

利用智慧型手機支援博物館多人合作學習

Using Smartphone to Support Collaborative learning in Museum

徐典裕^{1*} 李慶源^{2*} (通訊作者)

國立自然科學博物館 台中市北區館前路 1 號

dan@mail.nmns.edu.tw^{1*}

cyli@mail.nmns.edu.tw^{2*}

摘要

過去行動載具在博物館中被用為導覽工具，隨著資訊科技的發展，其功能也逐漸提升並可廣泛運用，不但要融合行動科技提升觀眾連結展場的互動學習環境，更需要有互動的功能及具吸引力的內容及服務模式以強化博物館學習體驗。在 2010 博物館科技前瞻報導(The Horizon Report 2010 Museum Edition) 中，也認為具備高互動媒體展示的行動載具的確是未來推動博物館應用服務重要工具，如平板電腦、智慧型手機等，特別是智慧型手機，因為方便易攜帶且普及率高。近十年來，國內外也有許多結合行動合作學習研究開始發展，因此本研究整合過去行動及合作學習的研究結果，並結合智慧型手機優點設計一個結合合作與遊戲學習的模式並發展建置系統，讓 K12 的學生能夠利用行動載具來進行博物館學習。為了能讓此模式更佳且廣為大眾接受，本研究針對五組 K12 的學生，進行先期的使用評估。以觀察法了解其學習行為，並以問卷與訪談瞭解兒童的學習態度。最後針對評估結果提出建議改善之處，希望能提供給後續本研究改進或是其他未來發展此服務的博物館作為參考。

關鍵詞：合作學習、智慧手機、遊戲式學習、博物館學習

Abstract

Mobile device have played the role of a guide tool for visitors in museum in past years. With the development of technology, mobile device is not only for receiving information from the museum knowledge database, but also support for the active museum learning within people interaction.. According to The Horizon Report 2010 Museum Edition, the service of mobile device is also the important issue of museum in the future, such as tablet pc or smartphone because of they support high interactive media demonstration. Especially smartphone, it is more and more popular and easy to carry on. In past decade, there are a lot of researches about collaborative learning model using mobile device, and these models are getting popular in e-learning. This research referenced the past relative researches results and designed a learning model and system which are combined collaborative, museum, mobile learning theory. The system was designed for K12 students by using the smart phone in collaborative and game-based learning in museum. In order to realize the situation which children use the smart phone in learning and improve the system or model by the test of 5 K12 groups. The research is evaluated by observational method, interview, and questionnaire survey. Finally, the suggestions were proposed by evaluation and would be referenced by following museum learning researchers.

Keywords: museum learning, collaborative learning, mobile learning, Smart phone, game-based learning

1.前言

隨著資訊科技的進步，許多博物館不只在展示上利用資訊科技來輔助展示，更希望能夠利用資訊科技能夠讓參觀或學習者有雙向的互動。根據2010 博物館科技前瞻報導(The Horizon Report 2010 Museum Edition)報導，其中將行動裝置列入未來一年博物館發展的議題中。其中認為因為行動裝置為未來社會大眾必備的資訊接收裝置，因此博物館有必要利用這個管道進行應用。而行動裝置的應用應該包括下列幾項：教育與解說、展示與收集、溝通與行銷。因此，博物館的創新服務勢必會圍繞的行動裝置而發展應用。尤其是在教育上，更是希望能帶給參觀或學習者不一樣的感受，能夠更活潑有趣之外，增加與其互動，最後能達到學習的效果。

國立自然科學博物館(以下簡稱科博館)在2002 年開始參與數位典藏國家型科技計畫，並開始建置跨領域統整式數位典藏內容管理平台(Hsu,2006a)，並結合展場相關行動學習基礎建設與設備提供創新的服務，如行動導覽學習服務(Hsu,2006b)。除此之外，並積極建置相關數位典藏應用網站，像是自然與人文數位博物館、兒童數位博物館，將虛實整合的概念運用在其網站與實體博物館的推廣上，期望結合數位典藏資訊、虛擬教育服務與相關實體參觀資源能夠創造數位典藏的最大成效。因此在兒童數位博物館中，近年來積極發展主題式的創新的服務，如虛實整合任務、協力式探索任務等，以不同學習主題來進行任務學習。其中協力式探索任務，主要希望能夠由數位博物館的虛擬會員，共同組隊加入探索團隊，以合作的方式在實體博物館做探索學習，在展場中做闖關的任務，最後將闖關的任務的成果回到兒童數位博物館的獎勵機制，而達到虛實整合的學習成效。

