生於「學習動機」之 ARCS 動機量表後測進行獨立樣本 t 檢定分析。茲將實驗組與對照組後測之獨立樣本 t 檢定摘要如表 4-1-16 所示。

表 4-1-16 實驗組與對照組 ARCS 動機量表後測獨立樣本 t 檢定

組別	樣本數	構面	平均值	標準差	t 值	p 值(雙尾)
實驗組	81	價值	3.861	0.924	2.076	0.039
對照組	101		3.597	0.794		
實驗組	81	預期	3.799	0.780	2.451	0.015
對照組	101		3.520	0.752		
實驗組	81	情感	3.901	0.616	3.785	< .001
對照組	101		3.488	0.814		
實驗組	81	執行意志	3.432	0.518	-0.105	0.916
對照組	101		3.441	0.557		

實驗組	81	整體動機	3.748	0.582	2.744	0.007
對照組	101		3.511	1.578		

1.實驗組與對照組 ARCS 動機量表後測「價值」構面分析

兩組於 ARCS 動機量表之「價值」後測平均值分別為實驗組學生「價值」構面平均值 3.861，大於對照組學生「價值」構面平均值 3.597，由此可知實驗組學生於 ARCS 動機量表後測之「價值」構面平均值大於對照組學生；以獨立樣本 t 檢定，其「價值」構面之 $t=2.076$ ， $p=0.039<0.05$ 達顯著差異，表示會因為學生所接受的實驗處理(運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學)教學方式不同，對於學習動機之「價值」構面呈現顯著差異。

2.實驗組與對照組 ARCS 動機量表後測「預期」構面分析

兩組於 ARCS 動機量表之「預期」後測平均值分別為實驗組學生「預期」構面平均值 3.799，大於對照組學生「預期」構面平均值 3.520，由此可知實驗組學生於 ARCS 動機量表後測之「預期」構面平均值大於對照組學生；以獨立樣本 t 檢定，其「預期」構面之 $t=2.451$ ， $p=0.015<0.05$ 達顯著差異，表示會因為學生所接受的實驗處理(運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學)教學方式不同，對於學習動機之「預期」構面呈現顯著差異。

3.實驗組與對照組 ARCS 動機量表後測「情感」構面分析

兩組於 ARCS 動機量表之「情感」後測平均值分別為實驗組學生「情感」構面平均值 3.901，大於對照組學生「情感」構面平均值 3.488，由此可知實驗組學生於 ARCS 動機量表後測之「情感」構面平均值大於對照組學生；以獨立樣本 t 檢定，其「情感」構面之 $t=3.785$ ， $p=0.000<0.05$ 達顯著差異，表示會因為學生所接受的實驗處理(運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學)教學方式不同，對於學習動機之「情感」構面呈現顯著差異。

4.實驗組與對照組 ARCS 動機量表後測「執行意志」構面分析

兩組於 ARCS 動機量表之「執行意志」後測平均值分別為實驗組學生「執行意志」構面平均值 3.432，大於對照組學生「執行意志」構面平均值 3.441，由此可知實驗組學生於 ARCS 動機量表後測之「執行意志」構面平均值略小於對照組學生；以獨立樣本 t 檢定，其「執行意志」構面之 $t=-0.105$ ， $p=0.916>0.05$ 未達顯著差異，表示不會因為學生所接受的實驗處理(運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學)教學方式不同，對於學習動機之「執行意志」構面產生差異。

5.實驗組與對照組 ARCS 動機量表後測「整體動機」構面分析

兩組於 ARCS 動機量表之「整體動機」後測平均值分別為實驗組學生「整體動機」構面平均值 3.748，大於對照組學生「整體動機」構面平均值 3.511，由此可知實驗組學生於 ARCS 動機量表後測之「整體動機」構面平均值大於對照組學生；以獨立樣本 t 檢定，其「整體動機」構面之 $t=2.744$ ， $p=0.007<0.05$ 達顯著差異，表示會因為學生所接受的實驗處理(運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學)教學方式不同，對於學習動機之「整體動機」構面呈現顯著差異。

