

博物館虛實整合科普教育應用與推廣 服務模式——以融入小學課程主題之 虛實整合行動學習為例

徐典裕¹、王蕙涵²、郭凡瑞³

摘要

博物館已成為現代社會大眾公共學習與生活的空間，更是學校教育延伸學習的最佳場域。近年來，國內外博物館相繼應用資訊與通訊科技發展應用於雲端與展場之虛實整合學習服務，使博物館成為社會大眾終身學習及學校教育無所不在的新世代學習環境。本研究旨在配合小學主題課程教學，由博物館專業人員及學校教師群共同合作，整合博物館數位與實體學習資源，結合並善用實體與數位學習資源兩者優勢，發展融合實體展場行動探索及數位輔助學習之虛 (virtual) 和實 (physical) 整合行動學習模式，落實博物館成為連結與拓展學校正規教育之延伸學習場域與科普教育資源，以提昇學生學校主題課程的學習成效。本研究配合小學自然科課程「探索植物」主題需求，整合國立自然科學博物館實體與數位學習資源，規劃設計歷時 1 天之虛實整合行動學習體驗活動，總計有 20 個學校 308 名國小學生參加，透過博物館專業人員提供展示主題先備知識導覽解說與行動學習系統操作說明後，學生使用行動電腦於展場進行由老師事先分派之一連串的學習任務導引、展示物件探索與觀察及問題思考、解決與回應，活動結束後應用總體學習成果 (GLOs) 評估學生整體學習成效及老師對此教學模式的回饋。研究結果發現學生在經歷過博物館的主題教學後，總體學習成果中各面向調查結果，老師與學生皆肯定此學習模式。印證此學習模式，能夠強化博物館與學校課程教學的連結，並可提昇學生學習自然科課程的樂趣、學習成效及學習態度。本研究虛實整合行動悠遊學習服務，除針對中小學師生外，將擴及親子兒童、一般大眾及創新科技使用族群，落實國家 12 年國教及大眾科學素養與科學生活化。

關鍵詞：虛實整合、博物館學習、科普教育、行動學習、總體學習成果

¹ E-mail: dan@mail.nmns.edu.tw

² E-mail: doggaspard@gmail.com

³ E-mail: revonkuo@gmail.com

前言

博物館具創造與傳播知識及故事的特質，是當代社會最重要的公共生活與學習空間 (Falk, 2009)。博物館因擁有豐富的典藏品與研究專業及活潑趣味的展示科教活動，長期以來是學校延伸教學最受歡迎的應用資源之一，為具體實踐教育基本功能並提昇教育社會價值與影響力，學校教育推廣服務也成為國內外博物館極為重視的一環。近年來，數位博物館成為博物館整合資訊、通訊及數位科技融入學校教育及大眾終身學習應用推廣的重要發展議題 (Din and Hecht, 2007)。國立自然科學博物館（以下簡稱科博館）參與國科會數位典藏國家型科技計畫一、二期計畫歷經 10 年，精選本館豐富蒐藏中具教育、研究及經濟價值之自然與人文典藏資源加以數位化及知識化，並導入以知識管理及內容管理為核心之統整式知識內容建構、管理、增值及傳播平臺，提供跨領域、跨學門及跨計畫間專業同仁，在整體自然與人文知識體系下，依共同作業流程及標準規範，運用多層式表達及可再利用知識結構，建構自然與人文典藏知識庫 (Hsu et al., 2006)。並整合實體博物館科學教育及特展與常設展展示資源，構成全館典藏、展示及科學教育跨領域知識網。為落實推廣到位讓學校師生及社會大眾能近用並分享數位典藏與學習成果，進而利用跨領域典藏知識庫及知識網內容，發展多元教育增值內容及服務，建構自然與人文數位博物館、兒童數位博物館及小學學習資源網等分眾入口網站，透過無遠弗屆不受時空限制的網路博物館，將科博館最珍貴的典藏、展示及科教資源，傳播到家庭、學校及網路服務可及的每一角落 (徐典裕, 2011)。在全球行動生活化的潮流中，科博館為因應科技使用族群需求，數位博物館也朝向行動化應用發展，串聯網路虛

擬與實體展場 (physical space) 學習空間，發展各種具創新性悠遊於雲端與實體展場之無所不在行動學習服務 (Barry, 2006; Beasley and Beveridge, 2010)。因此，博物館創新資訊科技在教育應用並非僅限於雲端網路世界，也不是要取代實體博物館的展示物件及教育活動，而是發揮媒介、輔助及延伸學習的功能，進而結合數位博物館與實體博物館的擅長與優勢，以虛實整合思維創造各種結合博物館教育特質及學習者為需求導向之教育內容及服務。

過去研究指出，學校正規教育以傳統的教學方式為主，傳統的教學方式被定義為以教師為中心的模式進行教學，而學生則是扮演接收資訊的角色。在傳統的教學方式中，具有優點和缺點。在優點方面：一、給予教學者機會讓學生可以接觸到未發行或是現成的教學資源；二、允許教學者可以精準的決定課程目標、內容、組織、進度還有呈現方式。在缺點方面：一、將學生置於被動而不是主動的角色，造成學生學習上的阻礙；二、教學者必須有意識地去努力瞭解學生的問題，並且在沒有口頭回饋的情況下瞭解學生對於教學內容的理解程度 (Dreyfus and Dreyfus, 1984; Tutunea et al., 2009)。

隨著網際網路的成熟與行動科技的發展，博物館結合網路學習 (web-based learning) (Vandi, 2011; Haworth and Williams, 2012; Schultz, 2013) 與行動學習 (Chiou et al., 2010; Dong, et al., 2011; Chen and Huang, 2012) 的學習模式也日漸增多。然而，有學者提出博物館學習與學校正規課程整合的重要性 (于瑞珍、何妙桂, 2011)，例如，Talboys (2011) 指出博物館進行教育推廣服務時，首要之務即是迎合正規教育的需求。但是，過去研究 (Wishart and Triggs, 2010; Freitas and Bentley, 2012; Jones et al., 2013) 也指出博物館教育資源支援學校課程教學仍存在下列幾個問題：

