教育科技與學習　1：2（2013, 7）：153-184

研究論文

應用擴增實境技術建構互動學習環境－以國立臺灣科學教育館為例

蕭顯勝

教授
國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系
E-mail: hssiu@ntnu.edu.tw

陳俊臣（通訊作者）

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

李鴻毅

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

摘要

教育學習是博物館的重要功能，本研究應用擴增實境技術製作 3D 虛擬展物，並運用探究式學習策略進行教學活動設計，營造互動的博物館學習環境，讓學習者使用行動載具導覽博物館，進行行動學習。為驗證互動學習環境對學習的有效性，本研究對 49 位國小六年級學童進行準實驗研究，以自然與生活科技的相關知識，於「國立臺灣科學教育館－人與環境展示區」進行教學實驗。探討學習者利用擴增實境導覽學習系統與傳統人員導覽學習後，對於自然與生活科技的學習成效及學習保留之差異情況，觀察實驗學生的互動行為。結果發現，運用擴增實境導覽學習系統於博物館內進行行動學習，有顯著較佳的學習成效與同儕互動。

關鍵詞：擴增實境，行動學習，探究式學習策略

CACET
中華資訊與科技教育學會

壹、緒論

一、研究背景

教育學習是博物館的重要功能，經由展示、動手操作或與展覽品內容進行互動，透過視覺、聽覺、觸覺等感官的刺激，提供學習者具體的學習經驗，瞭解展覽品的意義與價值，幫助其印證抽象的概念，達到學習的效果（朱耀明、張美珍、黃俊夫，2007；莊淑芬、張美珍，2011）。近年來，學生觀眾在博物館內的學習有許多相關研究者，如學生參觀博物館的科學態度、科學概念與問題解決能力的學習成果（Lee, 2007）、觀眾參觀後對科學與科技概念的改變（Rennie & Johnson, 2007; Tenenbaum & Callanan, 2008）及博物館展示設計對學習成效的評估（向麗容、許毅璿、黃昱翔、隗振瑜，2008）等。

行動學習就是移動式的數位學習，透過行動載具與無線網路裝置，解開桌上型電腦的束縛，對數位化學習加上移動的特性，達到資訊隨手可得的狀態，讓學習者處於無所不在的學習環境（蕭顯勝、蔡福興、游光昭，2005；Seppala & Alamaki, 2003）。而博物館內學習資源眾多，若把行動學習的概念應用在博物館的導覽學習，則可提升國民進行博物館學習的意願與效率，對於國民知識與文化水平的提升有莫大的幫助。

博物館的展物中，有許多是無法給予觀眾直接的學習經驗，例如：貴重的古文物或作品，必須恆溫恆濕存在玻璃櫃中；巨大的模型或標本，無法一窺全貌；自然生態的變化與演進，僅靠圖片無法完整觀察其變化。而擴增實境技術具備：結合真實與虛擬物件於真實環境、利用行動模式進行即時運算、真實與虛擬物件之間相互配合、擴大的虛擬資訊以三維或動態的方式呈現物件等四項特色 (Pagagiannakis, Singh & Magnenat, 2008)，足以解決於博物館中存在的種種學習限制。運用擴增實境技術，進行 3D 虛擬展物的製作，可讓學習者在虛擬的學習環境中與展物進行互動，提供直接的學習經驗。

運用擴增實境技術製作 3D 虛擬展物，於博物館中進行行動學習，仍需搭配有效的學習策略，才能提升學習效率與學習成效。探究式學習策略在科學教育領域中一直受到重視，因爲科學家發現問題及解決問題的過程被視爲一種探究的過程，探究式教學能促進和他人溝通的技能、培養學生主動建構知識的能力、學生對科學的學習有更積極正向的態度、提高學生知識及技能方面的學習成效（楊秀停、王國華，2007）。本研究運用探究式學習策略於博物館進行行動學習，期能培養學習者主動建構知識的能力，定提高學生知識與學習成效。

綜上所述，本研究建置一套擴增實境導覽學習系統，進行 3D 虛擬展物製作，並運用探究式學習策略進行教學活動設計，營造互動之博物館學習環境，讓學習者使用行動載具，進行博物館行動導覽學習。爲驗證系統的有效性，本研究進行

CACET 中華資訊與科技教育學會

準實驗研究，以國小六年級自然與生活科技的相關知識，於「國立臺灣科學教育館－人與環境展示區」的學習環境進行教學實驗，探討學習者利用擴增實境導覽學習系統與傳統人員導覽學習後，對於自然與生活科技的學習成效及學習保留之差異情況，並根據 Moore（1989）所提出三個互動型態：學習者與老師的互動、學習者與學習者的互動以及學習者與學習內容的互動，對參與實驗學生進行觀察。

貳、文獻探討

一、博物館教育與行動導覽

「博物館」是社會教育的一個重要機構，其本身具有蒐藏、保存、研究、展示、教育、資訊、傳播與休閒等功能（林政弘，2005；黃明月，1997）。過去的博物館被視爲以「物」爲中心，是一種蒐藏研究的學術機構，如今，博物館已轉變爲以「人」爲中心，以教育爲重的社教機構型態存在（邱明嬌，1996）。國際博物館協會（International Council of Museum, ICOM）則定義「博物館是一個不追求營利、向公眾開放、爲社會發展服務的常設機構，以研究、教育及娛樂爲目的，並且蒐集、保存、研究和展示藏品及傳播相關知識，收藏品可來自自然界或人類的文化遺產」（ICOM, 1946）。

博物館通常依照其性質或主題，把各種文物、模型、標本、聲光影像媒體等有系統地予以展示，並提供各種學習資源與教育活動，觀眾在自由開放的博物館學習環境中，透過展物的呈現與導覽人員解說或與物件直接互動的具體經驗，獲得知識或文化內涵之提昇，達到學習與教育的效果，能提供學習者正式或非正式的學習，因此博物館是大眾進行終身學習的重要場所，也是學校教育的輔助機構，透過博物館進行校外教學，已經是相當普遍的一種活動（于瑞珍，2004）。導覽是博物館學習的其中一項方式，透過導覽學習，學習者能對展物有更進一步的認識。Bitgood （1989）認爲在博物館的學習環境中，能提供觀眾與物件直接接觸的具體經驗，與學校教育有著很大的差異。所以其展示策略必須運用各種不同的方式，使觀眾產生短暫的感官刺激來達到教學的目標。

近年來，由於資訊科技與無線通訊技術的快速發展之下，許多行動載具在教育情境中的應用掀起風潮（宋曜廷、張國恩、余文正，2005；Koleva, Egglestone, Schnädelbach, Glover, Chris & Rodden, 2009; Tatar, Roschelle, Vahey & Penuel, 2003）。所謂行動導覽是指利用行動載具（如手機、PDA、平板電腦等），透過無線傳輸工具（如無線基地台、紅外線傳輸或射頻辨識系統 Radio Frequency Identification, RFID）、全球定位系統 (Global Positioning System, GPS) 等，讓參訪者在博物館內之物件或博覽會中之展示，進行訊息擷取或觸接（Access）的動

CACET 中華資訊與科技教育學會

作。其方式分爲兩種，第一種爲使用者拿著手持載具隨處漫遊，到達預期展物後藉由以手動的方式，選擇所需要看的物件之相關信息，然後透過瀏覽器和無線網路向遠端的伺服器擷取資料，或直接在內建於載具的資料庫擷取資料。另一種則是系統透過 RFID 或紅外線系統進行定位，當學習者以行動學習和展物在某個距離的程度時，載具會根據 RFID 所傳送的訊息自動辨識展物爲何種物件，並依據辨識結果自動顯示展物的相關資訊。

由於數位行動載具本身具備強大的運算儲存能力、擴充能力，以及高度的可攜性及便利性，使其成爲博物館學習的重要輔助角色（蕭顯勝、黃向偉、洪琬諦，2007）。另外由於博物館中的人力資源運用策略缺乏（梁光余，2003），無法完全達到由導覽人員帶領，因此，行動載具搭配數位內容及適當的導覽介面，形成個人數位導覽，對於協助博物館內的學習有極大的潛力。這也正是許多博物館發展行動載具於博物館學習的重要原因。

博物館導覽不論是透過何種硬體或軟體形式的組合，其最終目的都是要達到協助觀眾達到學習的效果（宋曜廷、張國恩、于文正，2005）。若透過行動導覽系統能夠讓參訪者和館內的展覽物品有更深刻的體驗，達到行動學習的效果，能提供學習者在博物館內多一種學習選擇，也增加學校教育延伸至博物館進行正式與非正式學習的誘因。也因此，本研究建置一套行動導覽系統，透過行動載具呈現虛擬展物內容資訊，提供使用者進行行動學習使用，目的爲加深學習者與展覽物的學習印象，提升博物館行動導覽學習的成效。

二、擴增實境

王燕超（2006）指出擴增實境（Augmented Reality, AR），又可稱爲擴充實境，是從虛擬實境（Virtual Reality, VR）的領域中延伸出來的一項新技術。可透過虛擬實境設備，把虛擬物件與景象，直接投射在真實的世界中，讓使用者產生身歷其境的感覺及想像，如圖 1 所示。陳坤森（2007）定義擴增實境爲一種「現實的環境影像」與「電腦虛擬影像」互相結合的一種新興技術，能讓使用者可以在親眼所見的真實環境中操作虛擬 3D 立體物件。