(四) 虛擬實境教學對於空間能力測驗前後測分析

1.空間能力測驗前測分析

於進行實驗教學前，實驗組與對照組均實施「空間能力測驗」前測，旨在了解實驗組與對照組受測對象於實驗教學前之起點行為是否存在差異。茲將實驗組與對照組空間能力測驗前測之平均數、標準差，摘要如表 4-2-1 所示。

表 4-2-1 實驗組與對照組空間能力測驗前測之平均數和標準差

組別	樣本數	平均值	標準差
實驗組	79	77.911	18.974
對照組	103	75.728	20.405

由表 4-2-1 可知：實驗組受測者共 79 人，平均數為 77.91，標準差為 18.97；對照組受測者共 103 人，平均數為 75.73，標準差為 20.41。實驗組平均值 77.91 > 對照組平均值 75.73。

如表 4-2-2 所示，實驗組與對照組兩組學生的空間能力前測分數以獨立樣本 t 檢定，結果其 $t=0.737$ ， $p=0.462 > 0.05$ 未達顯著水準，表示實驗組與對照組受測者於空間能力測驗前測並無顯著差異。

表 4-2-2 實驗組對照組空間能力測驗前測獨立樣本 t 檢定

組別	樣本數	t 值	p 值(雙尾)
實驗組	79	0.737	0.462
對照組	103		

由表 4-2-1 與表 4-2-2 可知，實驗組之平均數雖大於對照組之平均數，但是實驗組與對照組之獨立樣本 t 檢定並未達顯著標準，所以實驗組與對照組之受測者起點行為未達顯著差異，表示實驗組與對照組受測者於實驗教學前之學習能力具同質性。意即兩組受測者於實施教學實驗前於此課程具相同之起點行為。

2. 空間能力測驗之相依樣本 t 檢定

由表 4-2-3 中可知對照組之空間能力前後測相依樣本 t 檢定，其結果顯示 $t=-0.262$ ， $p=0.794 < 0.05$ 呈顯著差異，所以可知傳統教學法對於對照組空間能力前後測測驗未達顯著差異，意即傳統教學無明顯提昇受測者空間能力。

表 4-2-3 對照組之空間能力測驗前後測相依樣本 t 檢定

對照組前後測	平均數	標準差	t 值	p 值(雙尾)
空間能力前測	76.040	19.879	-0.262	0.794
空間能力後測	76.584	21.690		

又由表 4-2-4 中可知實驗組空間能力測驗前後測相依樣本 t 檢定，其結果顯示 $t=-3.558$ ， $p=0.000 < 0.05$ ，由此可知運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學對於實驗組之空間能力測驗前後測測驗成績達顯著差異，意即運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學可顯著提昇受測者之空間能力。

表 4-2-4 實驗組之空間能力測驗前後測相依樣本 t 檢定

實驗組前後測	平均數	標準差	t 值	p 值(雙尾)
空間能力前測	79.286	18.887	-3.558	< .001
空間能力後測	84.500	16.065		

由表 4-2-3 及表 4-2-4 可知實驗組經過實驗教學介入之後，其空間能力測驗達顯著差異，表示經過實驗教學後空間能力有進步；對照組經過傳統教學之後，空間能力測驗未達顯著差異，因此可知運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學，能使學生之空間能力測驗成績提升，傳

統教學模式則無顯著提升。但是使用相依樣本 t 檢定並無法判定兩者何者為優，因此將再進行兩組受測者之獨立 t 檢定，以分析實驗組和對照組是否存在顯著差異。

3.不同教學方法對於空間能力測驗分析

本實驗以教學方法(運用 ARCS 動機模式虛擬實境教學以及傳統教學)為自變項，對學生於「空間能力測驗」之後測分數進行分析。茲將實驗組與對照組後測之平均數、標準差，摘要如表 4-2-5 所示。

表 4-2-5 實驗組與對照組空間能力測驗後測之平均數和標準差

組別	人數	平均數	標準差
實驗組	77	83.701	15.377
對照組	94	77.074	20.179

由表 4-2-5 可知，兩組於「空間能力測驗」後測平均數實驗組學生平均成效測驗平均數=83.7>對照組學生空間能力測驗平均數=77.1，由此可知實驗組學生於「空間能力測驗」後測之平均數大於對照組學生。