一、過去博物館針對學生設計一系列到校戶外教學實體或數位學習單、數位學習及行動學習內容與系統，大都未能契合學校教學目標及課程需求進行設計，而多以博物館教育推廣為出發點進行單方面規劃及設計。因此，無論是傳統或數位學習內容及學習活動與學校課程幾乎脫鉤而缺乏連結，未能達成館校教育資源整合以支援學校延伸學習的目標。二、博物館學習服務或學習活動，未能以博物館學習核心思維為出發，有效統整與串聯實體展場與數位學習或行動學習資源，造成數位與實體學習資源分散且獨立應用，因而未能整合善用實體蒐藏及展示物件與數位學習資源兩者的教育優勢，發展符合學校教育需求之虛實整合創新學習模式。三、過去博物館數位學習或行動學習服務設計與發展及學習活動實施與評估，未能導入或引用以博物館為學習場域之學習者為中心，所發展之學習成效評估模式。

因此，為解決上述問題，本研究試圖提出融入小學課程主題之虛實整合行動學習模式，善用博物館實體展場與數位學習之各別優勢，整合高連結度及跨領域之實體展示及數位學習資源融入小學課程主題，能夠有效延伸及拓展學生正規教育的學習資源與學習空間，以具體實現博物館成為連結與延伸學校正規教育 (formal education) 之學習場域與資源，使博物館實體及數位教育與學校教育緊密結合，於活動結束後應用「總體學習成果」(Generic Learning Outcomes, 簡稱 GLOs) 評估學生整體學習成效及老師對此教學模式的回饋與建議，以瞭解學生對自然科之學習態度及學習成效。

從建構「發展創新學習環境」及「營塑獨特教育品牌」的新世代博物館出發，博物館必須善用數位博物館或實體博物館的各別優勢與價值。整合兩大服務空間之跨領域知識內容、增值服務及使用，建

立統整式之知識內容建構管理、增值再利用及推廣行銷之永續發展模式，本研究發展虛實整合教育應用推廣服務模式，從整合蒐藏、研究、展示及教育跨領域知識內容為核心，進而將數位博物館及實體博物館各種增值服務加以串聯，提供社會大眾、家庭親子、老師學生及學術研究等各類分眾族群個人化及社群化的創新學習與體驗服務，發展融合人文、科技、教育與生活之新世代博物館。

文獻探討

一、博物館與學校教育

博物館教育發展與實行已有很長的歷史 (Hooper-Greenhill, 1994; Roberts, 1997; Hein, 1998)。在博物館的實體展場中，展示了豐富的蒐藏，也提供物件、互動、解說員等多項學習資源，因此自 18 世紀至今，參觀博物館一直是學校教育最重要的課外活動 (Hein, 1998)，其教育的功能及地位已愈來愈重要。博物館本身具有社會終身教育功能，並提供中小學學生校外學習的場地。先前的研究指出博物館強化了科學的知識與學習，可以提昇科學學習與加強、豐富學校的科學教育，實體博物館對所有的學習者來說皆扮演了一個重要的角色，他們可以激發學生對於科學的興趣，並且提供學生有更多的機會做更深入、更廣泛的參與。因此，博物館有機會成為所有學習者提昇科學教育品質的關鍵角色 (Wunar and Kowrach, 2014)。

近年來，隨著資訊科技成熟發展，學校學習方式也逐漸從傳統課堂學習 (traditional learning) 轉為數位學習 (e-learning) 來輔助教學，藉由數位學習平臺將教學內容傳達給每位學習者，並隨時更新擴充教學內容，而學習者也由被動接收轉為主動求取知識。然而，隨著資訊科技的進步，人們很快的將會生活在充滿電腦網路

和行動裝置的環境中，促進行動學習實踐 (mobile learning: m-learning)，幫助學生在任何時間地點都能獲得學習資料 (徐典裕, 2009; Tutunea et al., 2009; Crescente and Lee, 2011; Elias, 2011)。因此目前亦有老師將行動學習導入學校課程中，藉由行動載具對課程內容進行學習 (Chang et al., 2011; Sung et al., 2014)。

二、學校教育與行動學習應用

隨著日新月異的資訊科技及網路蓬勃的成熟發展，教與學將不再被侷限於傳統教室中 (Marold et al., 2000; Zhang and Nunamaker, 2003)，意即學習模式、教材內容與教學目標等正在快速轉變，數位學習已經成為另一種重要的教學方式。除了教育制度之外，資訊科技和通訊的改變也會對學習過程造成影響 (Zhang and Nunamaker, 2003; Bejjar and Boujelbene, 2014)。因此，學習者與教學內容、教學工具和教師等之間的關係也逐漸不同，學習不再需要綁在電腦前面，更不局限在教室中。

近年來，隨著行動載具與通訊設備的發展，行動學習也逐漸成為正式教育教學方法之一，其相關研究也日益增加。在過去 10 年中，行動學習已經從一個次要的研究興趣，進而發展為在學校、工作場所、博物館、城市與鄉村區域間的全球性重要計畫 (Sharples et al., 2009)。對行動學習的期望亦同，讓科技能更無縫地為人的學習需求服務。對學生而言，透過手中行動載具進行隨時隨地的連線學習方式，已成為可大幅改善學習成效的潛力學習模式 (Jacobs, 2013)。行動學習透過無線行動技術提供任何人在任何時間任何地點存取所需資訊及學習內容，因而利用行動設備及應用服務來拓展並提昇各使用者族群的學習經驗已是不可抵擋的發展趨勢，也很快的被應用到 12 年國教。行動學習使用行動載具除了具有移動的特性，讓學習