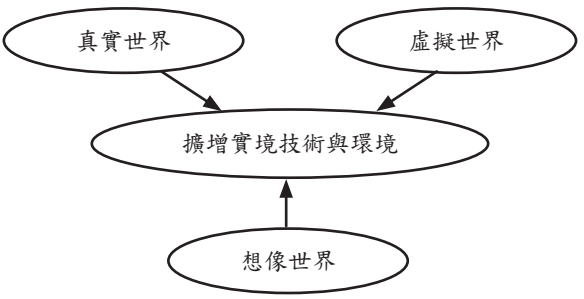


圖 1 擴增實境架構示意圖（王燕超，2006）

CACET 中華資訊與科技教育學會

擴增實境必須透過電腦辨別「標籤」（Marker）的位置把事先準備好的虛擬3D模型顯示出來，隨著使用者觀看角度的改變，3D虛擬物件也會呈現出不同的角度。而操作者可以挪動標籤來改變螢幕裡虛擬物件的位置，達到人機互動式的效果。擴增實境是輔助現實的一種工具，呈現給使用者的是真實與虛擬共存的環境。Azuma（1997）並且提出擴增實境有三項必需的屬性：相同性：在同一介面上同時結合真實與虛擬物件、即時性：即時於真實環境下顯示虛擬物件、空間性：虛擬的物件疊合在真實的環境空間，能夠與使用者互動。

擴增實境在教育上的運用已經相當廣泛，Bimber（2007）把擴增實境應用在博物館的展示設計上，展示台提供關於恐龍的化石以及相關的資訊，參觀者可以配戴頭戴式顯示器（Head Mounted Display, HMD）來觀看展示台上的恐龍化石，隨著展示台的資訊說明；Irawati（2008）則是應用AR/VR技術在教學物理課程上，藉由其特性展現一些平常課程上不容易呈現的效果，如骨牌效應、入射角及反射角，以及碰撞反應等；Tan（2008） 利用AR的技術來模擬許多不同的材質在不同情況（如高溫燃燒）下的反應及變化，學生可以自行選擇材質定義圖卡，觀察燃燒的狀況，瞭解其材質的化學反應。運用擴增實境技術能提高學習者的專注力，不受其它人影響；也能模擬在教學上無法實際展示的自然現象，更能讓學生，能夠輕易地在一般教室進行許多小型實驗供學生觀摩與練習，並得到正向回饋（Bimber, 2007; Irawati, 2008; Tan, 2008）。

擴增實境技術能結合文字、聲音、圖片與網頁等，使得展物變得更加生動、有趣，並且能讓不易表達之學科知識，能夠清楚呈現。本研究在博物館導覽行動學習中，考量學習任務：空氣汙染、土壤流失與保護、主壤中毒與水汙染，學習者難以親臨現場進行實地瞭解，故採用擴增實境技術開發3D虛擬展物，讓學習者能在模擬的環境下進行知識學習，強化行動學習的成效。

三、探究式學習

探究式學習（Inquiry-based learning）理論源自於Vigotsky的社會建構理論，強調學習是必須讓學習者親身探索知識的源由，主動建構對知識的瞭解與詮釋。Haury（1993）指出探究是爲了滿足對知識的好奇心，進而主動地搜尋知識與瞭解知識的過程。傳統課堂以教師爲中心的講述式教學，對於學生只是被動的吸收知識。而探究式學習則是一種以學生爲中心的教學策略，教師在教學過程中必須放手讓學生主動進行探究的學習歷程，教師只是扮演引導的角色，適時提出相關問題及與教學主題相關的資訊（楊秀停、王國華，2007）。

Bishop與Bruce（2002）指出探究式學習理論模式，其流程包括問題詢問、調查、建立概念、討論、反思等五個步驟。期許學習者能夠經由此五個步驟探索知識，進而建構知識。以下爲探究式學習策略之步驟分序說明：

CACET 中華資訊與科技教育學會

1. 問題詢問（Ask）：指教學之初，必須先使學生對於學習內容產生興趣，必先引起其好奇心，教師對教學內容進行介紹，陳述相關問題，使學習者在心中打上問號。此步驟著重於定義問題，這些問題於探究式學習過程中，會不斷地被重新定義，而問題的界線通常是模糊的。

2. 調查（Investigate）：學習者產生好奇心，對於學習內容初步瞭解後，進而尋找相關資料，能夠透過實驗、訪談或繪圖等方式，持續重新定義問題與拆解問題，使問題變得更簡單。而調查是一個自我激勵過程，尤其發生在主動的學生身上。

3. 建立概念（Create）：學習者於調查步驟中所收集到的資料，開始進行重新組織與合併，並於資料間找到相關的連結，使其成爲一個新的知識。

4. 討論（Discuss）：學習者能於上述三個學習階段中，彼此分享心得與知識，或是對於相關問題的詢問，腦力激盪，進而釐清問題。知識分享是一個社群建構的過程，同時學習者能於討論步驟中瞭解到調查的意義。

5. 反思（Reflect）：學習者於反思步驟再次思考問題，抓住線索方向，最後訂定結論。

探究式學習策略極注重學習者的學習過程，從問題詢問到反思，每個階段學習者對於學習都抱持著好奇、探究的心理。如讓學習者能夠透過與博物館當中，經由擴增實境導覽學習活動，並加入探究式學習，讓學習者有如親身經歷般，勢必對於學習來說，有正向之幫助。故本研究根據 Bishop 與 Bruce 的探究式學習理論模式設計教學活動，並透過擴增實境導覽學習系統之應用，期許學習者依照探究式學習理論之步驟，探索知識的根源。

四、互動理論

Wagner（1997）認爲教學互動指一種發生在學習者與學習環境的情況，其目的爲改變學習者的行爲，並使學習者朝向達成目標的行動狀態。而互動學習的理論源自於 Bandura（1973）的社會學習論以及 Gagné（1977）的學習條件論，強調學習不是個體獨立的行爲，而是與環境中的人、事、物間產生相互作用而獲得的結果。

Bandura（1973）所提出的社會學習論強調學習行爲的產生包含了環境、個人認知與行爲三項因素互相影響（張春興，2003）。學習，可定義爲一組認知歷程，在此歷程中個體把環境中的刺激轉化爲習得新能力所需之各資訊處理階段，而學習影響的方式則來自於觀察與模仿，透過行爲楷模傳遞訊息給學習者，可以

CACET 中華資訊與科技教育學會

強化或減弱學習者對表現特定行為的限制（吳幸宜譯，2001）。Gagné（1977）認為學習的重要性是使人習得所有技能、知識、態度以及價值，導致行為的多樣型態，意即所謂學習的結果。這些學習的結果係由人類自環境的刺激與學習者的認知歷程習得。

由於資訊科技的日新月異，互動已不再是傳統教學的專利，無論是在電腦輔助教學、網路教學，遠距教學或超媒體學習環境，雙向溝通的機制已成為重要的課題。Holmberg（1983）認為學習者透過互動討論能獲得學習的鼓勵與刺激，使學習者產生更強的動機與較佳的學習成效。Moore（1989）提出遠距教育中互動理論的三種主要互動的型態，分別為學習者 - 學習者（Learner-Learner）、學習者 - 教學者（Learner-Instructor）及學習者 - 學習內容（Learner-Content）。學習者在學習的過程中，會不斷地與學習環境中的這三個學習對象互動，故此三個學習對象對於學習者在學後的學習成效來說，顯得極為重要。

互動行為的產生來自於環境、認知與行為的交互作用，經由不同因素的刺激產生學習歷程。本研究依據 Moore（1989）所提互動理論中三種互動型式，分析學習者於博物館導覽學習之互動情形，其中包含學習者與學習者、學習者與教師、學習者與學習內容等。故本研究針對上述互動理論之特色，設計學習者小組學習活動，透過異質性分組與任務的分派，小組成員對於學習內容不同認知狀況，彼此分享意見、心得或想法，進而討論出一個較佳的最終答案，使學習者對於學習內容能有更深入的認識，期許學習者能藉由互動的過程提升學習成效。

五、小結

陳欽育（2001）曾指出博物館學的趨勢是由觀眾主導展示決策，即是以觀眾的角度、語言和方法來規劃展示。本研究站在使用者的角度，期望能讓觀眾藉由行動載具，自行規劃博物館的導覽順序進行行動學習，並使用本研究所開發的擴增實境導覽學習系統與探究式學習理論之步驟，與 3D 虛擬展物進行互動學習、建構知識，進而達到教育學習、增廣見聞、提高國人文化知識水平之目的。

參、研究設計

一、研究架構

本研究探討「擴增實境導覽學習」與「傳統人員導覽學習」兩種不同的導覽教學方式，對於學習者的學習成效及學習保留之影響，輔以觀察、訪談及問卷調查方式，蒐集整體實驗的互動歷程及教師與學習者的觀點，對導入擴增實境之博物館導覽學習模式進行驗證。實驗組與對照組，在自然與生活科技教師、導覽時間、學習目標、教材版本及學習場域等變因完全相同，整體研究架構如圖 2 所示。

