

# 台灣國小高年級學童利用虛擬實境網頁 學習資訊課程之學習成效

曹永慶、林佳禾\*

大同大學設計科學研究所

近年日益興起在遊戲和教學上運用「虛擬實境」(virtual reality, VR)。在虛擬實境中，基於網路無界限和多媒體的特殊性，大大增強了網頁中同儕間和學習者與虛擬物件的互動。

國小學童會因為網頁的導覽介面設計而影響對網頁的使用習慣，因此了解學童在網頁視覺互動成效的情況，將有助於把虛擬實境建構在兒童網頁的視覺互動上。

本實驗針對台灣 60 位高年級學童，探討他們在利用虛擬實境網頁的資訊課程中的學習成效。實驗要求學生於 CoSpaces EDU 虛擬實境網頁平台所設定學習任務中學習，並比較實驗前、後學生在「溝通協調能力」、「團隊合作能力」、「問題解決能力」、「獨立思辨能力」和「創造力」等「5C 關鍵能力」中的學習成效差異。

本實驗由專家評鑑結果和學生自評結果，進行成對樣本 *t* 檢定，比較虛擬實境教學前、後的學習成效。結果顯示，進行學習任務課程後，高年級學生在「5C 關鍵能力」上均達到良好的學習成效。

關鍵詞：5C 關鍵能力；高年級學童；虛擬實境；學習成效

## 緒論

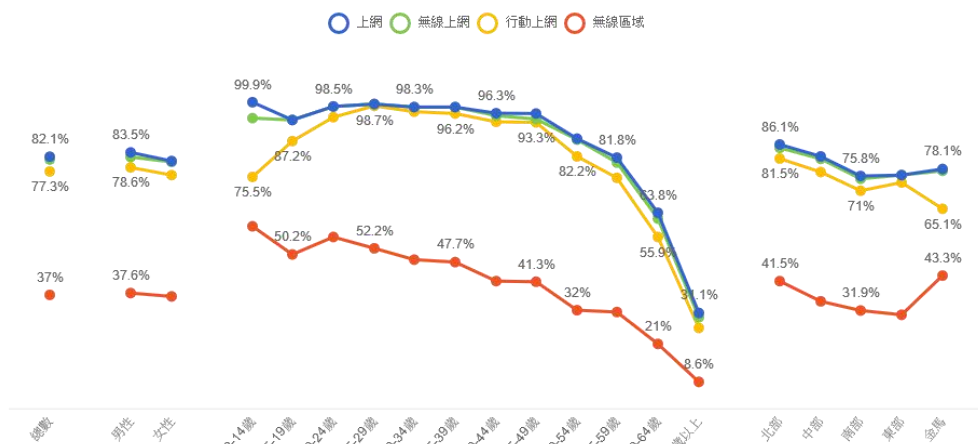
### 研究背景與動機

由於科技不斷發展，網際網路儼然已經成為生活中不可或缺的一部分，而 19 歲以下兒童及青少年的上網人數更與日俱增。根據財團法人台灣網路資訊中心在 2018 年 1 月所做的調查顯示，12-19 歲年齡層與其他年齡層相較，是最大的使用網路族群，上網率高達 90% 以上（圖一），顯現台灣中、小學已成為網際網路使用者的最大族群。

---

\* 通訊作者：林佳禾 (hppws@yahoo.com.tw)。

圖一：台灣上網年齡層分布統計圖



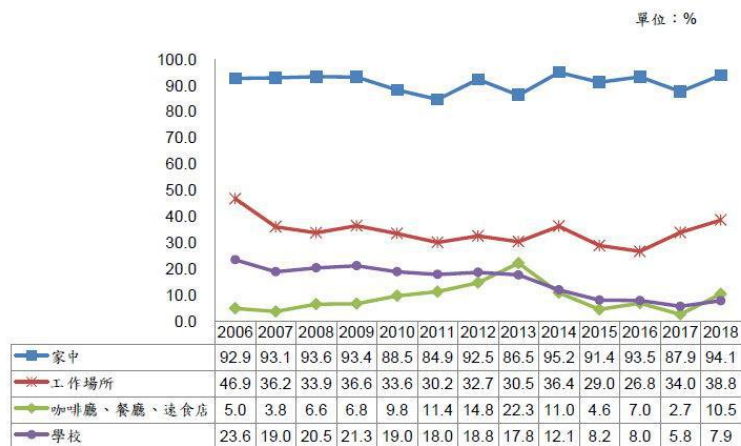
註：金馬地區樣本數較少，僅供參考。

資料來源：財團法人台灣網路資訊中心（2018b）。蒙財團法人台灣網路資訊中心惠允轉載。

網際網路發展迅速，使得網頁介面在設計上朝向多元使用族群化設計，尤其是許多政府官方網站，亦有針對兒童而設計的兒童版專屬網站，兒童可透過網站搜尋相關資料和獲得資訊等。

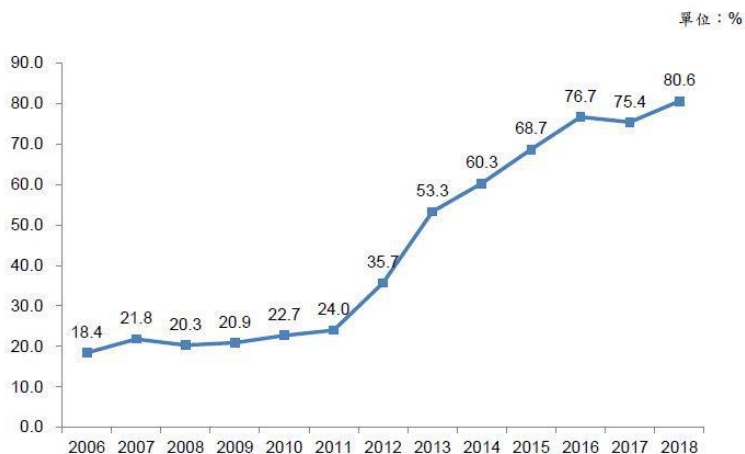
而根據財團法人台灣網路資訊中心在 2018 年 12 月所做的調查顯示，個人最常使用寬頻上網的地點，以家中所佔比例最高（圖二），顯示個人使用寬頻上網以家中依賴度最高。雖然如此，調查同時亦顯示，個人近半年行動上網比例亦有逐年攀升的趨勢（圖三）。因此，使用者使用網路的型態並不會因為地點而受到局限。