者能在無線網路環境下，使用輕便的行動學習裝置結合真實環境來進行學習。雖然行動學習的優點能帶給學生在真實情境下學習，但是學習資源通常僅限於學校校園區域，無法更進一步深入探究學習 (Chen et al., 2003; Chen and Huang, 2012)。因此，如何結合外界教育資源提昇學習深度與廣度為一重要課題。

三、博物館虛實整合學習與學校教育

當行動科技隨著網路通訊能力提昇，逐步實現個人化生活與學習環境，博物館也必須藉以轉變提供觀眾體驗環境及方式，並重新定位與大眾的互動關係。過去博物館行動導覽內容的設計，大多以達到協助學習者瞭解館內展覽的內容，亦即透過導覽系統能夠讓參訪者和館內的展覽有更深刻的體驗。然而過去博物館針對學生所設計一系列到校戶外教學實體或數位學習單、數位學習及行動學習內容與系統等，大都未能契合學校教學目標及課程需求進行設計，且多以博物館教育推廣為出發點進行單方片面的規劃及設計 (Hwang et al., 2009; Robles-Ortega et al., 2012; Chang et al., 2011)。因此，無論是傳統或數位學習內容及學習活動與學校課程幾乎脫鉤而缺乏連結，造成數位與實體學習資源分散且獨立應用，無法整合與善用實體蒐藏及展示物件與數位學習資源兩者的教育優勢 (Barry, 2006; Marty, 2006; Griffin, 2007; Beasley and Beveridge, 2010)。因此，本研究試圖提出融入小學課程主題之虛實整合行動學習模式，以符合學校教育需求。據此，本研究所提之行動學習系統 (virtual and physical mobile learning system) 及內容之分析、設計、開發、實施及評估過程，由博物館專業人員聯合小學教師群共同合作，以結合小學主題課程為出發點，發展融合博物館展場實體展示資源之探索觀察，及數位輔助學習內容設計之

虛 (virtual) 和實 (physical) 整合行動學習模式，整合並善用實體與數位學習資源兩者優勢，落實博物館成為連結與拓展學校正規教育之延伸學習場域與科普教育資源，以提昇學生學校主題課程的學習成效。

四、總體學習成果 (GLOs)

過去博物館在導入數位學習或行動學習應用服務設計及活動實施與評估，未能導入或引用於博物館學習場域以學習者為中心所發展之學習成效評估模式，因而造成學習成效評估方法適切性及表達評估結果之可信度 (王啟祥, 2008)。總體學習成果專門被開發來探究解析非正規教育學習體驗與活動成效的相關構面 (Hooper-Greenhill et al., 2002; Vavoula et al., 2009; Graham, 2013)，過去許多研究專案都已證實總體學習成果架構的強韌性與調適性，可用於評估博物館教育的影響及啟發思考未來發展 (Vavoula et al., 2009)。

本研究以博物館學習為核心思維，採用由英國「博物館、圖書館與檔案館委員會」(Museums, Libraries and Archives Council, 簡稱 MLA) 的學習影響研究計畫發展的總體學習成果模式來評量學生在博物館等非制式學習機構的學習成效。總體學習成果模式包含 5 個構面：(一) 知識與理解 (knowledge and understanding)，包含學習到新的知識，或是舊有的知識有新的用法，跨領域的知識或理解增加或是與其他領域知識做跨領域的連結；另外亦包含發現更多如何運用博物館、檔案館、圖書館等的資訊。(二) 技能 (skills)，包含基本技能、知識的技能、資訊整理技能、社交技能、情感技能、溝通技能、專業技能等的增進。(三) 態度與價值觀 (attitudes and values)，對自身、其他人事物等看法、觀念及見解的轉變，有不一樣的想法。(四) 愉悅、啟發及創造力 (enjoyment, inspiration and creativity)，對於學習過程感到愉

快、有趣並能啟發一些事物，與創意的展現或發想。(五) 行動、行為與進步 (action, behavior and progression)，在工作、學習、家庭社區等情境的轉變，而有進一步的學習行為或行動 (MLA, 2008)。總體學習成果已經被一些博物館用來評估觀眾參與學習活動或參觀展示的學習成效，但卻少被用來評估博物館中的行動學習服務。將行動學習視為博物館學習結合教育科技的延伸應用，總體學習成果的評估構面可被用來檢視行動學習在博物館創新科技應用的影響 (Vavoula et al., 2009)。

為進一步強化本研究應用總體學習成果評估應用科學博物館中行動學習活動的適切性，擬藉由分析由美國國家科學基金會及國家研究委員會提出應用於非正規學習場域科學教育學習成果評估的兩份探討文件 (Diamond et al., 2009)。兩個機構提供評估非正規學習成果非常有用的架構，包括分別由英國國家科學基金會 (Friedman, 2008) 及國家研究委員會 (National Research Council, 2009) 提出兩份非常有用的報告用來鑑別非正規學習成果，包括：認知或知識、參與或興趣、態度、行為與技能等構面，以上學習成果評估構面都可對應並涵括於總體學習成果中的五大構面。足見本研究適合採用總體學習成果在科學博物館中，檢視融入學校主題課程的延伸教學之虛實整合行動學習服務模式總體學習成果之適切性。

研究方法

一、虛實整合行動學習服務模式

為建構虛和實整合行動學習模式之學習環境，本研究由博物館跨域蒐藏、展示、科教及資訊專業人員與小學教師團隊共同合作，以國小自然與生活科技領域高年級植物課程為需求，整合博物館中與課程主題具高關聯性之實體與數位學習資