CACET 中華資訊與科技教育學會

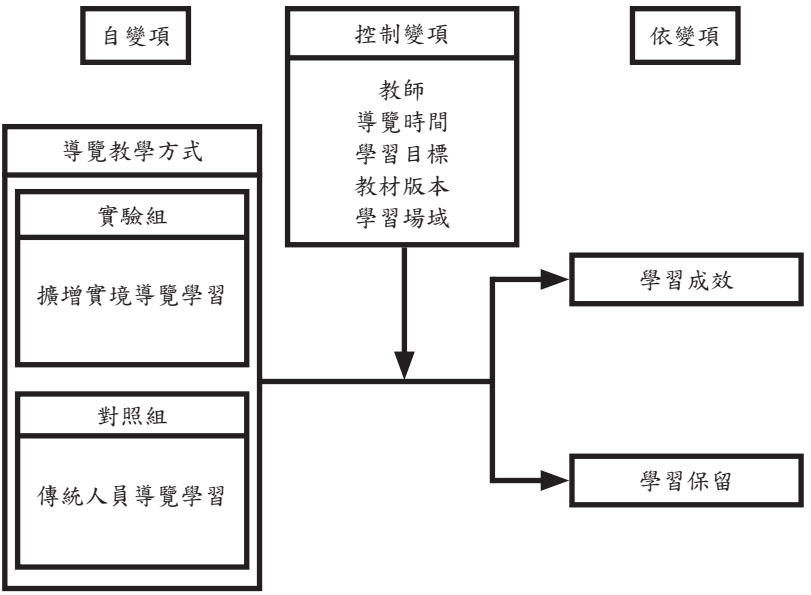


圖 2　研究架構圖

二、實驗設計

本研究採用準實驗研究法進行前測、後測、延宕後測及滿意度調查之實驗設計，用以驗證導入擴增實境之博物館導覽學習模式對於學習者學習成效、學習保留與參觀滿意度之影響。考量校外教學時學生管理與安全性問題，並避免影響原定正常教學規劃，本研究採用「不相等控制組設計」，以立意抽樣方式，選取臺北市某國小六年級兩班共 49 人。實驗組共 20 人，實施「擴增實境導覽學習」；對照組共 29 人，實施「傳統人員導覽學習」。研究對象與實驗處理說明如表 1 所示。

表 1 實驗處理及人數表

組　別	實驗處理	人數	合計
實驗組	擴增實境導覽學習	20	49
對照組	傳統人員導覽學習	29	

三、實驗流程

本研究以「自然與生活科技」作爲學科主題，讓學生在「國立臺灣科學教育館－人與環境展示區」的學習環境中印證在校所學知識。規劃實驗流程如下，如表 2 所示：

（一）、選擇臺北市某國民小學六年級學生，並以班爲單位分派爲實驗組與

CACET 中華資訊與科技教育學會

對照組， 實施自然與生活科技知識前測 60 分鐘（O）。

（二）、實驗組實施「擴增實境導覽學習（X）」，對照組實施「傳統人員導覽學習（X）」。教學活動地點爲國立臺灣科學教育館－人與環境展示區，教學活動 時間 100 分鐘，並在定點架起攝影機進行質性觀察。

（三）、教學實驗後，兩組都接受自然與生活科技知識後測 60 分鐘（O）；實驗組再 施以參觀滿意度調查 10 分鐘（S）。

（四）、教學實驗結束一週後，兩組學生都再接受自然與生活科技知識延宕後測 60 分鐘（O）。

表 2 實驗設計

研究對象	前測	教學實驗	後測	滿意度調查	延宕後測
實驗組	O	X	O	S	O
對照組	O	X	O		O

四、研究工具

本研究所使用之研究工具，主要包含有：硬體設備、擴增實境導覽學習系統、展示內容理解測驗（前、後測及延宕測驗）、滿意度調查問卷與學生訪談內容，其內容分述如下：

（一）硬體設施

本研究所規劃之博物館導覽學習環境，其硬體設備包括平板電腦及網路視訊攝影機等。

1. 平板電腦

本研究所使用的平板電腦爲 Lenovo ThinkPad X200T 型，此款平板電腦具備 12.1 吋寬螢幕，含電池總重量約 1.9 公斤，4cell 電池的續航力達 3.3 小時，另外學習者如需手寫時，也能夠把螢幕轉換成平板電腦書寫模式使用。本研究在進行「擴增實境導覽學習」的過程中採用手寫功能，以便利導覽學習。

CACET 中華資訊與科技教育學會

圖 3 Lenovo ThinkPad X200T 平板電腦及平板電腦書寫模式

2. 網路視訊攝影機

當學習者手持 Lenovo ThinkPad X200T 觀看擴增實境畫面時，會採用威聚 TX-480L Light- Cam 網路視訊攝影機來進行環境拍攝與擴增實境的影像辨識。此款網路視訊攝影機之解析度達 1600*1200，具 800 萬高畫素，傳輸介面爲 USB 2.0，具自動對焦功能。此款網路攝影機擁有的自動對焦與高解像功能，有助於擴增實境的影像辨識能力，因此本實驗採用此款外接式網路視訊攝影機，如圖 4 所示。

圖 4 威聚 TX-480L Light- Cam 網路視訊攝影機

（二）擴增實境導覽學習系統

本研究所設計的導覽學習系統，其內容是以國立臺灣科學教育館－人與環境

CACET 中華資訊與科技教育學會

展區，作爲設計核心，系統設計可細分爲 2D 模型、3D 模型、擴增實境呈現與擴增實境標籤等四個主要內容，分別說明如下：

1. 2D 模型

擴增實境導覽學習系統的 2D 模型，主要是透過 Macromedia Flash 8 開發設計，內容包括導覽系統介紹動畫、內容動畫與任務問題等三部分（如圖 5、6、7 所示），目的是引導學習者能夠正確的進行任務，並透過任務問題呈現，讓學習者與虛擬展物進行互動學習後，能吸收有關知識。

圖 5 導覽系統介紹動畫

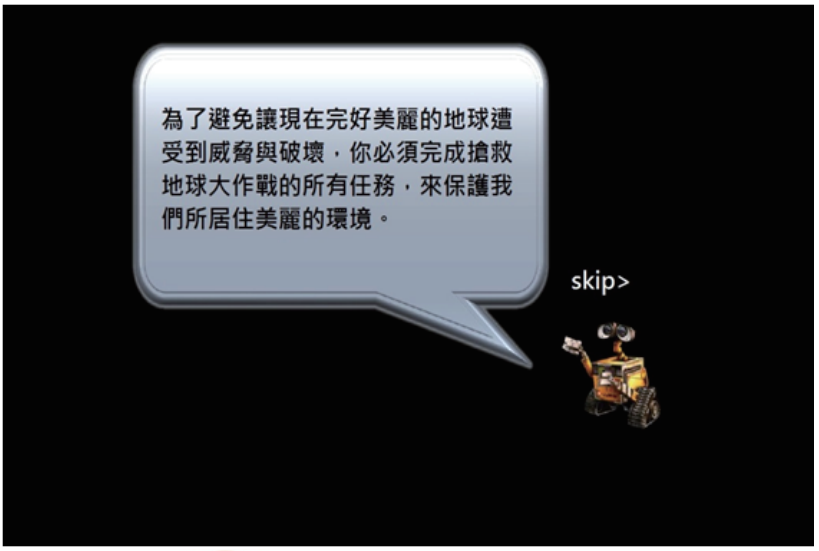


圖 6 導覽系統內容動畫

CACET 中華資訊與科技教育學會

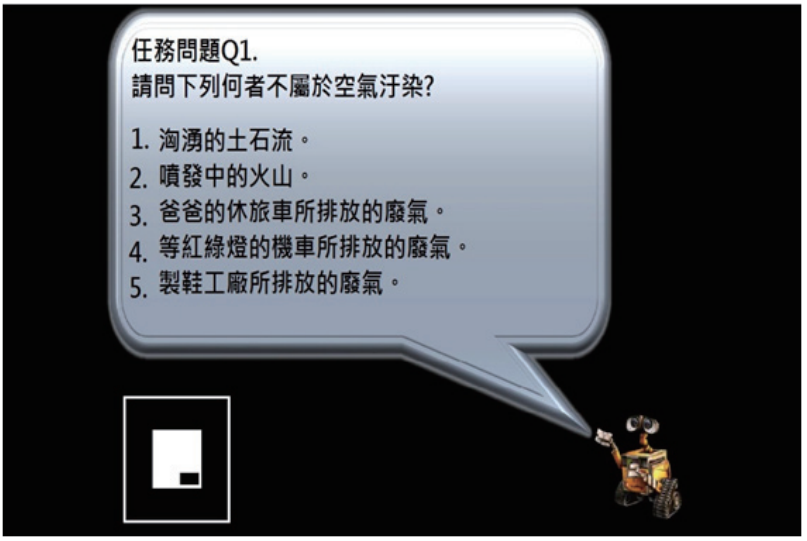


圖 7 導覽系統任務問題

2. 3D 模型

擴增實境導覽學習系統的 3D 模型，採用 Autodesk 3DMAX 7 進行開發，包含場地 3D 虛擬導覽地圖與擴增實境 3D 虛擬展物兩部分。製作部分主要是透過 3DMAX7 進行模型建置後，以 3DS 檔案匯出後，使 Unity 3.3 能進行後續擴增實境呈現之用。