圖二：台灣最常使用寬頻上網地點趨勢圖



資料來源：財團法人台灣網路資訊中心（2018a，頁 6）。蒙財團法人台灣網路資訊中心惠允轉載。

圖三：台灣近半年行動上網比例趨勢圖



資料來源：財團法人台灣網路資訊中心（2018a，頁 8）。蒙財團法人台灣網路資訊中心惠允轉載。

儘管如此，許多網頁使用者仍無法滿足目前的網頁呈現模式，因此，取而代之的是「虛擬實境」（virtual reality，下稱 VR）的網頁模式。許多網頁都可以看到嵌入式的 VR 模式，例如 Google 即簡化地將程式加入網頁程式語言中，就可將 VR 嵌入到網頁中，稱為沉浸式內容（immersive content）；藉由嵌入沉浸式內容，往往可以令使用者有如身歷其境，以滿足使用者在使用網頁時視覺上的感受。愈來愈多研究亦顯示，VR 運用的範圍不斷增加，例如醫療、教育、商業、娛樂等等，因此可以預期，VR 將是未來呈現網頁的方式之一。

近年教育部為了活化教學，建立「以學習者為中心」的教育方式，培養學生具備 21 世紀的關鍵核心能力，提出了混合式行動學習模式，更以十大行動學習策略輔助教師根據學科特色及教學目標發展有意義的行動學習活動，大幅改善了教學與學習的方式，令學生能更有效使用資訊科技來輔助學習，因此提出了「5C 關鍵能力」。

「5C 關鍵能力」包含「溝通協調能力」、「團隊合作能力」、「問題解決能力」、「獨立思辨能力」和「創造力」，希望能夠培養學童在學習過程中，在「認知學習」、「團隊合作」、「動手實作」、「問題解決」、「自我實現」上能自我提升，增進學童在學習過程中的學習成效：在「認知學習」方面，能夠達到培養學童吸收和過濾新知識的能力，提升他們的獨立思辨能力；在「團隊合作」方面，能夠培養學童與他人團隊合作的能力；在「動手實作」方面，能夠培養學童與他人溝通協調，共同動手實作的能力；在「問題解決」方面，能夠培養學童遇到問題時能尋求解決方法的能力；在「自我實現」方面，能夠培養學童認清自我價值、樂於創造的能力。

本實驗採用 CoSpaces EDU 網頁平台，它是一個可以讓學習者藉由積木式程式設計（Scratch），透過探索的方式自行設計出 VR 遊戲的程式設計網頁。由於學童

均有使用積木式程式設計的先備經驗，因此，操作 CoSpaces EDU 對於學童可說是駕輕就熟。本實驗運用此平台進行高年級資訊課程，以了解運用 VR 進行教學，對學生的「5C 關鍵能力」是否有顯著成效。

## 文獻探討

本研究依據研究主題將文獻探討分為四部分：首先說明 VR 理論，其次介紹沉浸式內容，第三是「5C 關鍵能力」的相關探討，第四則敘述學習成效概念。

### VR 學習研究

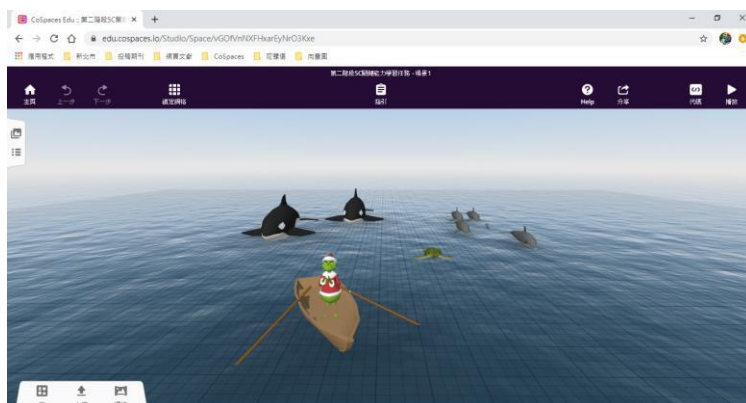
VR 是一種透過電腦 3D 技術，將影像創造出與現實環境相仿的情境；使用者可透過眼罩或其他操作模式，與該環境進行人機互動，其呈現方式有二：一種是以模型為基礎的「模型 VR」(model-based VR) 空間(圖四)；另一種則是以影像為基礎的「影像 VR」(image-based VR) 空間(圖五)(鄧宗賢、王閔弘，2015)。教學者可以利用此環境在課堂中進行模擬環境教學活動(Jones, Squires, & Hicks, 2008)，學生可利用平板電腦或 VR 眼鏡進行 VR 的仿真學習活動(圖六)。在本研究中，是以 CoSpaces EDU 網頁平台使用平板電腦 iPad 進行 VR 學習活動的。

研究顯示，VR 對學生的學習有幫助，使用者在學習上會感到相當有興趣(賴崇閔、黃秀美、廖述盛、黃雯雯，2009)。另外，蔡元芳、黃姿榕、鄭于綸(2008)的研究指出，建置 3D VR 教學平台，確實有助改善傳統教學的不足。此外，在醫學臨床教學研究上亦顯示，醫護人員使用 VR、擴增實境(augmented reality)與混合實境(mixed reality)來學習，能改善傳統醫療護理的不便利情況，減少臨床上因生疏操作而造成的醫療疏失，降低醫護教學成本，有效提升醫護人員的訓練成效和照護品質，改善護病關係，並增加臨床工作的執行效率(謝旻濟、林語瑄，2017)。

### 沉浸式內容

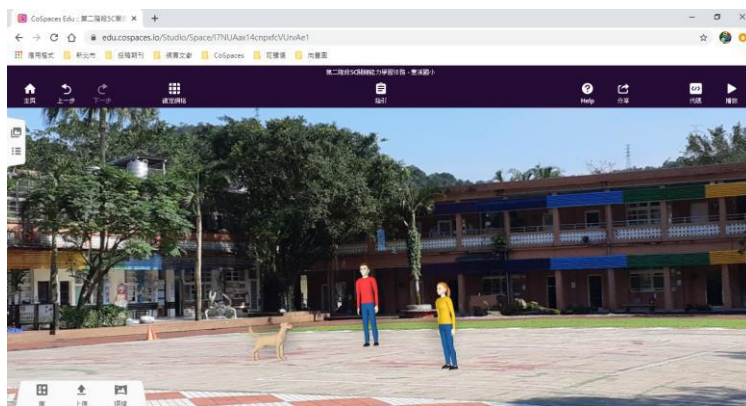
沉浸式內容是使用特殊的頭盔隔離外界，由眼睛前方的螢幕監控並操控互動，多運用在遊戲和娛樂事業中，目前逐漸應用在教育、人員訓練課程上。而在 VR 的定義上有所謂「Three I」：Immersion、Interaction 和 Imagination(鄧宗賢、王閔弘，2015)，亦即是以一個沉浸式並有互動功能的環境，給使用者充滿想像的空間；使用者在 VR 中，使用電腦來模擬真實環境，並透過某些方式與該環境互動。