源，開發融合實體展場行動探索學習活動及數位輔助學習之行動學習系統與互動學習內容。為建構以學校課程為核心之連結館校之行動學習服務模式，具體串聯館外線上 (online) 及館內 (onsite) 兩個學習場域，作為本研究整體虛實整合行動學習架構 (framework)，如圖 1 所示。為支援博物館中融合數位學習與實體展場探索觀察之虛實整合行動學習活動能順利實施，透過線上虛擬學習網站的延伸服務，提供老師來館前學習活動預約與學生學習任務分派之前置準備作業，以及離館後與學生交流分享整個在博物館中進行的行動學習歷程。學生於博物館實體展場進行之虛實整合行動學習互動環境，實體展場提供學生使用平板電腦連結行動學習系統，依老師指派學習任務在展場進行一連串數位互動學習與觀察實體展示物件的虛實融合的探索學習歷程。學習活動結束後應用總體學

習成果評估學生整體學習成果，及老師對此教學模式的回饋與建議。

二、虛實整合行動學習系統與內容設計

為支援虛實整合行動學習活動之實施，本研究開發行動學習系統與學習內容，提供老師在學校進行學習活動前預約及學習活動後學習成果下載與分享，以及提供學生於博物館展場各展區探索過程之學習任務與內容之建構與管理、學習流程互動指引與學習歷程紀錄。整體行動學習流程、系統及內容設計說明如下：

(一) 行動學習流程設計

本研究於博物館進行虛實整合行動學習系統流程設計 (圖 2) 配合到館中之虛實整合行動學習活動之進行，包括來館前 (pre-visit)、到館中 (onsite-visit) 及離館後 (post-visit) 三階段。到館前老師利用「科



圖 1. 虛實整合行動學習服務模式

博教學趣」網站預約活動行程、分派學生的行動學習任務及班級學員的管理，到館中先經由博物館專業人員提供展示主題先備知識導覽解說與行動學習系統操作說明後，學生使用平板電腦透過展場無線網路環境連結行動學習系統，學生登入行動學習系統後，即可看到今日學習活動老師所預先分派的任務題目清單，點擊開啟任務題目單即可看到各探索展區之題目列表；學生接著依老師分派之學習任務及學習內容，在展場進行一連串之展示物件探索與觀察及任務問題思考、解決與回應學習活動。在執行任務的過程中，每位學生答題結果將會被記錄在個人的學習歷程檔內。待學生行動探索學習活動結束後，回到學校，老師可利用「科博教學趣」網站下載、瀏覽學生於博物館中進行的整個行動探索學習活動學習歷程，進行學習歷程檢視及同儕間學習成果交流與分享。

(二) 行動學習系統

整體行動學習系統功能模組包括提供學生互動學習之「我的任務」、「進度查詢」、「瀏覽地圖」、「學習歷程」及「學習流程」等，以及提供老師「學習活動預約」及「學習成果分享」等功能模組，如圖 3 所示。「我的任務」顯示老師分派給每位學生之學習任務展區及探索任務清單，學生進入行動學習任務清單畫面後，可點選「開啟」題目進行問題作答，題目完成後，前面方框會打勾表示已完成題目作答。「進度查詢」除了顯示學生自己的任務之外，也可從進度查詢查看其他同學的回答狀況與任務進度完成百分比。「瀏覽地圖」提供學生可隨時點選觀看目前所在的位置，以方便確認指引附近待進行探索之實體展品。「學習歷程」將學生當日所進行的所有任務過程記錄到個人學習歷程檔，「學習流程」則提供學生瀏覽當天行

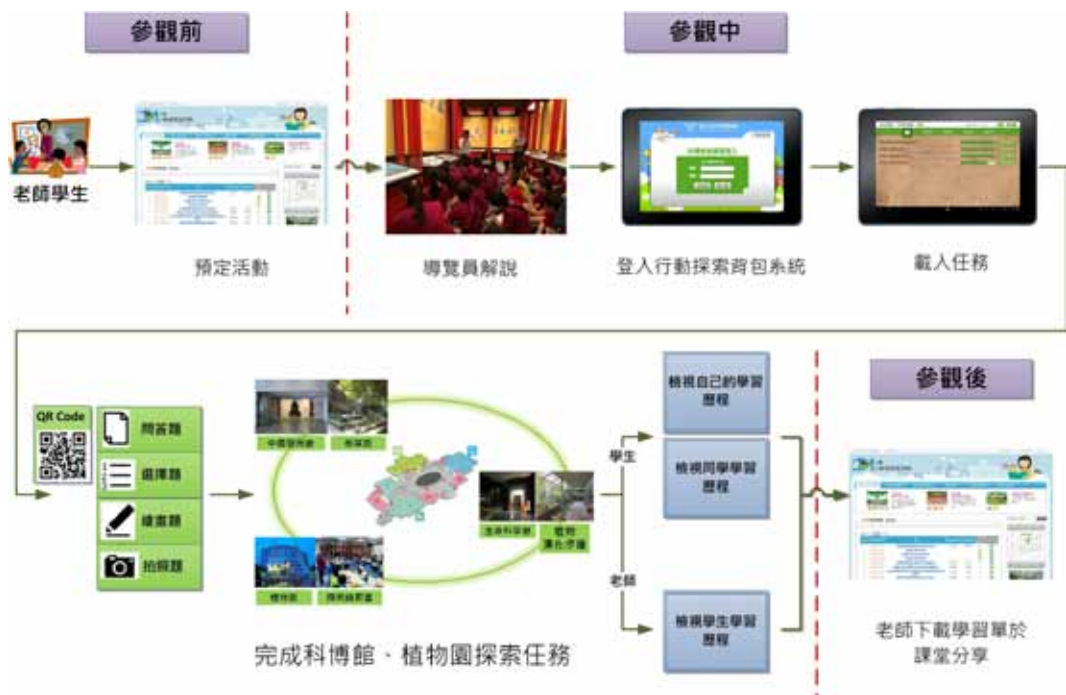


圖 2. 虛實整合行動學習流程設計



圖 3. 虛實整合行動學習系統功能介紹

動學習活動的行程時間表。另外，「科博教學趣」網站系統之「學習活動預約」提供老師來館前學習活動行程預約、學生行動學習任務分派及班級成員管理。「學習成果分享」提供老師離館後回到學校下載、瀏覽及分享行動探索學習活動學習歷程。