因此透過本研究來瞭解並探討協力式探索任務的內涵，並透過先期試用的評估，來提出建議，在未來發展改進，讓協力式探索任務更具學習意義，達到預期的效果。

2.文獻探討

為了解協力式探索學習任務在學習當中所須扮演角色與其功能應如何設計，讓參觀或學習者能夠透過博物館的場域與行動裝置達到寓教於樂的效果，本研究調查相關學習理論與研究以規劃協力式探索任務。

2.1 博物館學習

近年來，許多學校幾乎把博物館定位成非正式學習的主要學習場域。因此博物館學習的議題也更加值得注意與瞭解。John 與 Lymn(1992)提出學習的脈絡模式「(Contextual Model of Learning, CML)」，認為博物館學習應該從三個面向來作討論，分別是個人脈絡、社會脈絡、實體脈絡，而學習就是再這三種脈絡交互作用下的過程與結果。個人脈絡指的是學習者在整個學習的情境當中，因為個人的特性而在當下學習所引發的一些行為或態度，如個人的動機、歷程、記憶、知識檢索與轉換。社會脈絡指的是學習者在學習時受到社會的活動，像是親子、師生、同儕互動都會影響。而實體的脈絡則是在學習者所接觸的場域或是相關實體的知識媒體的影響下所創造出來無形的氛圍或感受。

透過觀察與分析這三個脈絡可以知道學習者在博物館學習的情況，另外一項元素則是時間，這三種脈絡是在時間的序列中不斷的交互發生，將整個博物館學習的脈絡解釋的更加貼切。

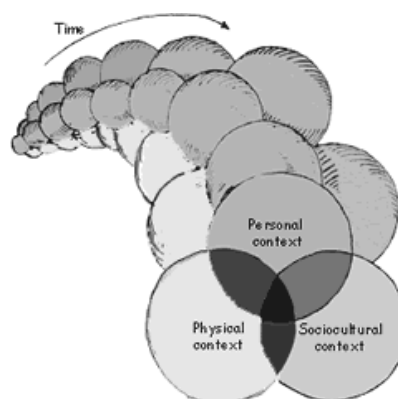


圖 1 學習的脈絡模式

2.2 行動裝置融入博物館服務應用

隨著科技的發展，行動載具博物館應用將越來越普遍，在2010 博物館科技前瞻報導(The

Horizon Report 2010 Museum Edition)報導中說明，未來行動裝置為博物館發展應用趨勢之一，也舉例出現有的應用案例：如美國自然史博物館已經提供兩種 APP(手機應用程式)，讓使用者不只可以透過 iPhone 來得到相關的展示品的內容，更可以透過社群網站將相關資訊分享給朋友。除此之外，也具備了定位功能，作為博物館參觀指引用途。其他還有波士頓的科學博物館(Museum of Science in Boston,)、紐約時尚博物館(Museum of Modern Art, NewYork)等，也都推出針對行動裝置的導覽服務，

隨著雲端技術的發展和智慧手機的普及率，行動裝置越來越輕便，智慧型手機似乎是非常適合博物館作為服務發展的應用，也因此，本研究將使用智慧型手機作為發展系統之應用工具。但除了在導覽互動外，應該真正帶給參觀者學習的意義是甚麼、如何將智慧型手機充分的融入學習，是在追求新科技的同時，博物館人員應該去思考的問題。然而過去已有些相關研究利用行動裝置融入學習應用，如合作學習、個人探索學習等，並有相關的學習成果，因此，下節也將深入探討相關研究以了解行動裝置如何更有效融入學習，發揮其效果。