圖四：模型 VR 空間



資料來源：CoSpaces EDU (2019)。

圖五：影像 VR 空間



資料來源：CoSpaces EDU (2018a)。

圖六：VR 眼鏡進行 VR 的仿真學習活動



資料來源：CoSpaces EDU (2018b)。

## 「5C 關鍵能力」

「5C 關鍵能力」主要是要令學習者能主動學習，藉由探究學習的方式，老師引導學生思考真實情境問題，確定學生具備相關的「問題解決能力」後，以學生為中心，讓學生主動學習並與他人合作學習。

近年，教育部為了建立中小學「以學習者為中心」的教育方式，活化十二年國民基本教育，培養學生具備 21 世紀的關鍵核心能力，提出了混合式行動學習模式，以十大行動學習策略輔助教師根據學科特色及教學目標，發展有意義的行動學習活動，其中包含「直接引導學習法」、「同儕互評法」、「錄影分享法」、「共享協作平台」、「主題式討論區」、「心智工具」、「專題導向學習」、「探究式學習」、「情境式行動學習」和「遊戲式學習」等，大幅改善了教學與學習的方式，使學生能更有效地使用資訊科技來輔助學習。因此，教育部提出了「5C 關鍵能力」，希望藉此推動國民中小學數位學習學與教的典範，翻轉教師的教學與學生的學習態度。

## 學習成效

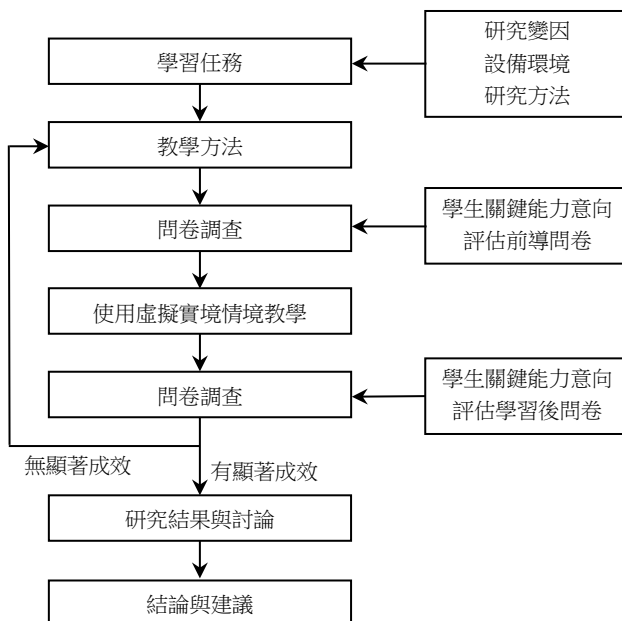
數位教學相關研究設計，多數是將教學的課程內容數位化，藉此比較不同教學方式對學生學習成效的影響。但目前仍然較少有透過架設網路平台的方式，提供學生課前、課中及課後的全方位學習。Piccoli, Ahmad, & Ives (2001) 認為在教學活動結束後，學習者在知識、技能和態度上的改變稱為學習成效。蕭克昌 (2011) 則認為，學習成效是衡量學習者在學習過程中達到教學目標後，教學者以科學的工具和方法為學習者進行學習評量或評估，希望藉以了解學習者在知識、技能和態度方面的改變。這是改善教學品質、課程設計、課程架構的參考。

## 研究流程

根據 VR 建構的學習網頁進行學習任務，課程設定三個任務型態，並針對任務型態於學習任務前、後進行「5C 關鍵能力」（即「溝通協調能力」、「團隊合作能力」、「問題解決能力」、「獨立思辨能力」和「創造力」）的意向評估。為了評估學生在課程前、後「5C 關鍵能力」的變化情形和行動學習成效，本實驗採用教育部行動學習網站提供的「5C 關鍵能力意向量表」及「行動學習學生學習成效評量表」來測量。

以相依樣本  $t$  檢定來檢測學生的前、後測成績是否有顯著差異，包括學生對於「5C 關鍵能力」的學習成效進行分析。最後提出本研究的結論和後續研究的建議等（圖七）。

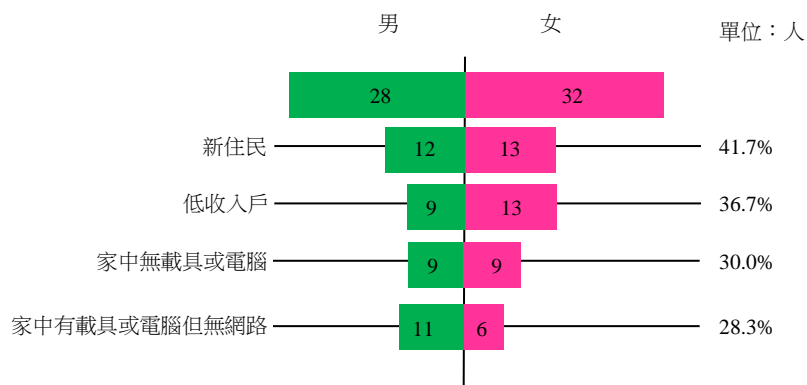
圖七：研究架構與流程



### 研究對象

實驗施測對象為台灣新北市快樂國小五、六年級學生，均有使用電腦及網際網路的先備經驗，且均未曾使用過實驗中所提供的網站，但均有使用過積木式程式設計軟體（Scratch）的先備經驗。實施人數共計 60 人，其中受測者的家庭概況與電腦、網路使用情形如圖八所示。

圖八：受測者家庭概況與電腦、網路使用情形



## 研究限制

本研究受限於人力、時間、研究經費的限制，無法進行大量的教學與問卷調查，因此只能針對新北市快樂國小高年級學生進行實驗。

由於兒童網站種類眾多，研究樣本將針對台灣非營利單位的兒童網站蒐集網站資訊，而無法針對全面性的資料進行分析。故此，研究結果不適合廣泛推論至其他國小學童或其他營利事業機構的學童。

## 研究工具

本實驗使用 CoSpaces 網頁為操作平台進行任務操作（圖九），主要是透過網頁在教學上進行指定任務，並要求學生透過網頁完成任務。網頁平台下方具有各式 3D 物件模組，涵蓋「人物」、「動物」、「家居」、「自然」、「運輸」、「項目」、「建築物件」、「特別」等，使用者可用滑鼠拖曳方式將模組拉入場景中進行場景與人物的建模。此外，在場景的背景部分，除了內建場景外，亦可以用 360 度相機所拍攝的照片置入為場景，即是「影像 VR」空間。