(三) 行動學習內容

本研究由國小自然科教師輔導團老師群與博物館科學教育人員共同合作，配合國小高年級自然與生活科技領域植物主題課程課綱之關聯性與延伸性，設計探索植物主題行動學習活動所需之學習內容，依各展區為主題單元設計對應的行動學習內容。探索植物主題行動學習活動串聯之相關實體展區，包括：生命科學廳-植物的演化、人類文化廳-中國醫藥（含藥草園）、地球環境廳-臺灣自然生態、植物園及顯微鏡觀察教室等 5 個主題展區行程。行動學習內容題型包含選擇題任務、拍照任務、繪畫任務與問答任務 4 種類型（圖 4-7），選擇題任務採單選題來選擇作答，拍照任務則需要拍下植物的特性及學習活動過程中最喜歡的植物，繪畫任務則畫出觀察到的植物儲存成作品，問答任務則依據題目描述寫下合適的答案。內容設



圖 4. 選擇題任務



圖 5. 拍照任務



圖 6. 繪畫任務

計方式是透過科博館展區探索任務指示，找到對應展品進行觀察或透過展品上的QR-Code 觸發學習內容後，逐一完成各類題型混搭之探索任務。依學習任務導引進行各展區探索，並完成電子學習單。

三、學習活動與實驗設計

配合本研究之「探索植物」行動學習活動，於科博館中進行整體活動流程（圖 8）。本研究的研究對象為國小高年級學生，來館前老師依「科博教學趣」網站預約學習活動日期，到館中在博物館進行歷時 1 天的學習活動，總計有來自臺灣中部五縣市 20 所小學 308 名國小學生參加。活動實施以班級為單位，學習活動分上、下午總共 4 個主題單元可作選擇，主題單元由老師於來館前預約當日行程並選

擇上、下午各一個主題的活動內容。上午行程有 3 個主題單元可選擇，分別是生命科學廳 - 植物的演化、人類文化廳 - 中國醫藥（含藥草園）和地球環境廳 - 臺灣自然生態。下午行程有一個主題單元，主要是在植物園中進行。在進行學習活動之前先介紹學習活動流程及系統操作說明 10 分鐘，再由科學教育導覽解說人員於展區各進行 50 分鐘與學校課程延伸學習內容及行動探索學習相關之先備知識導覽（圖 9），接著由學生依老師事先分配的學習任務，利用行動學習在展場進行一連串的展示物件探索與觀察及任務問題思考、解決與回應，學習活動進行 30 分鐘（圖 10），上、下午行程都是使用相同的行動學習系



圖 7. 問答任務



圖 9. 解說人員進行主題導覽解說（攝影／徐典裕）



圖 8. 館內虛實整合學習活動流程圖



圖 10. 學生手持行動裝置系統進行館內探索學習（攝影／徐典裕）

統，兩階段學習活動共 160 分鐘。在整體學習活動結束後，利用 20 分鐘分別讓學生及老師填寫學習成效評估問卷。

四、研究工具

本研究之「行動探索背包：探索植物學習活動問卷」設計參考總體學習成果，經邀請國內教育大學具教育科技專家學者進行問卷內容修正，以及邀請 308 名國小學生進行問卷填寫。問卷題目以李克特量表 (Likert-type) 之五等量計分方式，5、4、3、2、1 分別各代表「非常同意」、「同意」、「普通」、「不同意」及「非常不同意」。問卷分為「基本資料」、「對參加此次行動探索學習活動的看法」與「心得與建議」3 個部分，其中「對參加此次行動探索學習活動的看法」這個部分包含學生對於使用行動探索背包的評鑑量表，分為 5 個面向 25 題 (Cronbach's α 為 0.944)，包括「知識」(0.741)、「技能」(0.794)、「樂趣」(0.790)、「態度」(0.925)、「意圖」(0.756)。整體問卷信度達到 Cronbach's α 考驗所得問卷 α 係數為 0.70 以上，顯示內部一致性高，信度佳，足以支持研究結果。

研究結果與討論

問卷結果顯示在學生問卷分析的部分 (表 1)，在「對參加此次行動探索學習活動的看法」部分：「知識」(0.741) 最高的分數為 4.68，為第 4 題「這次行動探索學習活動，讓我學習到一些有趣的事物，例如：觀察植物、使用平板電腦、使用顯微鏡。」，推測原因可能是因為學生對博物館虛實整合行動學習活動主題課程感到很新鮮、有別於以往在學校課堂上的學習，在學習活動中除了專業導覽解說外，另外加入了行動探索學習及操作顯微鏡，不僅能應用所學知識來進行行動學習，更富

饒趣味性。「技能」(0.794) 最高的分數為 4.80，為第 6 題「我今天學會使用行動探索背包中的平板電腦進行學習活動，包括拍攝 QR-Code、畫畫、拍照及答題等。」，推測其原因在於行動學習的內容有 4 種不同的題型，分別是選擇題任務、拍照任務、繪畫任務與問答任務 4 種類型，能夠訓練學生作答時啟發導引各展區探索，選擇題任務及問答任務是透過閱讀展品上的說明或觀察品來解決與回應，繪畫任務與拍照任務則是與展示品互動，畫出或拍下觀察到的展品特徵，內容設計方式是透過科博館展區探索任務指示，找到對應展品進行觀察或透過展品上的 QR-Code 觸發學習內容後，逐一完成各類題型混搭之探索任務，因此能夠藉由行動載具進行互動學習。