2.3 行動裝置融入合作學習

合作式學習為現今教學上常用的一種教學法，其精神在於知識是由社會建構的理論，由 Vygotsky(1932)所提出的理論。因為團體中彼此之間認知的差異，透過合作的方式，彼此互相學習，達成知識的增長。而為何合作學習可以讓學習者彼此之間的學習效果如此顯著，根據李秋芳(2002)的整理，主要有兩個面向：(1)社會互賴理論(2)動機理論，社會互賴理論所強調的是團體主要是有共同的目標而組成的，透過團體以建立互相依賴的關係，而合作結果則會有正面積極的依賴，而有正面的效果；動機理論則是強調目標結構與獎勵結構，因為團體間有共同的目標，因此每個人都會盡最大的努力去完成，得到小組的酬賞，因此創造出彼此鼓勵或是社會壓力的情境提高學習的有效性。

而過去已有許多研究利用行動裝置融入合作學習來進行探索式或博物館教學，為了解相關研究

成果，以供本研究設計與評估參考，將相關研究案例整理如下表：

表 1 以行動裝置支援合作學習應用案例

作者	年份	研究內容與結果
Klopper	2005	提出以親子為使用對象的合作學習任務遊戲，任務中需要連結眾多展示資訊來探索解答，因此增加對展覽的深度與廣度，而提升學習成效。
Sancho	2008	以 CSCL 與 PBL 為基礎，架構一個合作學習活動，透過使用者角色扮演的情境遊戲，並完成任務來達成學習。強調情境融入與合作互動的機制以達成有效學習模式。
Laurillau	2004	手持裝置上的合作與互動遊戲方式，讓參觀者與參觀者之間可在基於分享的環境中達到合作學習的目的。過程中的「相互溝通」，是合作學習過程最主要的關鍵因素。強調個人探索與合作的兩階段，能同時有兩種不同學習方式的效果。
Van-Loon	2007	針對兒童設計以展場為相關主題的任務遊戲，透過遊戲減少小孩的學習負擔，增加趣味性，並以合作學習方式促進團體內的成員合作促進社交互動。
Schroyen	2009	以使用者為中心，進行設計合作式遊戲學習。以社交互動、創造合作學習契機、幽默內容能創造出良好的學習經驗與成果。

2.4 學習評估

在學習評估方面，以行動學習評估面向而言，宋曜廷(2006)整理過去研究認為以往研究多以觀察法或晤談法來瞭解使用者的參訪行為，這種評估的方法有待加強，其認為應該採用質與量整合研究方法，甚至有對照組的比較。在內容部分，除探討基本功能與使用者注意力層次外，對於其注意力、虛擬空間與真實空間上的移轉以及高層次的學習效果也應有所探討。另外在博物館的學習歷程、結果、情意與認知的向度也是觀察的重要變項。

此外，在合作學習部分，也有部分的研究以前後測的方式了解學生的學習效果，以問卷訪談的方式了解學生情意部分，是否符合研究者期待。

目前本研究上屬於先期測試，且行動載具數量有限，無法大量做使用、對照組測試。因此僅以少量多次測試並以問卷方式了解學生的情意、認知與技能，並用現場觀察與深入訪談方式，了解其在各學習理論的面向所帶來的影響，期望運用質與量

的方式幫助了解學習的過程以及改進之處。

3.系統發展與使用情境

總結過去的相關研究案例，都以合作學習為基礎，設計互動內容，如遊戲、任務或為解決問題方式，並強調合作機制且如果能將個人探索與合作機制學習融入其中，亦能在學習中擁有不同效果，讓個人探索可以累積知識，再利用協力合作階段來進行討論學習。因此，將任務其分成兩階段，分別是分工探索與協力合作，並利用智慧型手機來當作存取介面，利用遊戲方式進行以達到寓教於樂功能。本節將針對協力式探索做相關簡介。

3.1 學習服務架構

學習服務架構請參照圖 2：參觀前，主要參觀者由筆記型電腦或個人電腦進行任務的承接與組成團隊；參觀中，藉由智慧型手機與展場的無線網路的基地台進行連線，並開始協力探索的應用程式進行闖關的動作；參觀後則是利用電腦或筆電進行社群的討論分享。