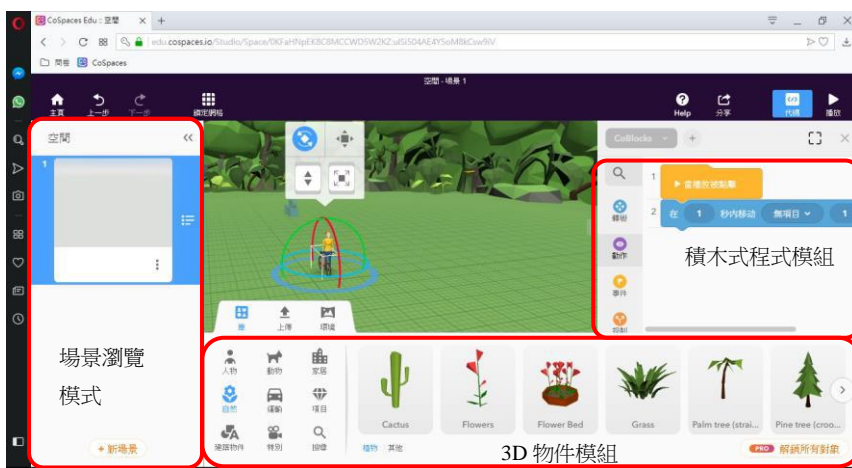
網頁平台右邊則是可針對場景裏面的單一物件進程式設計（圖十），程式設計是透過滑鼠拖曳預先設定好的積木式程式模組，堆疊出指令，設定或控制角色及背景的行動和變化，進而完成程式設計。積木式程式模組內容可分為「轉變」、「動作」、「事件」、「控制」和「項目」，每個模組項目均以不同顏色呈現，令使用者可以輕易辨別程式的歸屬性質（圖十一）。而以程式模組方式進程式設計，坊間已有許多提供給國小學童學習的積木式程式模組軟體，例如 Scratch 即是最普遍的積木式程式模組軟體。

網頁平台左邊則是場景瀏覽模式，稱作「空間」，可藉滑鼠點選「空間」來切換場景。

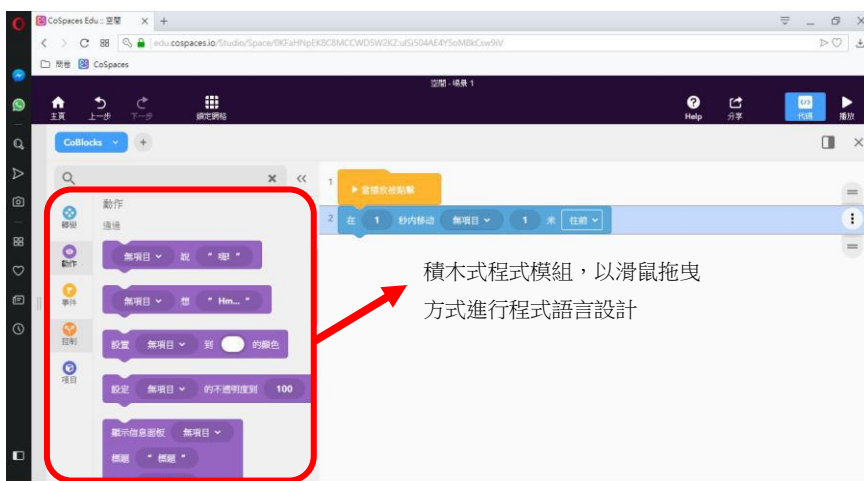
網頁平台中間則是 VR 創作場景，拖曳到場景的物件，可藉由介面選擇鈕調整物件旋轉、上下左右移動來調整位置。由於場景為仿真 VR，操作上具有空間感，學生可藉由 VR 的空間概念學習程式設計，大大提升學生在學習上的樂趣和好奇心，亦可提供一個 VR 學習情境使學習者融入其中，有如身歷其境；學生又可使用本系統獨立進行桌上型 VR 學習，有助於學生的學習態度（賴崇閔等，2009）。學生在 VR 學習環境中具有顯著較佳的學習效益（王子華、楊依婷、唐文華、張美玉、林志明，2007）。



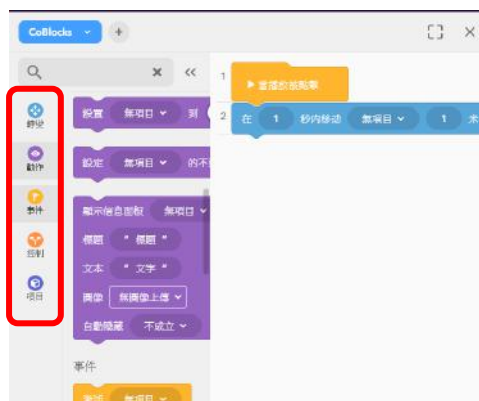
圖九：CoSpaces 網頁操作平台介面



圖十：積木式程式模組介面



圖十一：積木式程式模組軟體介面，以不同顏色分類屬性



## 研究實驗

本研究是在課堂上利用 CoSpaces EDU 網頁為操作平台進行教學，在「教學」與「學習環境」中進行「5C 關鍵能力」學習表現實驗，在相同的課程、教材內容和數位輔助教材中作實證觀察，並以問卷調查方式蒐集「5C 關鍵能力」的學習表現資訊。課室研究是在較易控制的現實環境下進行，實驗者必須儘可能控制各種狀況，控制一個或多個自變項，以觀察變項的反應或變化情形（楊國樞，1978）。實驗施測對象為台灣新北市快樂國小五、六年級學生，均有使用電腦和網際網路的先備經驗，但均未使用過實驗中所提供的兒童版網站。施測人數共計 60 人，包括男生 28 人，女生 32 人。

「5C 關鍵能力」除了以各學習能力進行評鑑外，每一學習能力又分為三個面向，分別探討高年級學童在進行 VR 學習任務的「5C 關鍵能力」表現：

- 「溝通協調能力」分為「情緒」、「同理心」、「共識」三個面向，比較任務執行前和執行後的差異。
- 「團隊合作能力」分為「信任」、「溝通」、「負責」三個面向，比較任務執行前和執行後的差異。
- 「問題解決能力」分為「面對問題」、「思辨」、「策略」三個面向，比較任務執行前和執行後的差異。
- 「獨立思辨能力」分為「調適」、「監控」、「評估」三個面向，比較任務執行前和執行後的差異。
- 「創造力」分為「探索」、「想像」、「嘗試」三個面向，比較任務執行前和執行後的差異。