場地 3D 虛擬導覽地圖，是依照真實實驗場域（國立臺灣科學教育館－人與環境展區）規劃設計，希望學習者能使用此真實場地的虛擬地圖模型，快速找尋到目標展物，節省搜尋展物所浪費的時間。地圖中的人物爲學習者目前所在位置，而旗幟代表爲目標展物的位置，此兩模型會以閃爍的方式提醒學習者（如圖 8）。

擴增實境 3D 虛擬展物，是依照本實驗所挑選的展物項目進行規劃，並且與國小六年級，自然與生活科技科目中契合之內容。其內容如下，任務一：空氣汙染、任務二：土壤流失與保護、任務三：土壤中毒與水汙染，擴增實境導覽學習系統是依照上述三項任務，設計能夠充分呈現教學概念之 3D 模型（如圖 9）。

CACET 中華資訊與科技教育學會

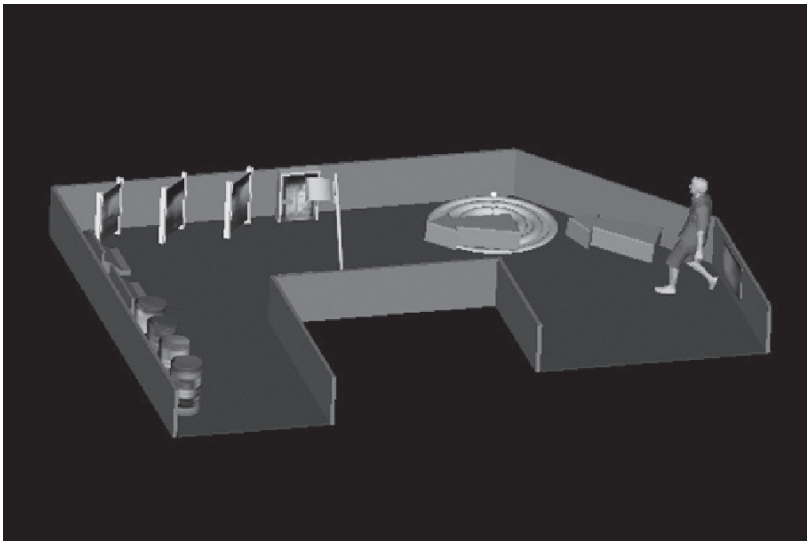


圖 8 擴增實境 3D 虛擬導覽地圖

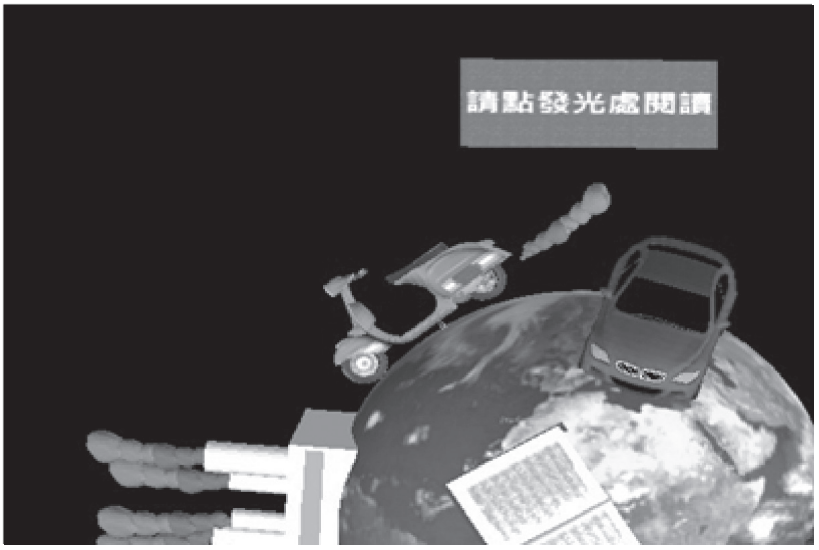


圖 9 擴增實境虛擬展物模型

3. 擴增實境呈現

擴增實境呈現是透過 Unity 3.3 進行系統開發（如圖 10 所示），透過 C# 與 Java script 等程式語言進行撰寫。此款編輯器原爲三度空間遊戲開發之用，其特色是所產出執行檔能運行於多平台（iPhone、web 與 Xbox 360 的遊戲）執行，可達到跨平台之優勢，且 Unity 在開發操作上非常人性化，能把寫好的擴增實境執行檔套用至其它模型，方便簡易，學習者於學習載具上呈現虛擬展物如圖 11 所示。

CACET 中華資訊與科技教育學會

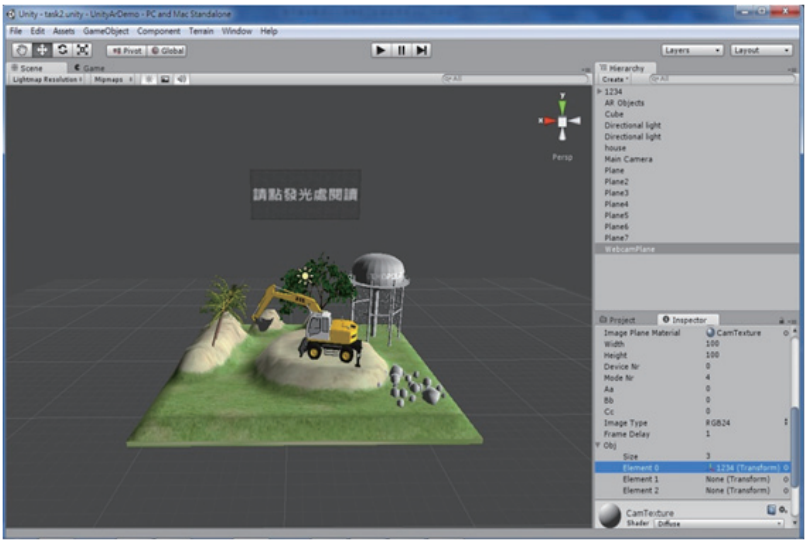


圖 10 Unity 3.3 開發環境

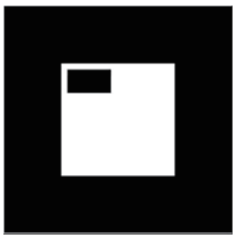
圖 11 虛擬展物呈現

4. 擴增實境標籤

虛擬實境標籤是使用 AR Toolkit 的影像辨識技術進行設計，依據實驗展物需求進行製作。本研究所用到的標籤共有四種，分別爲：擴增實境虛擬導覽地圖、空氣汙染虛擬展物、土壤流失與保護虛擬展物及土壤中毒與水汙染虛擬展物（如表 3 所示）。

CACET 中華資訊與科技教育學會

表 3 擴增實境標籤整理

AR 標　籤	用　途
	擴增實境虛擬導覽地圖
	任務一：空氣汙染虛擬展物內容
	任務二：土壤流失與保護虛擬展物內容
	任務三：土壤中毒與水汙染虛擬展物內容

（三）自然與生活科技知識測驗（前、後測及延宕測驗）

實施自然與生活科技知識測驗之目的，在於測量出實驗對象對於博物館內展物及其相關知識的瞭解程度，共施測三次，分別爲前測、後測以及延宕測驗，三份測驗內容不同，難易度相同。

測驗內容編製是以國立臺灣科學教育館展物內容爲主題，並依據九年一貫自

CACET 中華資訊與科技教育學會

然與生活科技能力指標進行試題設計，滿分爲 100 分。試題編製完成後送交兩名國小自然科教師進行審題，檢核試題內容的代表性與適當性，作爲專家效度與修正試題的重要參考依據。

（四）滿意度問卷與學生訪談

滿意度問卷目的在於瞭解學生透過擴增實境導覽學習系統於博物館學習後的滿意程度，以李克特五點量表方式瞭解學生對於本次導覽教學的觀感，調查內容包含：導覽學習系統、同儕討論、學習內容及整體導覽學習活動等面向進行瞭解。

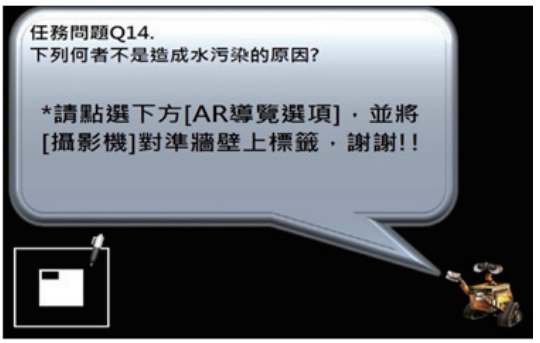
學生訪談是希望能從質性的角度瞭解學生的導覽學習反應。訪談內容包括導覽學習之差異性、學習過程中遭遇困難與解決方式、學習反思與對於導覽活動建議等四個部分。