「樂趣」(0.790) 最高的分數為 4.67，為面向之第 11 題「今天的行動探索學習活動讓我覺得到科博館學習，比在學校上課還要有趣。」，在樂趣方面，學習者認為除了系統有用性外，在使用上的樂趣也是重要且關心的，推測原因在於有別於傳統教室上課的方式，透過虛實整合行動學習活動中結合兼具知識性與趣味性的數位輔助學習工具，於展場進行探索學習並讓學習變得更加生動有趣。「態度」(0.925) 最高的分數為 4.44，為第 17 題及第 18 題「經歷這次博物館行動探索學習活動後，讓我想要知道更多自然科的知識。」及「使用科博館提供新的學習方式，讓我覺得學習自然科很重要。」，推測原因可能是因為博物館內進行虛實整合行動探索學習活動，透過活動來連結並拓展國小自然科領域課程學習範圍，因此能夠讓學生更樂於來館進行延伸學習。「意圖」(0.756) 最高的分數為 4.60，為第 21 題「我希望以後還有機會可以再來科博館使用此行動探索背包學習。」，推測其原因在於行動學習活動以行動學習來進行展場探索，提

表 1. 總體學習成果評估各構面統計結果 (N=308)

題目	平均數	標準差	變異數
知識 ($\alpha=.741$)			
1. 我覺得此行動探索學習活動，能讓我更清楚瞭解學校「教過的」知識。	4.50	.705	.497
2. 我覺得此行動探索學習活動，能讓我學到學校「沒教過的」新知識。	4.61	.687	.472
3. 我覺得此行動探索學習活動，能讓我更想更深入觀察在博物館的展示或標本。	4.61	.623	.388
4. 這次行動探索學習活動，讓我學習到一些有趣的事物，例如：觀察植物、使用平板電腦、使用顯微鏡。	4.68	.616	.380
5. 我覺得此行動探索學習活動，讓我對於「植物」有更多認識。	4.67	.548	.300
技能 ($\alpha=.794$)			
6. 我今天學會使用行動探索背包中的平板電腦進行學習活動，包括拍攝 QR-Code、畫畫、拍照及答題等。	4.80	2.935	8.614
7. 我今天學會自己在科博館裡觀察探索後，找出任務中問題的答案。	4.67	.522	.272
8. 我覺得今天行動探索學習活動，能讓我學會更深入觀察展場中的展示品或標本。	4.63	.614	.377
9. 我覺得行動探索學習活動讓我學會在博物館利用電腦輔助工具探尋問題解答的技能。	4.62	.651	.423
10. 在學習活動過程中，我能夠和小組成員共同討論並蒐集更多資料來解決問題。	4.58	.648	.420
樂趣 ($\alpha=.790$)			
11. 今天的行動探索學習活動，讓我覺得到科博館學習，比在學校上課還要有趣。	4.67	.592	.351
12. 今天的行動探索學習活動，讓我覺得比以前到科博館學習還要有趣。	4.56	.755	.570
13. 今天的行動探索學習活動，讓我對學習自然科學感到興趣。	4.46	.774	.599
14. 使用科博館的行動探索背包，讓我對博物館學習覺得有趣且能引發更豐富的思考。	4.58	.633	.400
15. 我覺得參加行動探索學習活動，能引導我用新的思考方式來觀察事物。	4.54	.722	.521
態度 ($\alpha=.925$)			
16. 今天使用科博館提供新的學習方式，讓我更喜歡自然科。	4.36	.898	.807
17. 經歷這次博物館行動探索學習活動後，讓我知道更多自然科的知識。	4.44	.852	.726
18. 使用科博館提供新的學習方式，讓我覺得學習自然科很重要。	4.44	.797	.636
19. 我覺得科博館的行動探索學習活動，讓我更喜歡到博物館學習自然科。	4.43	.847	.718
20. 經過這次科博館行動探索背包學習活動後，改變我對自然科的學習態度。	4.33	.891	.794
意圖 ($\alpha=.756$)			
21. 我希望以後還有機會可以再來科博館使用此行動探索背包學習。	4.65	.688	.473
22. 使用科博館的行動探索背包輔助學習，完全無法增進我到博物館參觀學習的意願。	4.64	.621	.386
23. 我覺得科博館的行動探索學習活動，增進我後續主動學習自然科的意願。	4.32	.887	.786
24. 我覺得使用這個方式學習，能讓我用新的思考方式來觀察事物。	4.50	.775	.600
25. 我會推薦這個學習方式給其他同學來使用。	4.44	.900	.810

供學生多元的學習方式，透過此方式能夠讓學生與展區有更深入且有趣的觀察與互動，留下深刻印象進而更喜歡來到科博館進行學習。

本研究問卷結果顯示，最高平均分數為 4.80，為「技能」面向之第 6 題「我今天學會使用行動探索背包中的平板電腦進行學習活動，包括拍攝 QR-Code、畫畫、拍照及答題等。」，在技能方面，學習者認為在使用的過程中學習到技能也是重要且關心的，推測原因在於有別於傳統教室上課的方式，透過虛實整合行動學習活動中結合兼具知識性與趣味性的數位輔助學習工具，於展場進行探索學習並讓學習變得更為生動有趣。總體平均分數為 4.55，對於此學習系統總體學習成果各個面向皆顯示學生對於此學習模式給予高度肯定。

在教師觀點問卷的分析部分，老師會帶班級學生來參加學習活動，且在學生參與的過程中，老師會從系統上看到學生的答題狀況跟小組進度，並從中觀察學生的學習狀況，活動結束後再由老師填寫「科博館行動探索背包學習活動教師觀感意見表」。問卷總共由 74 位教師填寫，問卷分為「基本資料」及「意見回饋」兩個部分；「意見回饋」的部分共有 6 題開放式問題，分別為第一題「此次帶小朋友參加科博館的行動探索背包學習活動過程中，令您印象最深刻的是什麼？」，第二題「您認為使用行動探索背包學習活動帶給學生最大的學習成效為何？」，第三題「您認為貴校若使用行動探索背包學習活動可能會遇到哪些困難？」，第四題「您認為行動探索背包學習活動是否有需要改進的地方？（例如：學習內容、預約、到館等）」，第五題「您認為科博館行動探索背包，除了『探索植物』之外，還可以開發什麼主題？」，第六題「請您不吝給予其他建議，無論是值得鼓勵的話，或是改進意見皆可唷！」。