### 「5C 關鍵能力」信度

有關「5C 關鍵能力」意向量表信度，整理如表一。

表一：「5C 關鍵能力」意向量表信度

研究工具	開發者	信度
陶倫斯創造思考測驗圖形版	李乙明	重測信度 .40-.72
問題解決能力	張雨勝	檢核表 .91
自我檢核表與態度量表		態度量表 .89
溝通表達量表	Duran	.94

資料來源：國立臺南高級工業職業學校（2016）。

## 實驗設計

為使學童能夠完整執行 VR 的程式設計，本實驗課程共進行八週，如表二所示。實驗分為三階段：第一週學生先進行「5C 關鍵能力」問卷調查；第二週到第七週以講授和實作方式進行教學活動，學童二人一組分組討論，並分別完成任務型程式設計作業，包括任務、教學目標與課程設計及學習評量內容；最後於第八週進行「5C 關鍵能力」後測問卷，以評估學習成效。

表二：學習型任務

週次	任務	教學目標與課程設計	學習評量
第一週			學生進行「5C 關鍵能力」問卷調查前測
第二週	學生能夠完成規劃遊戲並建立場景模組	1. 教師進行基本程式講解 2. 學童能夠二人一組小組討論，進行場景和情境設計	1. 假設一個場景 2. 建立場景模組 3. 觀課教師進行學生「5C 關鍵能力」課室觀察評鑑
第三週 至 第四週	學生學會置入元件，並開始鍵入程式	1. 教師進行第二階段程式講解，各組互相觀摩與學習 2. 學童能夠分組進行場景建置並建立元件程式	1. 置入人、物等模組 2. 針對人物模組進行程式設計 3. 觀課教師進行學生「5C 關鍵能力」課室觀察評鑑
第五週 至 第六週	學生學會完成程式設計	1. 教師進行第三階段程式講解，各組互相觀摩與學習 2. 學童能夠分組進行場景建置並建立元件程式。	1. 針對人物模組進行程式設計，使人物可以移動 2. 觀課教師進行學生「5C 關鍵能力」課室觀察評鑑
第七週	學生能夠完成 VR 作業	1. 教師進行課室訪談 2. 學生能夠以 VR 眼鏡進行遊戲測試	1. 能夠利用 VR 眼鏡進行遊戲 2. 觀課教師進行學生「5C 關鍵能力」課室觀察評鑑
第八週			學生進行「5C 關鍵能力」問卷調查後測

有關課室觀察部分，於第二週至第七週由兩位專家教師進行隨堂觀課和課室評鑑。由於「5C 關鍵能力」問卷是以第一人稱設計題目，為配合專家評鑑問卷內容，評量問卷內容把「5C 關鍵能力」問卷修正為第三人稱。

### 「5C 關鍵能力」相關聯性

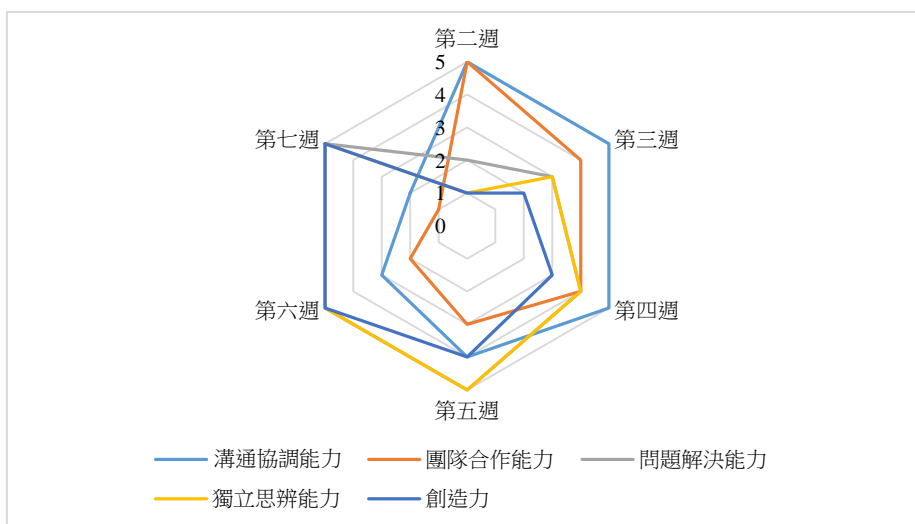
有關各週次所進行 VR 課程內容與「5C 關鍵能力」相關聯性的對應，由教學者與觀課教師於觀課前評估其相應程度，指數對應見表三和圖十二。指數最高為 5，最低

為 1，指數愈高代表 VR 課程內容與「5C 關鍵能力」相關聯性愈高，愈低代表 VR 課程內容與「5C 關鍵能力」相關聯性愈低。

表三：VR 課程內容與「5C 關鍵能力」相關聯性對應評估表

	第二週	第三週	第四週	第五週	第六週	第七週
溝通協調能力	5	5	5	4	3	2
團隊合作能力	5	4	4	3	2	1
問題解決能力	2	3	4	5	5	5
獨立思辨能力	1	3	4	5	5	5
創造力	1	2	3	4	5	5

圖十二：VR 課程與「5C 關鍵能力」相關聯性對應圖



1. 「溝通協調能力」——第二至第四週的任務為二人一組進行小組討論，因此其相關聯性對應指數為 5；自第五週起因為開始製作個人作業，因此指數逐漸縮小。
2. 「團隊合作能力」——第二週的任務為二人一組進行小組討論，因此其相關聯性對應指數為 5；第三至第四週起因為個人作業已經佔有較高的比例，因此對應指數逐漸縮小；第七週為個人作業，因此對應指數縮減為 1。
3. 「問題解決能力」——第二至第三週的任務為二人一組進行小組討論，遇到相關問題可以小組討論方式解決，因此問題解決能力的對應指數偏低；自第五週開始個人獨力進行作業後，必須培養問題解決能力，因此對應指數便增加到 5。
4. 「獨立思辨能力」——第二至第三週的任務為二人一組進行小組討論，遇到相關問題可以小組討論方式解決，因此獨立思辨能力的對應指數就顯得不那麼高；自

第五週開始個人獨力進行作業後，必須培養獨立思辨能力，因此對應指數便增加到 5。

5. 「創造力」——對於創造力來說，這裏所強調的是個人的創造力，因此在第二週時，創造力指數比重就顯得不是那麼重要；然而，當第五週開始個人的作業學習，創造力的表現就變得更為重要。