由實驗組與對照組之平均數可知運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學對於受測者之空間能力優於傳統教學對於受測者之空間能力，但是其是否達到顯著仍須進一步以獨立樣本 t 檢定才可判斷。茲將實驗組與對照組後測以獨立樣本 t 檢定後摘要如表 4-2-6 所示。

表 4-2-6 實驗組與對照組空間能力測驗後測獨立樣本 t 檢定

組別	樣本數	t 值	p 值(雙尾)
實驗組	77	2.372	0.019
對照組	94		

於表 4-2-6 可知，對實驗組與對照組兩組學生的空間能力測驗後測分數以獨立樣本 t 檢定，其 $p=0.019<0.05$ 達顯著水準，接受虛無假設，表示學生在「空間能力測驗」後測成績之高低，會因為學生所接受的實驗處理(運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學與傳統教學)教學方式不同，而呈現顯著差異。由表 4-2-5 及表 4-2-6 可知，接受 ARCS 動機模式與虛擬實境教學的學生其空間能力優於接受傳統教學的學生。由上述可知，本實驗之實驗組與對照組受測者起點行為相同，分別接受 ARCS 動機模式與虛擬實境教學及傳統教學後，其空間能力測驗均有顯著進步，而運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學相較於傳統教學對於學生空間能力提升更加顯著。

伍、研究結論與建議

以下就所得研究分析情形做成結論，本章共分為兩節，第一節為研究結論，根據本研究目的與研究結果做成結論；第二節為研究建議，依據本研究結論，提出研究的建議，以提供生活科技教師運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學及未來教學之參考。

一、研究結論

(一) 運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學有助於提昇學生的學習動機

從本研究中，將學習動機分為價值、預期、情感與執行意志四個構面，於實驗教學前，實驗組與對照組之起點行為相同，兩組學生具同質性。由表 4-1-6、表 4-1-7、表 4-1-8、表 4-1-9 及表 4-1-10 可知，於實驗教學後，實驗組學生之 ARCS 動機量表於價值、預期、情感、執行意志及整體動機均有顯著差異；由表 4-1-11、表 4-1-12、表 4-1-13、表 4-1-14 及

表 4-1-15 可知，對照組學生之 ARCS 動機量表於價值與執行意志無顯著差異。由表 4-1-16，實驗教學後，實驗組及對照組 ARCS 動機量表於價值、預期、情感及整體動機達顯著差異。因此可以得知運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學能將學習者引導至學習情境，刺激並持續學習者的注意力，並提供其聯結與學習內容的自身相關，再給予期待與鼓勵以建立其信心，使學習者獲得完成學習任務的成就感之滿意。

（二）運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學有助於提昇學生的空間能力

根據文獻探討可知，運用 ARCS 動機模式與虛擬實境能使學生的空間能力提升。本研究之研究結果也顯示，由表 4-2-1、表 4-2-2、表 4-2-3、表 4-2-4、表 4-2-5 及表 4-2-6 可知實驗組的學生運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學後，其對於生活科技科的空間能力有顯著提升；實驗組學生於實驗教學後，相對於對照組學生，成績進步顯著，可以知道運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學對於學生的空間能力具有顯著之提昇。

二、研究建議

本節研究者將針對研究過程、結果及在教學現場運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學及未來研究提出一些建議。

（一）對於國中運用 ARCS 動機模式與虛擬實境之建議

本研究發現運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學，透過虛擬實境的情境能改善學生對於三維立體空間的熟悉，互動體驗與自身相關性，讓更多生活細節的觀察能更具體，透過虛擬實境特性也能夠讓不容易接觸的空間環境透過虛擬實境實現，了解其中構造與細節同時能引發學生學習動機。因此建議生活科技科教師在教授三視圖或立體圖教學前，可以利用虛擬實境教材融入教學。