五、教學活動設計

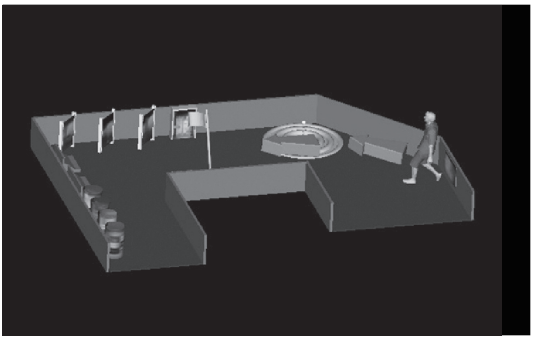
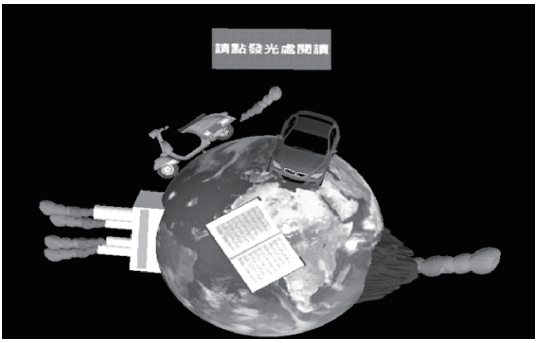
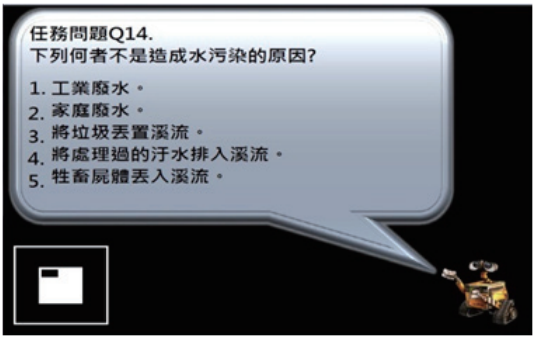
本研究的教學活動設計是以 Bishop 和 Bruce（2002）所提出的探究式學習理論，結合本研究所開發之擴增實境導覽學習系統進行規劃。根據探究式學習理論，學習者於博物館學習環境中，必須遵循的探究式學習步驟爲：問題詢問（Ask）、調查（Investigate）、建立概念（Create）、討論（Discuss）及反思（Reflect）。本實驗的教學活動流程包含行動學習導覽步驟、探究式學習理論應用及所對應之擴增實境導覽學習系統功能，如表 4 所示。

實驗組學生採用本研究所規劃之教學活動設計、平板電腦、網路視訊攝影機及擴增實境導覽學習系統在「國立臺灣科學教育館－人與環境展區」進行導覽學習活動；對照組則採用同樣的教學活動設計，在相同的場域，進行傳統導覽人員的講述式導覽學習活動。

表 4 教學活動流程設計

導覽步驟	學習模式	系統呈現
問題詢問	系統依照任務順序，提出相對應之任務問題，使學習者產生認知上的衝突，目的是讓學習者能提升學習興趣。	

CACET 中華資訊與科技教育學會

調查	系統提供與真實場域極為相似的虛擬導覽地圖，引導學習者移動至任務問題相對應之目標展物。	
建立概念	學習者正確找尋到目標展物，開始進行擴增實境導覽學習，透過網路攝影機對應展物牆上 AR 標籤後，於載具中呈現 3D 虛擬展物，學習者必須與虛擬展物進行互動，以學習展物相關資訊。	
討論	學習者在學習過程中可隨時透過聊天室與同儕進行討論。	
反思	學習者透過平板電腦進行擴增實境導覽互動學習後，系統協助學習者進行自我的學習評量。	

CACET 中華資訊與科技教育學會

肆、研究結果

一、敍述統計資料

參與本教學實驗人數共 49 人，學習者依不同教學方法所得數據如表 5 所示：實驗組共 20 人，前測成績 79.35 分，後測成績 89.65 分，延宕後測成績 88.20 分；對照組共 29 人，前測成績 76.86 分，後測成績 81.34 分，延宕後測成績 84.86 分。

表 5 自然與生活科技知識前測、後測與延宕後測成績之平均數與標準差

		平均數			標準差		
	人數	前測	後測	延宕後測	前測	後測	延宕後測
實驗組	20	79.35	89.65	88.20	8.97	10.39	11.36
對照組	29	76.86	81.34	84.86	13.08	15.23	16.10

二、學習成效分析

本研究探討以擴增實境導覽系統輔助學習與傳統人員導覽學習，對國小六年級學童自然與生活科技知識學習成效之比較。自變項爲導覽教學方式，自然與生活科技成效測驗之前測分數爲共變項，後測分數爲依變項，先進行迴歸係數同質性檢定，再進行獨立樣本單因子共變數分析。

以兩組之前測與後測分數進行迴歸係數同質性檢定，用以瞭解使用共變項（前測分數）預測依變項（後測分數）的迴歸係數及斜率是否相等，若符合同質性的假定，則可進行共變數分析。由表 6 得知，兩組的迴歸係數同質性考驗未達顯著差異，F=.01，p>.05，表示實驗組與對照組具有同質性，符合共變數分析假定，故可進行共變數分析。

表 6 前測與後測之迴歸係數同質性檢定摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p
組別 * 前測	1.13	1	1.13	.01	.92
誤差	4935.16	45	109.67		

本研究以前測分數爲共變項，α=.05 爲顯著水準，進行獨立樣本單因子共變數分析，探討導覽教學實驗效果是否顯著。由表 7 得知，排除共變項（前測分數）對依變項（後測分數）的影響後，自變項（導覽教學方式）對依變項所造成的實驗處理效果顯著，F=4.49，p<.05，達到顯著差異水準，表示不同的導覽教學方式間有顯著差異。意即應用擴增實境導覽學習系統的實驗組學習者，在學習成效上，顯著優於透過傳統人員導覽教學方式。而在效果量 η2 的解釋上，效果量 η2=.08，符合 Cohen（1988）所建議的中度的效果量 (.138 > η2 ≥ .059)，即教學方式的不同對於學習者的學習成效達到中度的解釋力。

CACET 中華資訊與科技教育學會

表 7 前測與後測之共變數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p	η 2
組間 (實驗處理)	482.02	1	482.02	4.49*	.03	.08
組內 (誤差)	4936.29	46	107.31			

在學習成效上，實驗組學習者顯著優於對照組，表 8 爲排除前測分數影響之得分情形後，調整兩組後測之平均分數。經直接比對自然與生活科技知識調整後平均分數，得知學習者透過擴增實境導覽學習之學習者（實驗組，M=88.53）在自然與生活科技知識測驗中，優於透過傳統人員導覽學習之學習者（對照組，M=82.11），由此可知，於國立臺灣科學教育館－人與環境展區，實驗組學習者經過擴增實境導覽學習系統輔助，其學習成效明顯優於對照組的表現。

表 8 不同導覽教學方式後測之調整後平均數

組別	平均數	標準誤
實驗組 (n=20)	88.53	2.32
對照組 (n=29)	82.11	1.92

三、學習保留分析

教學實驗結束後一個月，本研究進行自然與生活科技知識能力測驗延宕後測，探討不同導覽教學方式對學習保留效果的影響。透過後測及延宕後測分數進行單因子共變數分析，以探討學習者保留效果之差異。自變項爲導覽教學方式，自然與生活科技成效測驗之後測分數爲共變項，延宕後測爲依變項，先進行迴歸係數同質性檢定，再進行獨立樣本單因子共變數分析。

以兩組的後測與延宕後測分數進行迴歸係數同質性考驗，由表 9 得知，後測與延宕後測迴歸係數同質性考驗未達顯著差異，F=.00，p>.05，表示兩組具有同質性，符合共變數分析假定，故可進行共變數分析。

表 9 後測與延宕後測之迴歸係數同質性檢定摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p
組別 * 後測	.44	1	.44	.00	.95
誤差	5649.82	45	125.55		

以後測分數爲共變項，α=.05 爲顯著水準，進行獨立樣本單因子共變數分析，探討教學實驗一個月後，不同的導覽教學方式對學習保留的成效，由表 10 得知，依變項（延宕後測分數）排除共變項（後測分數）的影響後，自變項（導覽教學方式）對依變項所造成的實驗處理效果未達顯著水準，F=.50，p>.05。表示後測與延宕後測成績進行比較後發現，兩組學生在學習保留效果並無顯著差異出現，其效果量 η 2=.07，達到中度的解釋力。

CACET 中華資訊與科技教育學會

表 10 後測與延宕後測之共變數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p	η 2
組間 (實驗處理)	61.68	1	61.68	.50	.48	.07
組內 (誤差)	5650.27	46	122.83			