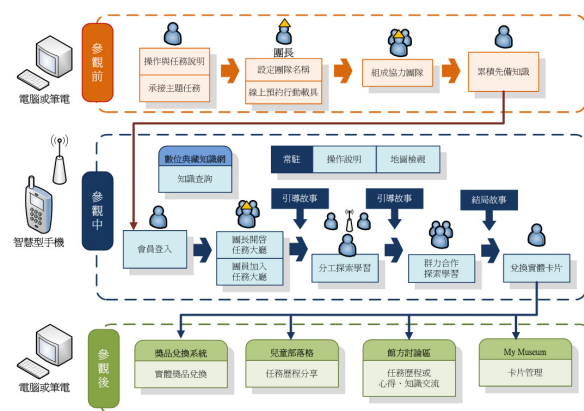


圖 2 學習服務架構圖

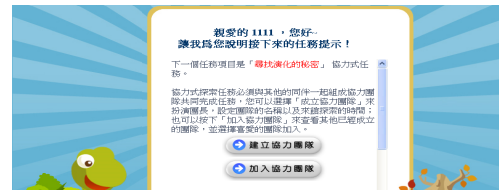
3.2 學習情境與流程展示

協力式探索任務主要分成三個階段：參觀前、參觀中與參觀後，以下以情境描述來做說明：

3.2.1 參觀前：承接任務與建立團隊

Felix 在兒童數位博物館中承接了『幫幫小暴龍!!』協力式探索任務，並在線上建立團隊，且找尋志同道合的好友 David、John、Ivan 共同組成協力式團隊。確認建立團隊後開始預約來館闖關的時間。(如圖 3)

任務名稱	難度等級	任務說明	任務狀態
協力式任務之協助預約的載具	第 1 級	任務說明	已經承接
印刷	第 1 級	任務說明	我要承接
探索任務考試	第 1 級	任務說明	已經承接
搶票任務考試	第 1 級	任務說明	我要承接



3.2.2 參觀中：

(1)報到取得載具，登入闖關

闖關當天，Felix 與其他三位隊員一起到達科博館，向服務人員租借智慧型手機後，開始進行闖關任務。(如圖 4)



圖 4 手機系統畫面 - 登入闖關

(2)分工探索(知識累積階段)：

Felix 團隊首先必須在系統提供的 6 道一般挑戰題及 6 道內容含有多媒體、遊戲的特殊挑戰題中挑選自己感到興趣的題目。夥伴完成的題目分配，即開始分頭進行分工探索恐龍廳並進行答題。每答對後，會得到寶物與分數。寶物為進行下一階段任務所需要的元素。Felix 團隊可在系統內的「團隊狀態」功能得知目前團隊夥伴的答題狀態。(如圖 5)

(3)培養生物(協力合作階段)：

完成上一階段後，Felix 團隊必須利用上一階段答題所得到的元素，共同孵化生物(小暴龍)，必須從第一階段中所取的知識線索，分辨哪些元素



圖 5 手機系統畫面 - 分工探索作答

適合暴龍生長，將元素加在小暴龍生長的环境中。成功孵化小暴龍後，即完成任務，可以得到兒童數位博物館中的『恐龍卡』與『聲望值』。(如圖 6)最後系統即時將『成功孵化小暴龍』的畫面傳送至兒童部落格。



圖 6 手機系統畫面 - 培養生物

(4) 歸還載具：

Felix 與其他三位隊員將智慧型手機歸還服務人員後，即完成了館內探索式任務的流程

3.2.3 參觀後：



圖 7 系統畫面 - 兒童部落格畫面

回家後，Felix 與其他三位隊員登入兒童數位博物館，會發現自己得到聲望值與恐龍卡，並利用這些寶物，讓自己的虛擬人物換裝備。另外，在兒

童部落格上看到他們共同完成的孵化小暴龍的畫面，並各自開心地在部落格上留言討論。(如圖 7)

4.先期試用與評估

4.1 測試方式

本研究對外公開徵求測試者，共找來五組測試學生，五組學生裡最小 2 年級，最大 9 年級，測試者男女分別占全部的 65%、35%，各組資料如表所示。

表 2 測試者基本資料描述

組別	年齡分布	性別分布
第一組	都為 4 年級	4 女
第二組	都為 6 年級	4 男
第三組	最小 4 年級，最高 6 年級	3 男 1 女
第四組	最小 3 年級，最高 9 年級	4 男
第五組	最小 2 年級，最高 7 年級	2 女 2 男