本實驗透過課程設計的探索學習任務，希望能夠達到「5C 關鍵能力」各分項的能力。

學生在分組討論後執行學習任務，每位學生針對學習任務內容完成自己的作品，老師引導學生透過 VR 網頁的程式設計製作出作品，作品由任課老師擷取畫面後給予觀課老師作評鑑參考依據之一。

### 有關「5C 關鍵能力」問卷專家觀課評鑑詞語修正

有關「5C 關鍵能力」問卷專家學習觀課評鑑詞語修正如表四所示。

表四：「5C 關鍵能力」問卷專家觀課評鑑詞語修正

項次	前測語意	後測語意修正
1	遇到問題時，我相信自己有能力解決。	遇到問題時，學生自己有能力解決。
2	我不喜歡探尋事情發生的各種原因。	學生不喜歡探尋事情發生的各種原因。
3	我喜歡在不同的族群裏活躍	學生能夠在不同的族群裏活躍
⋮	⋮	⋮

### 學習前問卷調查

學習前「5C 關鍵能力」問卷於第一週實施，摘錄如圖十三。第二階段「5C 關鍵能力」問卷後測語意經研究者修正，於第八週進行問卷調查，摘錄如表五所示。

表五：「5C 關鍵能力」問卷後測語意修正範例

項次	前測語意	後測語意修正
1	遇到問題時，我相信自己有能力解決。	遇到問題時，我十分相信自己有能力解決。
2	我不喜歡探尋事情發生的各種原因。	我非常不喜歡探尋事情發生的各種原因。
3	我喜歡在不同的族群裏活躍	我非常喜歡在不同的族群裏活躍
⋮	⋮	⋮

圖十三：「5C 關鍵能力」問卷摘錄

5C 關鍵能力意向量表 - 問題解決能力						
題號	題目	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1	遇到問題時，我相信自己有能力解決。					
2	憑著自己的努力，相信我可以解決所面臨的問題。					
3	以前我碰到過					
4	我願意面對					
⋮						

5C 關鍵能力意向量表 - 創造力						
題號	題目	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1	我喜歡仔細觀察我沒有看過的東西，以了解詳細的情形。					
2	我喜歡做許多新鮮的事。					
3	我喜歡嘗試許多不同的方法來解決問題。					

5C 關鍵能力意向量表 - 溝通協調能力						
題號	題目	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1	我在社交場合中總是感到緊張					
2	在大多數的社交場合，我感覺尷尬且害羞					
3	跟別人					
⋮						

5C 關鍵能力意向量表 - 團隊合作能力						
題號	題目	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1	在參加小組合作的學習活動時，我相信同組夥伴也會一樣盡力					
2	在參加小組合作的學習活動時，我相信我們會合作成功					

5C 關鍵能力意向量表 - 獨立思辨能力							
題號	面項	題目	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1	DS	當我有疑問時，我會尋求他人的幫助					
2	DS	當我不明白時，我會嘗試改變策略					
3	DS	當我感到困惑時，我會重新評估自己的假設					
⋮							

問卷設計採用 Likert 五點尺度量表方式評量，正向題「非常同意」5 分、「非常不同意」1 分，反向題「非常同意」1 分、「非常不同意」5 分。統計時以手動方式將反向題進行分數反向調整，以避免造成誤差。受訪者得分愈高，表示認知程度愈高。每份問卷依照題型再各細分為三個面向，進行描述性統計（descriptive statistics）和成對樣本  $t$  檢定（paired  $t$ -test）；統計分析的顯著水準為 .05。描述性統計以平均數、標準差描述學生於實驗後在「5C 關鍵能力」的得分情形。成對樣本  $t$  檢定以同質的成對樣本進行前測和後測，探討台灣國小高年級學童利用 VR 網頁學習資訊課程於學習前、後的「5C 關鍵能力」是否有顯著差異。

## 結果與分析

實驗問卷分為專家評鑑問卷和學生自評問卷，所獲得的統計資料歸納如表六和表七所示。

表六：「5C 關鍵能力」表現專家評鑑成對樣本  $t$  檢定 ( $n = 60$ )

		成對變數差異					$t$	自由度	顯著性 (雙尾)	前測平均	後測平均
		平均數	標準差	平均數的 標準誤	差異的 95% 信賴區間						
					下界	上界					
溝通協調 能力	「情緒」學習前測	-2.600	8.620	1.113	-4.827	-0.373	-2.336	59	.023*	24.550	28.750
	「情緒」學習後測										
	「同理心」學習前測	-1.867	6.806	0.879	-3.626	-0.109	-2.124	59	.038*	28.667	33.366
	「同理心」學習後測										
團隊合作 能力	「共識」學習前測	-4.683	12.162	1.570	-7.825	-1.542	-2.983	59	.004*	51.700	62.433
	「共識」學習後測										
	「信任」學習前測	-1.833	2.656	0.343	-2.520	-1.147	-5.346	59	.000*	10.566	12.983
	「信任」學習後測										
問題解決 能力	「溝通」學習前測	-1.550	2.332	0.301	-2.152	-0.948	-5.149	59	.000*	10.533	12.766
	「溝通」學習後測										
	「負責」學習前測	-1.767	2.500	0.323	-2.412	-1.121	-5.474	59	.000*	10.550	12.900
	「負責」學習後測										
獨立思辨 能力	「面對問題」學習前測	-4.233	5.057	0.653	-5.540	-2.927	-6.485	59	.000*	19.383	23.617
	「面對問題」學習後測										
	「思辨」學習前測	-6.050	7.541	0.974	-7.998	-4.102	-6.215	59	.000*	28.333	34.383
	「思辨」學習後測										
創造力	「策略」學習前測	-12.867	11.924	1.539	-15.947	-9.786	-8.358	59	.000*	44.067	56.933
	「策略」學習後測										
	「調適」學習前測	-10.441	4.091	0.533	-11.507	-9.375	-19.605	59	.000*	12.379	19.983
	「調適」學習後測										
創造力	「監控」學習前測	-11.898	5.441	0.708	-13.316	-10.480	-16.795	59	.000*	16.379	26.458
	「監控」學習後測										
	「評估」學習前測	-10.254	5.057	0.658	-11.572	-8.936	-15.576	59	.000*	14.810	22.508
	「評估」學習後測										
創造力	「探索」學習前測	-2.200	8.944	1.155	-4.510	0.110	-1.905	59	.062	41.117	44.467
	「探索」學習後測										
	「想像」學習前測	-2.833	5.690	0.735	-4.303	-1.363	-3.857	59	.000*	23.633	26.467
	「想像」學習後測										
創造力	「嘗試」學習前測	-3.317	7.725	0.997	-5.312	-1.321	-3.326	59	.002*	26.750	30.067
	「嘗試」學習後測										