問卷經過資料彙整與分析後，對於老師在使用行動電腦的回饋意見中，最關心的問題在第一題「此次帶小朋友參加科博館的行動探索背包學習活動過程中，令您印象最深刻的是什麼？」，有 17 名（占 23.0%）老師認為「孩子們歡樂、專注的表情。簡單的問題卻能引發孩子的興趣。」，以及 25 名（占 33.8%）老師認為「小朋友使用平板電腦主動學習與探索，為了完成任務，他們必須主動尋找答案，跟傳統上課方式差異很大。」；另外，在第二題「您認為使用行動探索背包學習活動帶給學生最大的學習成效為何？」，有 21 名（占 28.4%）老師認為「學生透過探索主動學習知識，學習的興趣與動機增加。」。從教師意見表中可看出，大多數老師對於此系統表示高度的肯定，此行動學習系統能夠搭配學校課程並結合行動學習，表示「透過實物教學，並結合探索背包，讓學習更生動」；且從學生的學習成效來看也大多表示「利用平板操作，學生會覺得很有興趣，寓教於樂，無形中提昇學習成效！」，對於學習活動都給予高度的肯定。

結論與未來發展

為具體落實數位典藏與數位學習成果融入大眾終身學習，實現虛實整合教育發展目標，科博館運用全館跨領域數位典藏知識庫，進一步加值再利用為依一般大眾、老師學生與親子兒童等各分眾使用族群之教育加值內容與服務。應用虛實整合資源統整、創新加值應用、服務串聯與推廣行銷為整體技術架構，發展結合數位博物館及實體展場，串聯網路雲端與展場學習空間之虛實整合創新加值服務，及良性循環的無所不在學習環境。為了使博物館教育資源能與學校教學更緊密結合，科博館開館以來致力成為小學科學教育紮根的

重要資源與扮演更積極及關鍵的角色。

本研究旨在整合高連結度及跨領域之實體展示及數位學習資源融入小學課程主題，以有效延伸及拓展學生正規教育的學習資源與學習空間，具體實現博物館成為連結與延伸學校正規教育之學習場域與資源，使博物館實體及數位教育與學校教育緊密結合，並提昇學生自然科之學習興趣及學習成效。

依據本研究之目的與問題，綜合研究結果與討論，本研究融入小學課程主題之虛實整合行動學習模式，數位學習內容及學習活動與學校課程能夠緊密連結，能達成館校教育資源整合以支援學校延伸學習及科普教育的目標。同時，虛實整合行動學習活動能整合館中實體展示物件與數位學習資源兩者之教育優勢，發展符合學校教育需求之虛實整合創新學習模式。此外，行動學習活動利用總體學習成果來評量學生在博物館等非制式學習機構的學習成效，從結果各面向的反應很高，可看出學生從活動中進行一連串展示物件探索與觀察及任務問題思考、解決與回應，能夠啟發學生並提昇學習成效。

本研究博物館虛實整合行動學習活動主題課程，能夠有效提昇學生在自然與生活科技學習領域之學習表現。而學生在博物館教學階段的總體學習成果的各個面向都偏正向，從問卷結果中發現可能是因為學生對博物館虛實整合行動學習活動主題課程感到很有趣、有別於以往在學校課堂上的學習。教師與學生在參與過此博物館行動學習活動後，提出幾項看法。教師認為行動學習活動主題式的行程安排可省去教師許多時間，使得教師安排校外參觀更為便利；以及博物館豐富的虛擬與實體資源都能補足教育現場教學資源不足的現象。學生則認為虛實整合行動學習活動富饒趣味性，很有吸引力；以及與展場展示品實際動手操作與體驗的部分，讓學生印

象深刻。

針對未來研究之學習內容及系統發展方向，在學習內容設計方面，目前學習單內容大多以靜態圖片、文字敘述為主，多數學生在閱讀上缺乏耐心，為了能夠引起學生作答興趣，未來建議增加互動設計，如 AR 互動、3D 動畫情境等。在館校合作及學習資源的推廣方面，未來將透過辦理主題式課程的教師研習及到校推廣活動，邀請更多國中小教師與學生參與使用，以提供科博館更多改善與建議。期望未來能夠透過不斷的開發新主題課程與擴大推廣使用對象及區域，讓館校合作模式能夠永續維運。在學習模式發展方面，未來博物館虛實整合行動學習活動課程設計，也將朝向融入自學、共學與同儕互評模式，讓學生不僅只有自我學習的部分，更能透過團隊合作達到同儕之間共同學習以及小組之間互相學習的部分。另外，目前館方已著手規劃設計串聯雲端線上及實體展場之行動悠遊學習模式，並將以此主題式虛實整合行動學習課程運用來館前、到館中、離館後模式開發與推廣模式，結合學校與博物館數位與實體的學習資源，連結館校之間的創新行動學習環境，以期博物館學習資源與學校教學達到更廣更深的連結及整合。本研究虛實整合行動悠遊學習服務，除針對中小學師生外，將擴及親子兒童、一般大眾及創新科技使用族群，開發結合雲端線上及博物館實體展場的行動探索學習服務，落實數位典藏與數位學習成果在教育多元加值應用及全民化推廣到位，建立科普教育獨特品牌及永續經營模式。未來將著力國家 12 年國教及大眾科學素養與科學生活化的提昇，結合特展、常設展及科學教育資源，發展融入學校課程及社會關注議題之主題式創新探索學習服務與體驗，建構串聯雲端與展場間的「良性循環」(virtuous cycle) 創新學習空間及分眾化與個人化永續教育服務模式。