測試方式，主要為測試參觀中的協力式的闖關活動，小朋友取得載具-智慧型手機後，到科博館的恐龍廳進行探索活動。進行探索活動期間，由研究人員進行拍照與相關問題協助，待活動結束後，進行問卷與訪談。

4.2.問卷與訪談結果

4.2.1 學習內涵分析

問卷題目分別針對受測學生對於協力式探索任務的學習內涵(情意、認知與技能面向)進行問卷調查並使用李克特五點量表進行調查，其各面向 Cronbach's α 分別為：0.80、0.76、0.68，為有效問卷。各面向的平均數與標準差如表 3、4、5。

表 3 情意題目與結果

題項	題目	平均數	標準差
1.1	我認為這次在科博館學習是很有趣的	4.91	0.29
1.2	我認為這次在科學很學習是很棒的	4.91	0.29
1.3	我認為這次在科博館學習是很特別的	4.83	0.39
1.4	我喜歡這次科博館學習的方式	4.82	0.39
1.5	經過這次科博館學習後，我比較喜歡自然科學的東西。	4.48	0.59
1.6	這樣科博館學習和有導覽人員解說比起來比較沒壓力。	4.74	0.45
1.7	我喜歡利用手機闖關遊戲的方式和同	4.74	0.45

	學一起玩遊戲來做學習。		
--	-------------	--	--

表 4 認知題目與結果

題項	題目	平均數	標準差
2.1	透過共同探索與討論後我可以知道每個展示品之間彼此之間的關係，例如環境的變化與植物、動物演進是有相關聯的。	4.65	0.71
2.2	利用手機的闖關題目來學習，我們更能夠和展場作互動來了解展場的知識。	4.83	0.49
2.3	我認為這次學習方式是可以幫助我們來科博館導覽學習的，並且得到知識，如地球上的生命和起源、恐龍的相關知識。	4.7	0.56

表 5 技能題目與結果

題項	題目	平均數	標準差
3.1	我認為這次學習的方式，很有方向，我可以清楚知道自己在做什麼，在學習哪一個區塊，也知道接下來要怎麼做。	4.36	0.73
3.2	我認為這次學習的方式，利用和同學的討論，讓我們更有方向，能夠解決問題。	4.74	0.45

從上表結果來看，在情意的部分，小朋友喜歡運用新科技來學習，對於他們來說是有興趣、有吸引力；在認知的部分，小朋友認為他們有學習到，是有學習的效果，在訪談的過程中，測試者大多也認為自己在學習而非進行遊戲；在技能的部分，小朋友還是認為可以透過討論或觀察去解決問題，但比起情意與認知來說，卻比較不肯定，標準差也與情意與認知相較起來大一些。

4.2.2 觀察與訪談結果分析

4.2.2.1 博物館學習理論實踐

以博物館學習理論的學習脈絡模式(CML)來做觀察與分析，研究發現在個人脈絡方面，以個人而言，透過智慧型手機的協力式遊戲幫助小朋友更加融入學習，當他答對題目時，會獲得成就感，提升個人學習的興趣與動機。

在社會脈絡而言，小朋友喜歡結伴同行共同

解決問題是觀察到比較普遍的現象如圖 8。透過互相的討論的確可以加速回答的速度與學習到知識。要注意的是，避免年齡差距太大的群體互動或是還有不認識的群體，容易造成溝通上的不良，並且難以引起平等的互動。大部分互動良好的是年紀較相近且認識的同學。



圖 8 探索過程中結伴同行的狀況

在實體脈絡而言，透過智慧型手機的協力式探索導覽方式的確可以讓他們與展場產生更多互動，更主動與積極的去檢視展品與解說牌。

4.2.2.2 智慧型手機與行動學習應用

小朋友在接觸智慧型手機時，會有很多好奇心與新鮮感。智慧型手機對他們而言，是一個多功能的工具，不只是學習，也具備其他娛樂功能，在測試過程中，小朋友除了使用協力式任務外，如有需要等待過程，會利用手機上網、玩遊戲等功能，因此推測，這也是小朋友覺得好玩的原因之一。