（二）對未來研究之建議

本研究以準實驗研究法探討運用 ARCS 動機模式與虛擬實境教學對學生學習動機、空間能力之影響，於研究過程中，有以下幾點可以改進，以期能提供後續相關議題研究之參考。

1. 研究執行者的特質

本次研究由不同授課者執行，唯恐因執行者個人教學特質影響研究結果。因此，建議維來研究時可由同一人執行教學，以求取更客觀之結果。

2. 研究對象之擴展

對於運用 ARCS 動機模式與虛擬實境模式，是否會因為不同年齡層而造成不同之學習動機與空間能力。因此，建議未來研究時研究對象可擴展到各年齡層，以求更客觀之結果。如此，對於生活科技科應用於教學上將有更高之價值。

誌謝

感謝臺灣師範大學張玉山教授，透過老師的指導，讓我能夠更了解自己不足的部分，進而補齊，也謝謝讓我實驗的兩所國中，讓我順利進行實驗，更要感謝同實驗室的同學，讓我在時間內順利完成實驗，授課過程中同時能感受到國中生對於新老師的好奇與熱情，學生在互動過程中都有很好的體驗，也有生動的活潑表現，希望這次授課能讓學生學到比知識更多的東西。

參考文獻

王無邪 (1997)。立體設計原理。臺北：雄獅圖書。

王昕馨 (2006)。閱讀環境、玩興、父母創意教養與國小中、高年級學童科技創造力之關係。國立政治大學碩士論文，未出版，台北。

教育部 (2017)。十二年國民基本教育課程綱要-國民中學暨普通型高級中等學校。

吳紹群 (2018)。科技元素應用於博物館館校合作活動之研究：以線上影音，虛擬實境以及 3D 列印之整合運用為例。博物館學季刊，32(1)，85-111，doi:10.6686/MuseQ.201801_32(1).0004。

康鳳梅，簡慶郎，鍾怡慧，詹秉鈞與盧永昌 (2006)。高工學生空間能力常模及空間能力資源網建構之研究。師大學報：科學教育類，5(1,2)，1-14。

高靖岳 (2012)。國中生智力因素、創意認知與科技創造力表現之關聯性研究及其實微型研究一以創意燈具製作為例。國立臺灣師範大學碩士論文，未出版，台北。

張玉山 (2002)。虛擬團隊之創造力研究-以師院勞作課程為例。國立臺灣師範大學工業科技教育學系學位論文，1-255。

劉政宏 (2009)。對學習行為最有影響力的動機成分雙核心動機模式之初探。教育心理學報，41，361-384。

Bell, J. T., & Fogler, H. S. (1996). Vicher: a virtual reality based educational module for chemical reaction engineering. Computer Applications in Engineering Education, 4(4), 285-296.

Freina, L., & Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. Paper presented at the The International Scientific Conference eLearning and Software for Education.

Hu, Y. (2008). Motivation, usability and their interrelationships in a self-paced online learning environment. Available from ProQuest Dissertation and theses database. (UMI NO.DP19570)

Keller, J. M. (1983). Motivational design of instruction. In C. M. Reigeluth (Ed.) Instructional design theories and models: an overview of their current status. (pp384-434). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, Publisher

Keller, J. M., & Kopp, T. (1987). An application of the ARCS model of motivation design, In C. Reigeluth(Ed.), Instructional theories in action: Lessons illustrating 111 selected theories and models. Hillsdale, NJ:Lawrence Erlbaum.

Keller, J. M., & Burkman, E. (1993). Motivation principles. In M Fleming and W. Levie(Eds.), Instructional Message design: Principles from the behavioral and cognitive science. (pp. 3-35.), Englewood Cliffs, NJ:Educational Technology. Keller, J. M. (2010). Motivational Design for Learning and Performance: the ARCS Model Approach. Boston, MA:Springer.

Keller, J. M. (2016). Motivation, learning, and technology:Applying the ARCS-V motivation model. Participatory Educational Research, 3(2), 1-13.

Yılmaz, H. B. (2017) . On the development and measurement of spatial ability. International Electronic Journal of Elementary Education, 1(2), 83-96.