學習保留未達顯著差異，可能是因爲本實驗所運用的學習保留測驗題型，採用傳統知識與理解層次的測驗題型爲主，應用層次問題較少，無法明顯區分實驗組與對照組的差異。另外，關於學習保留量（延宕後測／後測），實驗組爲 98.38%，隨著時間自然下降，屬於正常現象；而對照組爲 104.33%，延宕後測的表現優於後測，可能有測驗的學習效果或額外的學習事件發生，造成學習保留量超越 100% 的現象。

四、教學實驗互動觀察與分析

本研究之教學實驗時間共 100 分鐘，研究者於定點架設攝影器材，用以觀察及記錄兩組學習者的學習情形。並依據 Moore（1989）互動理論中的學習互動因素進行觀察，主要包括「學習者與學習者的互動」、「學習者與教師的互動」以及「學習者與學習內容的互動」三個部分進行探討。

（一）學習互動觀察

1. 學習者與學習者的互動

由錄影紀錄發現，使用擴增實境導覽學習系統的實驗組同學，透過異質性分組與任務的分派，在自主學習的狀態下進行不同的學習任務。當系統呈現學習任務時，同組的成員會先進行討論，再進行擴增實境 3D 虛擬展物學習，當遇到學習問題時，同組學習者也會進行組間的心得交流，分享學習與理解的過程，與組內同儕的互動非常頻繁。而其中有一小組無法順利進行學習任務，另一小組會主動給予支援與勉勵，並併行同儕間的教學活動，讓任務順利進行。而對照組學習者，是透過導覽人員進行以口述方式進行導覽學習，與學習任務有關的同儕互動幾乎爲零。

2. 學習者與教師的互動

實驗組學習者採用擴增實境導覽學習系統進行自主學習，有少數幾位同學會主動向隨行的陪伴教師進行發問，與教師的互動甚少。對照組學習者，透過導覽人員以口述的方式進行導覽學習，教師先進行簡單解說，再透過「問與答」的方式與學習者互動，學習者則依照教師所提出的問題給予回答。在學習的過程中，多次出現學生聊天與分心到其它展物的現象，導覽教師必須不斷地管理學生，提醒學生拉回注意力；而在問與答的過程中，當第一位回答出正確答案的同學出現時，其它同學就不再回答，少部分同學會繼續討論展物學習內容，大多數同學則

CACET 中華資訊與科技教育學會

自成聊天的小群體。

3. 學習者與學習內容的互動

實驗組學習者爲臺北市電子書包實驗學校班級，使用實驗載具（平板電腦）已有一年的時間，且在實驗前一週有先進行實驗載具與系統操作的教學，故學習者能順利使用實驗載具進行學習活動。當學習者在進行學習任務時，爲了能對學習展物有更進一步的瞭解，學習者樂意使用擴增實境標籤，呼叫 3D 虛擬內容進行深入研究與互動，更有半數以上的實驗組學生，多次叫出 3D 虛擬內容操弄虛擬展物，精熟學習加深印象。而每位實驗組學習者都專注於自己的平板電腦上，進行任務問題解答或與同學進行討論，不會因爲周遭其它觀眾或環境變化而影響學習活動。

對照組學習者則是透過教師口述式進行導覽，學習者只是單方面聽取解說，觀看展物吸收知識，並未與學習內容進行互動學習。

（二）小結

經由錄影紀錄觀察中發現可歸納以下三種結果：

1. 經由擴增實境導覽學習系統，學習者與同儕之間互動頻繁

在學習者與學習者的互動行爲之中，實驗組表現出「互動討論」、「心得交流」、「同儕協助」、「互相勉勵」等互動行爲發生。學習者透過小組內的問題討論、心得分享，在任務解決的過程中能互相學習，提升學習效果；當碰到自行無法解決的學習問題，也能夠透過同儕的協助與鼓勵，順利解決學習問題，提昇對於展物的知識理解程度，也具體表現出較佳的學習成效。

2. 經由傳統人員導覽學習，學習者與教師互動頻繁

本研究所開發的教學活動設計是依據 Bishop 與 Bruce（2002）所提出的探究式學習理論所設計，實驗組經由擴增實境導覽學習系統學習，與教師互動極少；對照組則經由傳統人員導覽學習，必須與教師進行互動，互動行爲出現在「師生問與答」與「教師管理學生」的過程。

本實驗中，傳統人員導覽學習的優點，在於學習者能與教師有較多的互動，教師可以隨時調整教學內容、教學速度、教學方式及問題難易度等。但是傳統人員導覽教學爲一對多的形式，教師無法全面顧及所有的學習者，當有學習超前或落後的狀況發生時，學習者對教師的教學很容易感到無趣，便會產生分心、聊天的現象，而教師必須及時管理學生；在管理學生的過程中，其它學習者又因此而分心到學習以外的事物，如此循環，恐是造成學習成效較差的原因之一。

3. 學習者與學習內容互動能提升學習成效

經由錄影紀錄觀察發現，實驗組學習者專注於平板電腦的學習任務內容，不

CACET 中華資訊與科技教育學會

受外界環境干擾，並樂意使用擴增實境標籤，多次呼叫 3D 虛擬內容進行深入學習，與學習內容產生大量互動；對照組學習者透過傳統人員導覽教學，與學習內容互動侷限於教師單向式講述與觀看展物，互動少且容易受外界干擾而分心。

經由上述三種學習互動現象的觀察發現，實驗組學生經由擴增實境導覽學習系統進行探究式教學活動的行動學習，學習者與學習者之間有優良的同儕互動，產生一種「孩子幫助孩子（youth helping youth succeed）」的理念，給學生教與學的機會，這種輔助性的教學措施能提供學生更多元、豐富的學習（陳嘉彌，2005）；學習者與學習內容之間也有多次呼叫 3D 虛擬內容的學習行為，若於學習歷程中，增加與學習內容的互動次數，有助於學習成效的提升（王克先，1996）。

五、擴增實境導覽學習活動滿意度調查問卷分析

本研究於擴增實境導覽學習活動結束後，對實驗組學生進行滿意度問卷調查分析。採用李克特五點式量表，非常不同意記為 1 分，非常同意記為 5 分，並設計兩道反向題做為檢測，各題回答狀況如表 11 所示。

表 11 擴增實境導覽學習活動滿意度調查分析表

問題	平均分數
1. 導覽學習系統介面操作容易且感到滿意。	4.20
2. 導覽學習系統穩定程度感到滿意。	4.05
3. 導覽時能與同儕討論，讓我對於展物知識更加瞭解。	4.50
4. 導覽時透過同儕討論的方式，我覺得很無聊。	2.45
5. 導覽時透過解題找答案的方式感到滿意。	4.40
6. 導覽系統中擴增實境內容感到新鮮且會吸引我的注意力。	4.35
7. 透過擴增實境導覽方式會使我覺得導覽是無趣的。	1.85
8. 對於導覽學習系統中擴增實境內容會讓我印象深刻。	4.40
9. 對於導覽系統中擴增實境利用 3D 呈現展物內容的方式會增加我對參觀博物館的意願。	4.35
10. 對於導覽教學活動整體來說感覺滿意。	4.40

從問卷調查發現，本研究所開發的擴增實境導覽學習系統相當穩定，且讓學習者容易操作並感到滿意（問題 1、2）；導覽時能與同儕進行討論讓學習者有較好的學習成效且不會感到無聊（問題 3、4）；透過本系統，使用擴增實境標籤，呼叫 3D 虛擬內容與展物進行互動的探究式學習活動，能吸引學習者的注意力、強化印象，讓學習者滿意且不會感到無趣（問題 5、6、7、8）；整體教學實驗活動讓學習者感到滿意，能增加學生進行博物館學習的意願（問題 9、10）。

六、學生訪談分析

教學實驗結束後，研究者針對 20 位實驗組學生進行訪談，以量化統計輔助質性訪談內容，忠實呈現學習者的感受與大多數意見。

CACET 中華資訊與科技教育學會

（一）訪談問題與內容

問題一：透過擴增實境呈現 3D 虛擬展物的導覽學習方式與過去自己逛博物館（或由傳統人員導覽學習）有什麼不同之處？

學習者認爲經由擴增實境導覽學習系統進行學習，相較於過去親自參觀博物館或由傳統人員導覽學習，可以親手操作（10 位）、較豐富有趣（10 位）、容易學習展物知識（8 位）、能快速找到展物位置（3 位）、能與同儕互動（3 位）、能吸引注意力（3 位）。

問題二：透過擴增實境呈現 3D 虛擬展物解題找答案的導覽學習過程中，你有沒有遇到什麼困難？之後是如何解決的呢？

學習者在本次教學實驗中，是第一次進行擴增實境學習，使用網路攝影機 (Webcam) 對準展物上的擴增實境標籤時，發生角度錯誤或讀取時間不足而卻無法讀取 3D 虛擬展物的現象（13 位），經同學或工作人員協助後遂能順利進行；學習者發現任務問題過度困難，不會回答（6 位），經與同學討論後，也能順利進行，獲得展物知識；其它也有少數的系統操作不順、虛擬地圖看不懂、平板電腦拿太久手酸等小狀況，都在同儕的協助下順利解決。