另外在進行遊戲式學習任務時，系統的操作的流暢度都會影響小朋友的注意力，當等待時間超過 2 分鐘，小朋友就會開始不耐煩。網路的穩定性與畫面的字的大小，都是測試者很關注的問題，甚至有些小朋友也提議說，如果能改為用畫面較大的平板電腦闖關會更好。

4.2.2.3 合作探索學習與遊戲機制

對於合作學習而言，在分工探索階段，大部分的都會兩兩一起行動，原因為可以互相幫忙，且科博館場地較大，一起行動會比較有安全感，不易迷路。而第一階段的題目，對於年齡較大的小朋友而言，皆表示比較簡單。第一階段合作的情況在團體的年齡相近且認識時，合作解決問題最明顯，像

第一與第二組。而三、四、五組有些年紀差距較大，年紀較小會有被孤立的感覺，其中第三組，因為大部分的年紀較長的男生會主導了問題的解答和題目，導致最年齡小男生說因為無法加入年紀較大的男生討論中，而沒有參與感。

而在孵化小暴龍階段，因為第一次在加入元素時，合作的討論比較不明顯，隨著錯誤的次數討論會越來越激烈，但也需要小心，因為兒童較無耐心，無法嘗試太多次錯誤，會失去耐心。

對整體遊戲而言，本遊戲兩階段難易差距太大，在訪談時，測試者也建議兩階段應該盡量讓其相關度高，並且運用任務的機制，讓團隊有共同目標去完成任務，且在完成任務後的獎勵機制，分數、恐龍卡、聲望值等機制，的確會讓小朋友專注且謹慎進行活動，在進行的過程當中，小朋友們會確認答案後才進行答題動作。

5. 結論與未來發展建議

總結文獻探討與研究結果，科博館的協力式探索任務的確對於小朋友在學習有正面的效果，不管是在情意、認知與技能方面，在協力式探索任務中也的確發展出合作式學習的效果，只是需要在一些方面注意並改進，以下將針對幾個面向分別進行探討與建議。

5.1 行動載具與探索環境

在使用行動載具方面，介面設計應盡量簡單清楚且字體應盡量放大，如能運用畫面較大的行動載具如平板電腦小朋友會更容易接受也更喜歡。

因為協力式探索任務為在展場的無線網路(Wifi)環境進行探索，所以探索環境應該盡量能有強且廣的網路訊號，且避免讓使用者在使用手機時因為網路斷線而造成任務中斷，尤其任務所需探索的展示品附近應有較強的網路訊號，讓小朋友不用配合網路的強弱在展品旁就可以做回答，減低小朋友因為網路不穩而引起的不耐與焦慮感。

5.2 合作探索學習與遊戲任務機制

透過本系統的機制與設計，各團隊都能利用智慧型手機系統展示，能夠同步看到共同的目標與任

務進度的資訊以協助團隊協調事項與分配。在分工探索階段，大部分的團隊會兩兩行動，互相幫忙協助解決問題。透過此階段的設計，能夠幫助使用者累積知識以解決第二階段的問題。但受測者也反應兩階段題目之相關性應再加強，以幫助第二階段解決問題能力提升。另外，劇情式遊戲，使受測者皆以劇情與畫面做為溝通基礎，在無形中促成合作學習，讓受測者更加融入合作學習的氛圍。

另外也有受測者家長認為可以加入限時的機制會更刺激好玩，但考慮安全問題，建議以不激烈的競爭方式，如計時，越快答對的分數越高，讓團隊有時間壓力去完成任務。

在設計學習任務機制上，任務重點應在展品的學習探索與討論上，應避免受測者花太多時間在智慧型手機，而不至失去學習任務的焦點。機制上，整體流程順利測試約 2 個小時，當超過 2 小時，受測者因站立太久造成腿酸，開始不耐煩，並且注意力則會開始渙散。