\*  $p < .05$ 

### 「5C 關鍵能力」學習成效之專家評鑑結果

「溝通協調能力」、「團隊合作能力」、「問題解決能力」、「獨立思辨能力」四個關鍵能力，在顯著性上， $p$  均小於 .05，因此得知這四個關鍵能力在學習前、後的

專家評鑑分析有顯著差異。由此，專家認為高年級學生在進行「5C 關鍵能力」學習任務後，在「溝通協調能力」、「團隊合作能力」、「問題解決能力」、「獨立思辨能力」上於學習前、後均有顯著差異，因此學生在這四個關鍵能力上均有所提升。

而「創造力」的結果顯示，在「探索」、「想像」、「嘗試」三個面向中，「探索」面向的顯著性檢定結果為  $p > .05$ ，接受虛無假設，由此得知在「創造力」關鍵能力中「探索」面向未有顯著影響，代表在這關鍵能力中，台灣國小高年級學童利用 VR 網頁學習資訊課程的學習前、後在「探索」面向上並沒有顯著的成效差異。

另外，以班級學生抽樣進行課室訪談，並進行逐字稿記錄，以蒐集質性資料。從訪談記錄得知，學生在創作作品時，多半認為利用 VR 平台進行建模的過程不需要太多的思考過程，以拖曳方式即可建模，是很方便且容易達成的方式，這可能是在「探索」面向沒有顯著差異的原因。

### 「5C 關鍵能力」學習成效學生自評結果

運用 VR 學習任務的「5C 關鍵能力」表現在學習前、後，由學生自評進行成對樣本  $t$  檢定，母群體樣本數 60，結果如表七。

「5C 關鍵能力」學生自評表現，在「溝通協調能力」關鍵能力上，顯著性  $p < .05$ ，拒絕虛無假設，顯示學生在學習前、後有顯著差異，意即在這關鍵能力上有學習成效，與專家評鑑結果相同。

在「團隊合作能力」和「創造力」關鍵能力項目中，顯著性  $p$  均大於  $.05$ ，顯示這兩項關鍵能力在學習前、後，學生自評無顯著差異，表示台灣國小高年級學童利用 VR 網頁學習資訊課程在學習前、後無學習成效，這與專家評鑑認知有差異。

從課室訪談得知，學生認為「團隊合作」可能為四人或五人以上，與本實驗以二人一組進行討論明顯有認知上的不同，因此學生大多認為本實驗中的任務學習過程與團隊合作討論無關連。由以上結果得知，在實驗過程中，對於實驗相關名詞須於實驗前與學生討論和釐清，以免造成學生認知上的誤解，導致實驗數據偏差。

本實驗的對象為偏鄉地區高年級學生，一般而言，該地區學生的自信心普遍不足，因此可能造成他們對自己在「創造力」上的表現無顯著成效有關。

在「問題解決能力」關鍵能力中，「思辨」與「策略」面向的顯著性  $p$  均小於  $.05$ ，拒絕虛無假設，顯示學生在學習前、後有顯著差異，意即在這關鍵能力上有學習成效，與專家評鑑結果相同；「面對問題」面向的顯著性  $p$  大於  $.05$ ，接受虛無假設，顯示學生在學習前、後無顯著差異，意即在這關鍵能力上無學習成效，與專家評鑑認知有差異。因此，需要在教學策略上進行修正。

至於學生自評「獨立思辨能力」關鍵能力裏，僅有「評估」面向與專家評鑑「評估」面向相同，經課室訪談得知，多數學生認為平時自己遇到問題時通常會自我



表七：「5C 關鍵能力」表現學生自評成對樣本  $t$  檢定 ( $n = 60$ )

		成對變數差異					$t$	自由度	顯著性 (雙尾)
		平均數	標準差	平均數的 標準誤	差異的 95% 信賴區間				
					下界	上界			
溝通協調 能力	「情緒」學習前測 -	-0.396	0.766	0.099	-0.594	-0.198	-4.002	59	.000*
	「情緒」學習後測								
	「同理心」學習前測 -	-0.553	0.950	0.123	-0.798	-0.308	-4.514	59	.000*
	「同理心」學習後測								
	「共識」學習前測 -	-0.431	0.747	0.096	-0.624	-0.238	-4.470	59	.000*
	「共識」學習後測								
	「信任」學習前測 -	0.067	0.807	0.104	-0.142	0.275	0.641	59	.524
	「信任」學習後測								
團隊合作 能力	「溝通」學習前測 -	0.117	1.018	0.131	-0.146	0.380	0.887	59	.379
	「溝通」學習後測								
	「負責」學習前測 -	0.061	1.094	0.141	-0.222	0.344	0.432	59	.667
	「負責」學習後測								
問題解決 能力	「面對問題」學習前測 -	-0.167	0.796	0.103	-0.372	0.039	-1.623	59	.110
	「面對問題」學習後測								
	「思辨」學習前測 -	-0.242	0.821	0.106	-0.454	-0.030	-2.286	59	.026*
	「思辨」學習後測								
	「策略」學習前測 -	-0.212	0.729	0.094	-0.400	-0.024	-2.252	59	.028*
	「策略」學習後測								
	「調適」學習前測 -	-0.990	4.396	0.568	-2.126	0.146	-1.744	59	.086
	「調適」學習後測								
獨立思辨 能力	「監控」學習前測 -	-1.471	6.543	0.845	-3.162	0.219	-1.742	59	.087
	「監控」學習後測								
	「評估」學習前測 -	-1.786	5.772	0.745	-3.277	-0.295	-2.397	59	.020*
	「評估」學習後測								
創造力	「探索」學習前測 -	-0.145	0.783	0.101	-0.348	0.057	-1.438	59	.156
	「探索」學習後測								
	「想像」學習前測 -	-0.166	0.834	0.108	-0.382	0.049	-1.542	59	.128
	「想像」學習後測								
	「嘗試」學習前測 -	-0.226	1.028	0.136	-0.499	0.047	-1.658	56	.103
	「嘗試」學習後測								

\*  $p < .05$ 

思考，再有問題便詢問同儕或老師，這與專家評鑑所觀察到的結果有出入，因此就題目認知上可能需要再給予學生引導和解釋。

總括而言，由實驗結果及課室訪談得知，學生普遍對於使用 VR 進行分組討論感到好奇和有趣，並能夠為了做出作品而與同學討論和合作。網頁中視覺化程式設計

介面令學生覺得容易了解和操作。另外，在學習上，學童普遍認為由無到有的 VR 令學童在創作上更靈活，可以討論出自己想創作的場景和故事。從課室觀察中可見，原本不太有興趣學習的學童，亦會因為同儕在作業上有進度，並且做出有趣的 VR 作品而增強自己對於完成作品的動力，並促使同組之間的夥伴相互思考與討論，這對於學童的學習能力和學習態度能有正增強的效益。