問題三：這次透過擴增實境呈現 3D 虛擬展物的導覽學習，有什麼最讓你印象深刻的地方？

學習者認爲透過這次擴增實境呈現 3D 虛擬展物的導覽學習，印象最深刻的有 3D 的虛擬展物內容很生動可愛（12 位）、解題找答案的方式新奇有趣（9 位）、可以親自動手操作（8 位）、可以與同學互動學習（8 位）、3D 虛擬地圖能協助找到展物位置（6 位）。

問題四：在未來如果還有機會使用到擴增實境導覽學習的話，對於導覽學習內容、操作介面、同儕討論或是其它，你有什麼建議的地方呢？

對整體導覽行動學習建議，學習者希望增加參觀時間（7 位）、增加虛擬內容（6 位）等多項開放式的建議，詳見圖 12 所示。

CACET 中華資訊與科技教育學會

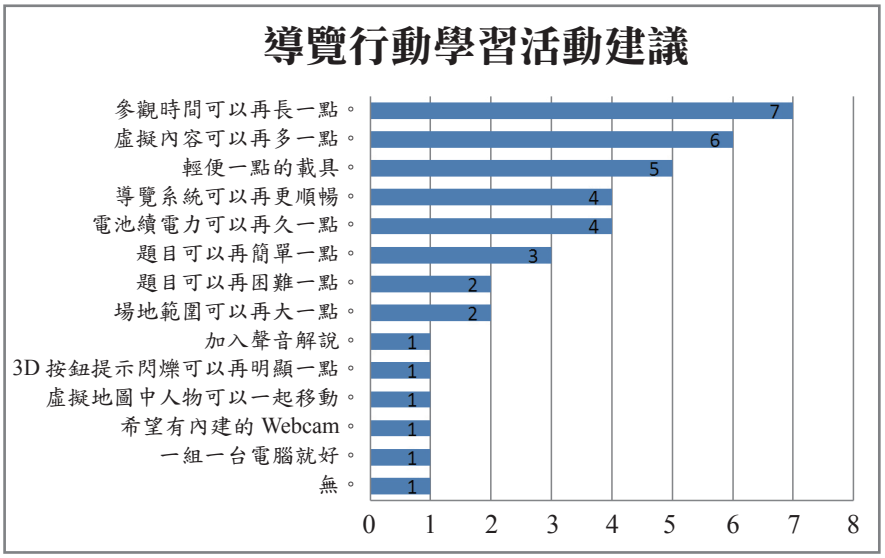


圖 12 導覽行動學習活動建議

（二）小結

經訪談發現，學習者對於此次整體導覽學習活動抱持著喜愛與肯定的態度。學習者於博物館進行導覽學習活動，與同儕分享學習心得與討論問題，能對展物知識內容更加理解，也能藉由同儕的互動提高學習成效。

另外，學習者喜愛親自動手，藉由導覽學習系統與虛擬展物互動，能夠吸引學習者進一步學習，運用擴增實境呈現虛擬展物的行動學習方式，學習是自由、快樂的，而且可以重複對個人的學習疑問與 3D 虛擬展物進行多次互動學習，比傳統人員導覽學習，具備更大彈性，更好的學習成效。

伍、結論與建議

本研究透過擴增實境導覽學習系統，輔助學習者於博物館進行探究式學習活動，探討學習者使用擴增實境導覽學習與傳統人員導覽學習，對於自然與生活科技知識之學習成效與學習保留效果上的差異，並針對實驗組學習者進行滿意度調查與訪談，研究者歸納出結論與建議如下：

一、結論

（一）、建置擴增實境導覽學習系統，必須配合適切的教學策略、導引工具與行動載具，方能進行有效的行動學習。

本研究所建置之擴增實境導覽學習系統，係配合探究式學習策略進行教學活

CACET 中華資訊與科技教育學會

動設計，在平板電腦上進行操作，讓學習者能在「國立臺灣科學教育館－人與環境展示區」，藉由行動學習裝置進行學習任務。本系統以實際場域設計出 3D 虛擬導覽地圖，提供學習者查詢並快速找到目標展物之用。學習者須主動地在博物館中尋找到學習任務所對應的展物，再使用擴增實境標籤呼叫 3D 虛擬展物，與展物間進行互動學習，並運用所學自然與生活科技的知識解決學習任務，使導覽活動能順利進行。

（二）、使用擴增實境導覽學習系統，相較傳統人員導覽學習，有較好的學習成效。

根據本研究對不同導覽學習方式的分析結果，學習者透過擴增實境導覽學習系統與博物館進行學習，相較於傳統人員導覽學習，有較佳的學習成效。本實驗應用擴增實境導覽學習系統呈現 3D 展物內容的導覽方式，其特色是讓學習者藉由問題詢問後，親自於博物館中找尋答案，並與 3D 虛擬展物進行互動學習；在學習的過程中，學習者主動、積極的學習態度也具體表現在學習行爲上，並且與同儕進行互動學習與心得分享；這樣的學習方式，能確實提升學習者對於自然與生活科技知識內容的學習成效。

（三）、使用擴增實境導覽學習系統，相較傳統人員導覽學習，學習保留無顯著差異。

根據本研究對不同導覽學習方式的分析結果，學習者透過擴增實境導覽學習系統與博物館進行學習，相較於傳統人員導覽學習，在學習保留上無顯著差異。學習者在延宕後測的成績雖然平均分數有所不同，實驗組分數較高，但並未達到顯著差異，會有這樣的結果，經研究者研判，可能是因爲學習保留測驗的題型，採用傳統的測驗題型爲主，應用層次問題較少，無法明顯區分實驗組與對照組的差異。另外，對照組的學習保留量爲 104.33%，延宕後測的表現優於後測，可能有測驗的學習效果或額外的學習事件發生；經由上述原因，造成學習保留未達顯著差異的效果。在未來研究可增加應用層次性的試題，並記錄後測到延宕後測這段時間學生的學習事件。

（四）、使用擴增實境導覽學習系統，相較傳統人員導覽學習，學習者有較佳的專注力與學習互動。

本研究採用錄影紀錄方式，分析學習者與學習環境（學習者與學習者、學習者與教師、學習者與學習內容）的互動。研究發現實驗組學習者，在進行擴增實境導覽學習系統的行動學習時，其專注力比對照組好；實驗組學生在實驗進行時，都專注於平板電腦、與學習內容互動或與同學進行互動；對照組學習者，在與教師互動的過程中，容易出現分心與聊天的現象，且教師疲於秩序管理耗費大量時間。由此可知，透過擴增實境導覽學習系統進行行動學習，能吸引學習者的注意

CACET 中華資訊與科技教育學會

力，對學習內容也能重複進行互動，而且，學習者採小組進行學習，小組成員能夠互相勉勵、進行問題討論或學習心得分享等，對學習成效也有正面的幫助。

（五）、使用擴增實境導覽學習系統，學習者對於系統、擴增實境學習、探究式學習活動感到滿意，能增加學生進行博物館學習的意願。

根據問卷結果發現，實驗組學習者對於此次利用擴增實境導覽學習系統與博物館進行行動學習之滿意度皆爲正向的態度。對於擴增實境導覽學習系統的穩定度感到滿意；導覽時能與同儕進行討論，對學習成效的影響也有正向的看法；透過本系統，使用擴增實境標籤，呼叫 3D 虛擬內容與展物進行互動的探究式學習活動，能吸引學習者的注意力並強化印象，讓學習者滿意且不會感到無趣；對整體行動學習的實驗活動感到滿意，能增加學生進行博物館學習的意願。

（六）、使用擴增實境導覽學習系統，能激起學生在導覽行動學習的興趣。

根據訪談結果發現，透過擴增實境導覽學習系統進行行動學習，學習者樂於親自操作系統，掌控參觀步驟自主學習；系統中的 3D 虛擬地圖及 3D 虛擬展物生動，且能多次與學習內容進行互動，激起學生在導覽行動學習的興趣；對整體博物館行動導覽學習，學習者一致希望導覽內容、時間、次數、測驗題型都能夠增加，證明學習者樂於使用擴增實境導覽學習系統與博物館進行行動學習。

二、建議

本實驗透過擴增實境導覽學習系統，於博物館進行行動學習，研究者提出建議如下：

（一）、使用擴增實境技術進行行動學習，必須有完整的學習規劃，其包含項目如下：

1. 擴增實境系統、2. 行動載具、3. 學習導引工具、4. 教學策略、5. 學習內容，本研究完整規劃擴增實境導覽學習系統的各項內容，使用自行開發之擴增實境學習系統、Lenovo 平板電腦做爲行動載具、以實際場域設計出 3D 虛擬導覽地圖、採用探究式教學進行教學策略設計、以國小自然與生活科技相關知識進行學習內容設計，完整呈現擴增實境技術進行行動學習所需元素，可供未來研究者進行參考。

（二）、於博物館推行擴增實境學習系統。本研究發現使用擴增實境導覽學習系統，

相較傳統人員導覽學習，學習者：1. 能有較好的學習成效、2. 能有較佳的專注力與學習互動、3. 能增加學生進行博物館學習的意願、4. 能激起對導覽行動學習的興趣，也因此若能在博物館推行擴增實境學習系統，可對使用者帶來正面的