5.3 使用對象與探索團隊組成

進行合作探索的對象，目前的探索式任務題目，建議以國小三年級以上，到國小六年級最為合適，原因為訪談中，國中生們對於第一階段的問題，普遍認為過於簡單，且觀察其使用動機並未像國小生那麼積極。如果未來想針對國中生來做推廣，可考慮改變第一階段題目難度，其他不變，以了解如何提高國中生的動機與情意，並用深入訪談了解原因。

另外團隊的組成，如果團隊都為兒童，建議年齡不要差距太大，最好 1-2 歲即可，避免有第一階段與第二階段有孤立的現象。另外最後訪談時，也有測試者希望以親子方式來做協力式闖關，但如果為親子方式闖關，則需重新調整其機制，避免主導權都在家長手上，且需要再做一些實驗以了解，親子的方式與同儕方式有何不同，避免造成兒童在家長協同探險時，會承受太多來自家長的壓力。

5.4 未來發展建議

雖然國內過去已經相當多的研究，在類似的合作式學習上，但大部分皆為試驗性質，尚未被成

熟推廣應用。本研究希望此學習模式在未來可以變成兒童參與博物館學習的常態服務，甚至可結合特展進行推廣，成為連結虛擬網站與實體參觀環境的服務之一。透過本次先期測試了解及如何改善現有的協力式任務模式，也在此研究當中發現很多新及有趣的議題可供後續研究者繼續針對此議題探究，例如親子合作與同儕合作的不同處？對於合作學習而言，成員組成方式，才是最好的合作學習團體，能夠發揮最好的學習成效？對於兒童而言，利用智慧型手機與平板電腦導覽的優劣？諸如此類問題等，都是未來可進行的相關研究議題。最後希望藉由本研究的分享能夠作為其他博物館的相關學習服務開發的參考與借鏡。

參考文獻：

1. 宋曜廷、張國恩、于文正（2006）。〈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(1)：17-34。
2. 李秋芳（2002）。《國小高年級社會科合作行習之行動研究》。國立屏東教育大學國民教育研究所碩士論文。屏東。
3. Hsu T.Y., Ke H.R., Yang W.P. (2006a). Knowledge-based mobile learning framework for museums. *The Electronic Library*, vol.24 no.5, 635-648.
4. Hsu T.Y., Ke H.R., Yang W.P. (2006b). Unified knowledge-based content management for digital archives in museum. *The Electronic Library*, vol.24 no.1,38-49.
5. Johnson, L. (2010). *The horizon report 2010 museum edition*. Retrieved from <http://www.nmc.org/pdf/2010-Horizon-Report-Museum.pdf>。
6. John H.F., J. & Lynn D. D. (1992). *The museum experience*. Washington, DC: Whalesback Books.
7. Klopfer, E., Perry, J., Squire, K., and Jan, M-F. (2005). *Mystery at the Museum – A Collaborative Game for Museum Education*. Proceedings of conference on Computer support for collaborative learning: learning 2005: the next 10 years!, Taipei, Taiwan.
8. Laurillau, Y., and Paternò, F. (2004). Support Museum Co-Visits Using Mobile Device. *Mobile Human-Computer Interaction - MobileHCI 2004*, Vol.3160, pp.451-455.
9. Sancho, P., Fuentes-Fernández, R., and Fernández-Manjón, B. (2008). NUCLEO: Adaptive Computer Supported Collaborative Learning in a Role Game Based Scenario, *Proceedings of the 2008 Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, Washington, DC, USA.
10. Schroyen, J., Luyten, K., Gabriëls, K., Robert, K., Teunkens, D., Coninx, K., Flerackers, E., and Manshoven, E.(2009). The Design of Context-Specific Educational Mobile Games, *Proceedings of the Conference in Museums and the Web 2009*, Indianapolis, Indiana, United States.
11. Van-Loon, H., Gabriëls, K., Luyten, K., Teunkens, D., Robert, K., and Coninx, K.(2007). Supporting Social Interaction: A Collaborative Trading Game on PDA, *Proceedings of the Conference in Museums and the Web 2007*, San Francisco, California, United States, 11-14.
12. Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.(Original work published 1932)

致謝

本研究由國科會計畫 NSC 99-2631-H-178-006「虛實整合數位典藏教育品牌經營與行銷計畫」補助支持，特此誌謝。