## 結論與討論

本實驗探討台灣國小高年級學童利用 VR 網頁學習資訊課程的學習成效，以成對樣本 *t* 檢定驗證後，參與受試學童的「5C 關鍵能力」在課程實施後均達顯著差異。由此可見，台灣國小高年級學童利用 VR 網頁學習資訊課程的學習表現，學習後表現均優於學習前。從課室訪談亦可知運用 VR 網頁進行程式設計的學習上，學生更有興趣且積極地想將作品呈現出來。

在實驗名詞上，學生誤解問卷中部分名詞或用詞，導致問卷結果在專家評鑑和學生自評上有差異。因此，在問卷和實驗過程的名詞和用詞應向學生先行解釋，以免因為誤解而導致問卷數據上的差異。

本實驗建議，未來除了量化研究外，在實驗中可增加影像攝錄的過程，並以引導方式進行質性深入訪談，提供回饋及相關意見，將可使成效評估更臻完善。

在課程設計上，由於研究表示「5C 關鍵能力」對於學習具有成效，因此未來可針對新住民、低收入戶或弱勢家庭學生進行研究，探討運用 VR 網頁進行各科教學是否能提升新住民、低收入戶或弱勢家庭學生的學習成效。

## 參考資料

- 王子華、楊依婷、唐文華、張美玉、林志明（2007）。〈虛擬實境融入國小自然科學對不同自然科學習動機學生學習影響之研究〉。文章發表於 TANet2007 台灣網際網路研討會，台北，台灣。
- 財團法人台灣網路資訊中心（2018a）。〈歷年個人及家庭上網行為趨勢分析〉。擷取自 <https://www.twNIC.net.tw/doc/twrp/201812f.pdf>
- 財團法人台灣網路資訊中心（2018b）。《整體網路使用現況》。擷取自 <https://report.twNIC.tw/2018/OverallNetworkUsageStatus.html>
- 國立臺南高級工業職業學校（2016）。〈課程評鑑〉。擷取自 <http://3dp.ptivs.tn.edu.tw/modules/tadnews/page.php?nsn=16>
- 楊國樞（1978）。〈影響國中學生問題行為的學校因素〉。載文崇一（編），《社會變遷中的少年問題研討會論文集》（頁 33-55）。台北，台灣：中央研究院民族學研究所。

- 鄞宗賢、王閔弘 (2015)。〈結合動態調整運用於沉浸式恐龍型人工智慧虛擬互動遊戲〉。《南臺學報》，第 40 卷第 1 期，頁 61-76。
- 蔡元芳、黃姿榕、鄭于綸 (2008)。〈虛擬實境地理資訊教學平台之建置〉。《社會與區域發展學報》，第 1 卷第 1 期，頁 79-111。
- 蕭克昌 (2011)。《國小陶藝校本課程發展與學童學習成效研究——以高雄市某國小為例》(未出版碩士論文)。國立屏東教育大學，屏東，台灣。
- 賴崇閔、黃秀美、廖述盛、黃雯雯 (2009)。〈3D 虛擬實境應用於醫學教育接受度之研究〉。《教育心理學報》，第 40 卷第 3 期，頁 341-362。
- 謝旻儕、林語瑄 (2017)。〈虛擬實境與擴增實境在醫護實務與教育之應用〉。《護理雜誌》，第 64 卷第 6 期，頁 12-18。
- CoSpaces EDU。 (2018a)。〈第二階段 5C 關鍵能力學習任務——雙溪國小〉。擷取自 <https://edu.cospaces.io/Studio/Space/I7NUAax14cnpxfcVUrvAe1>
- CoSpaces EDU。 (2018b)。〈第二階段 5C 關鍵能力學習任務——台灣原住民〉。擷取自 <https://edu.cospaces.io/Studio/Space/I5jmERKKwtIHQqKCOiafQh:oavrGOCegWZpkOH1UOUSja>
- CoSpaces EDU。 (2019)。〈第二階段 5C 關鍵能力學習任務——場景一〉。擷取自 <https://edu.cospaces.io/Studio/Space/vGOfVnNXFHxarEyNrO3Kxe>
- Jones, G., Squires, T., & Hicks, J. (2008). Combining speech recognition/natural language processing with 3D online learning environments to create distributed authentic and situated spoken language learning. *Journal of Educational Technology Systems*, 36(4), 375-392. doi: 10.2190/ET.36.4.c
- Piccoli, G., Ahmad, R., & Ives, B. (2001). Web-based virtual learning environments: A research framework and a preliminary assessment of effectiveness in basic IT skills training. *MIS Quarterly*, 25(4), 401-426. doi: 10.2307/3250989

## Learning Outcomes of Fifth and Sixth Graders in a Computer Course Using a Virtual Reality Website for Learning

Yung-Chin TSAO & Chia-Ho LIN

### *Abstract*

*In recent years, the use of virtual reality (VR) in games and teaching has become increasingly popular. The boundless nature of the Web and the uniqueness of multimedia in VR greatly enhance peer interaction as well as the interaction between learners and virtual objects on Webpages.*

*Elementary schoolchildren's habits of using Webpages depends upon the navigation interface design of the Webpages. Therefore, understanding the effectiveness of schoolchildren's visual interaction with Webpages will help implement VR into Websites for schoolchildren.*

*The purpose of this experiment was to explore the learning outcomes of 60 Taiwanese fifth and sixth graders in a computer course using VR Webpages. The experiment involved students learning through the tasks set on the VR Web platform "CoSpaces EDU." The differences in their learning outcomes on the "5C key competencies" (i.e., communication and coordination skills, teamwork capabilities, problem-solving skills, independent thinking capabilities, and creativity) before and after the experiment were compared.*

*Based on the results of expert assessment and students' self-evaluation, paired-samples t test was conducted to compare the learning outcomes before and after implementing the VR teaching. Results show that the fifth and sixth graders were found to exhibit excellent 5C competencies after the experiment.*

*Keywords: 5C key competency; fifth and sixth graders; virtual reality; learning outcome*

---

**TSAO, Yung-Chin** (曹永慶) is Professor in the Graduate Institute of Design Science, Tatung University, Taiwan.

**LIN, Chia-Ho** (林佳禾) is a graduate student in the Graduate Institute of Design Science, Tatung University, Taiwan.