CACET 中華資訊與科技教育學會

效益，對博物館的長期經營也能有所幫助。

（三）、對未來運用擴增實境技術進行行動學習的研究發展，研究者建議如下：

1. 增加 3D 虛擬展物功能：因應展物特性，開發 3D 虛擬展物與學習者進行互動，未來可增加 3D 虛擬展物功能，例如：動態虛擬展物，強化 3D 虛擬展物的互動與展示功能，讓虛擬展物更加活潑生動；增加語音互動功能，學習者能經由語音與系統進行導覽、介紹及學習互動等功能，讓行動學習系統更加人性化，種種功能的提升，更能吸引學習者的注意力與學習興趣。

2. 學習成果分享平台：在擴增實境導覽學習系統中加入心得分享與問題討論功能，能提供學習者知識交流的平台，有助於學習社群的形成；提供系統開發者對於 3D 虛擬展物的修改建議，有助於整體系統的進化。

3. 學習風格、學習行為與歷程經驗：本研究對學習行為採用錄影紀錄觀察與訪談的方式進行瞭解，未來可擴大實驗規模，蒐集足夠的學習行為證據進行量化分析，瞭解學習風格與學習行為的關連性，作為行動學習教材的調整依據。

4. 與校園教學環境結合：在實際的教學現場，有許多知識與觀念是學生難以憑空想像的，例如數學的空間概念、化學的原子結構、地理的地質環境、語文的詩詞意境等，擴增實境導覽學習系統都能結合 3D 虛擬展物，讓學習者離開紙本教科書，在校園教學環境中進行行動學習，讓知識與生活結合。

參考文獻

于瑞珍（2004）。校外教學與科學博物館。*教學科技與媒體，70*（1），15-28。

王克先（1996）。*學習心理學*。臺北市：桂冠。

王燕超（2006）。從擴增實境觀點論數位學習之創新。*空中教學論叢*，1-14。

向麗容、許毅璿、黃昱翔、隗振瑜（2008）。博物館展示設計對於國小學童學習成效之評估－以國立臺灣博物館「生命密碼：拯救生物多樣性」展覽為例。*自然資源保育暨應用學術研討會論文集*，206-225。

朱耀明、張美珍、黃俊夫（2007）。國立科學工藝博物館科技教育活動評量工具發展研究。*高雄師大學報，22*，1-22。

M. E. Gredler（2001）。*學習理論與教學應用 (Learning and Instruction theory into practice)* (吳幸宜譯)。臺北市：心理。

宋曜廷、張國恩、于文正（2005）。行動載具在博物館學習的應用：促進「人－機－境」互動的設計。*博物館學季刊，20*，17-34。

林政弘（2005）。*臺灣地區博物館經營管理策略*。臺北市：國立編譯館。

林麗娟（2007）。資訊融入－教與學之投入。*教學科技與媒體，79*（1），17-29。

CACET 中華資訊與科技教育學會

邱明嬌（1996）。博物館與學校教育之交集 - 建教合作。*美育*，*78*（1），15-22。
Dewey, J.（2001）。*經驗與教育*（姜文閔譯）。臺北市：五南。
張春興（2003）。*教育心理學：三化取向的理論與實踐*（修訂版）。臺北市：東華。
莊淑芬、張美珍 (2011)。國小學童參觀科學博物館之自我調整學習與科技概念學習。*科技博物*，*15*（1），33-62。
郭世文（2008）。擴增實境應用於博物館展示的初探。*科技博物*，*12*（4），25-37。
陳坤森（2007）。*可供多人移動式互動使用之擴增實境系統及方法*。上網日期：2013 年 4 月 6 日，檢自：http://www.nchc.org.tw/tw/e_paper/sub_subject/index.php?EPAPER_ID=46&SUB_SUBJECT_ID=29。
陳嘉彌（2005）。*國小跨年級同儕師徒制教學策略之研究*。臺北市：揚智。
黃明月（1997）。博物館與自我導向學習。*博物館學季刊*，*11*（4），31-36。
楊秀停、王國華（2007）。實施引導式探究教學對於國小學童學習成效之影響。*科學教育學刊*，*15*（4），439-459。
蕭顯勝、黃向偉、洪琬諦（2007）。行動導覽系統於博物館學習之研究。*高雄師大學報*，*23*，29-52。
蕭顯勝、蔡福興、游光昭（2005）。在行動學習環境中實施科技教育教學活動之初探。*生活科技教育月刊*，*38*（6），40-57。
梁光余（2003）。公立博物館的人力策略。*博物館學季刊*，*17*（4），97-103。
陳欽育（2001）。博物館理想的展示呈現。*博物館學季刊*，*15*（3），25-37。
Azuma, R. (1997). A survey of augment reality. *Teleoperators and Virtual Environment, 6*(4), 355-385.
Bandura, A. (1973). *Aggression: a social learning analysis*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
Bimber, O. (2007). *The reality of mixed reality*. Weimar: Bauhaus- University.
Bishop, A. P., & Bruce, B. C. (2002). Using the Web to Support Inquiry-based Literacy Development. *Journal of Adolescent and Adult Literacy, 45*(8), 706-714.
Bitgood, S. (1989). Deadly sins revisited: A review of the exhibit label literature. *Visitor Behavior, 4*(3), 4-13.
Gagné, R. M. (1977). *The conditions of learning (3rd ed.).* New York: Holt, Rinehart and Winston.
Haury, D.L. (1993). *Teaching Science through Inquiry with Archived Data*. Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental
Holmberg, B. (1983). Guided didactic conversation in distance education. In D. Sewart, D. Keegan, & B. Holmberg (Eds.), *Distance Education, International Perspectives.* New York: Routledge, Chapman & Hall, 114-122.

CACET
中華資訊與科技教育學會

ICOM (1946). Definition of a Museum in “ICOM Statutes” Retrieved May 10, 2013, from http://icom.museum/definition.html

Irawati, S. (2008). 3D edutainment environment: learning physics through VR/AR *experiences. ACE 2008, 3*(1), 21-24.

Koleva, B., Egglestone, S., Schnädelbach, H., Glover, K., Greenhalgh, C. & Rodden, T. (2009). *Supporting the creation of hybrid museum experiences*. CHI’ 09, 1973-1982.

Lee, Y. C.(2007). From a Museum Demonstration to Problem Solving: Promoting the Construction of Concepts. *Physics Education, 42*(4), 378-384.

Moore, M. G. (1989). Three types of interaction. *The American Journal of Distance Education, 3*(2), 1-6.

Pagagiannakis, G., Singh, N. & Magnenat, T. (2008). *A survey of mobile and wireless technologies for augmented reality system*. Retrieved June 23, 2012, from http://vered .rose.utoronto.ca/publication/1994/Milgram_Takemura_SPIE1994.pdf

Rennie, L., & Johnson, D. (2007). Visitors’ perceptions of changes in their thinking about science and technology following a visit to science center. *Visitor Studies, 10*(2), 168-177.

Seppala, P. & Alamaki, H. (2003). Mobile learning in teacher training. *Journal of Computer Assisted Learning, 19*, 330-335.

Tatar, D., Roschelle, J., Vahey, P. & Penuel, W. R. (2003). Go to School. *IEEE Computer, 36*(9), 58-65.

Tenenbaum, H. R., & Callanan, M. A. (2008). Parents’ Science Talk to Their Children in Mexican-Descent Families Residing in the USA. *International Journal of Behavioral Development, 32*(1), 1-12.

Wagner, E. D. (1997). Interactivity: From agents to outcomes. *New Directions for Teaching and Learning, 71*(1), 19-32.

CACET 中華資訊與科技教育學會

CACET
中華資訊與科技教育學會

教育科技與學習　1：2（2013, 7）：153-184

研究論文

Building Interactive Learning Environment by Augmented Reality Technology-The Case of National Taiwan Science Education Center

Hsien-Sheng Hsiao

Professor
Department of Technology Application and Human Resource Development,
National Taiwan Normal University
E-mail: hssiu@ntnu.edu.tw

Jyun-Chen Chen(Corresponding author)

Department of Technology Application and Human Resource Development,
National Taiwan Normal University

Hung-I Lee

Department of Technology Application and Human Resource Development,
National Taiwan Normal University

Abstract

Learning is an important function of the museum. In this study, we used Augmented Reality Technology to produce the 3D virtual exhibition material, and used inquiry-based learning strategies for teaching activities to design an interactive learning environment. The learners used the mobile devices to navigate and do mobile learning in the museum. In order to proof the learning effectiveness of the interactive learning environment, we did the quasi-experimental studied for 49 sixth graders on the knowledge of science and living technology, in Human and Environment display area in National Taiwan Education Center. We analysis the different of learning effect and learning retention between the students learning by Augmented Reality Navigation System and learning by tour guide, besides we observed the interaction behavior in students' learning process. The result was found that the students mobile learned by Augmented Reality Navi-

CACET
中華資訊與科技教育學會

gation System in the museum with significant batter learning effect better peer interaction.

Key words: *Augmented Reality, Mobile Learning, Inquiry-based Learning Strategies*

CACET
中華資訊與科技教育學會