誌謝

育計畫經費之補助，以及匿名審查者之寶貴建議，特此致謝。

本研究感謝科技部數位文創與數位教

參考文獻

- 于瑞珍、何妙桂，2011。科學博物館中學校團體參觀模式初探，*科教館學刊*，2: 120-138。
- 王啟祥，2008。博物館觀眾學習成果與影響研究的發展與啟示，*博物館學季刊*，22(4): 91-107。
- 徐典裕，2009。應用於參觀前中後之個人化行動學習服務模式，*博物館學季刊*，23(1): 97-111。
- ，2011。兒童學習網站融入遊戲因子之研究：以國立自然科學博物館兒童數位博物館為例，*博物館學季刊*，25(2): 65-91。
- Barry, A., 2006. Creating a virtuous circle between a museum's on-line and physical spaces. Paper Presented at the international conference for culture and heritage on-line, Museums and the Web 2006. Albuquerque: New Mexico.
- Beasley, S. and Beveridge, S., 2010. Smart Visit: Integrating the online and onsite experience. Paper Presented at the international conference for culture and heritage on-line, Museums and the Web 2010. Colorado: USA.
- Bejjar, M. A. and Boujelbene, Y., 2014. E-Learning and web 2.0: A couple of the 21st century advancements in higher education. *In: Pelet, J. (Ed.), 2014, E-Learning 2.0 Technologies and Web Applications in Higher Education*. Hershey, PA: Information Science Reference, 1-21. doi:10.4018/978-1-4666-4876-0.ch001.
- Chang, C. S., Chen, T. S. and Hsu, W. H., 2011. The study on integrating WebQuest with mobile learning for environmental education. *Computers & Education*, 57(1): 1228-1239.
- Chen, C. C. and Huang, T. C., 2012. Learning in a u-Museum: Developing a context-aware ubiquitous learning environment. *Computers & Education*, 59(3): 873-883.
- Chen, Y. S., Kao, T. C. and Sheu, J. P., 2003. A mobile learning system for scaffolding bird watching learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19(1): 347-359.
- Chiou, C. K., Tseng, J. C. R., Hwang, G. J. and Heller, S., 2010. An adaptive navigation support system for conducting context-aware ubiquitous learning in museums. *Computers & Education*, 55: 834-845.
- Crescente, M. L. and Lee, D., 2011. Critical issues of m-learning: Design models, adoption processes, and future trends. *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*, 28(2): 111-123.
- Diamond, J., Luke, J. J. and Uttal, D. H., 2009. *Practical Evaluation Guide: Tools for Museums and Other Educational Settings* (2nd ed.). Plymouth: AltaMira.
- Din, H. and Hecht, P. (Eds.), 2007. *The Digital Museum: A Think Guide*. American Association of Museums.

- Dong, S., Wang, X., Xu, S., Wu, G. and Yin, H., 2011. The development and evaluation of Chinese digital science and technology museum. *Journal of Cultural Heritage*, 12: 111-115.
- Dreyfus, H. and Dreyfus, S., 1984. Mindless machines: Computers don't like experts and never will. *The Sciences*, Nov./Dec.: 18-22.
- Elias, T., 2011. Universal instructional design principles for mobile learning. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 12(2): 143-156.
- Falk, J. H., 2009. *Identity and the Museum Visitor Experience*. Walnut Creek, CA: Left Coast Press.
- Freitas, E. and Bentley, S., 2012. Material encounters with mathematics: The case for museum-based cross-curricular integration. *International Journal of Educational Research*.
- Friedman, A. (Ed.), 2008. Framework for evaluating impacts of informal science education projects. Available at http://insci.org/resources/Eval_Framework.pdf.
- Graham, J., 2013. *Evidencing the impact of the GLOs 2008-13*. University of Leicester, School of Museum Studies.
- Griffin, J., 2007. Students, teachers and museums: Toward an intertwined learning circle. In: Falk, J. H., Dierking, L. D. and Foutz, S. (Eds.), 2007, *Principle in Practice Museums as Learning Institutions*. Lanham, MD: Rowman Altamira.
- Haworth, A. and Williams, P., 2012. Using QR codes to aid accessibility in a museum. *Journal of Assistive Technologies*, 6(4): 285-291.
- Hein, G., 1998. *Learning in the Museum*. London: Routledge.
- Hooper-Greenhill, E. (Ed.), 1994. *The Educational Role of the Museum*. London: Routledge.
- Hooper-Greenhill, E., 2002. Developing a scheme for finding evidence of the outcomes and impact of learning in museums, archives and libraries: The conceptual framework. Learning Impact Research Project. Leicester: Research Centre for Museums and Galleries, Department of Museum Studies, University of Leicester.
- Hsu, T. Y., Ke, H. R. and Yang, W. P., 2006. Unified knowledge content management model for digital archives in museums. *The Electronic Library*, 24(1): 38-50.
- Hwang, G. J., Yang, T. C., Tsai, C. C. and Yang, S. J. H., 2009. A context-aware ubiquitous learning environment for conducting complex science experiments. *Computers & Education*, 53(2): 402-413.
- Jacobs, I. M., 2013. *Modernizing Education and Preparing Tomorrow's Workforce through Mobile Technology*. IIIJ Innovation and Communication, Menlo Park, USA.
- Jones, A. C., Scanlon, E. and Clough, G., 2013. Mobile learning: Two case studies of supporting inquiry learning in informal and semiformal settings. *Computers & Education*, 61: 21-32.
- Marold, K. A., Larsen, G. and Moreno, A., 2000. Web-based learning: Is it working? A comparison of student performance and achievement in web-based courses and their in-classroom counterparts. Paper presented at the International Conference on Challenges of Information Technology Management in the 21st Century. Anchorage, AK.
- Marty, P. F., 2006. Meeting user needs in the modern museum: Profiles of the new museum information professional. *Library & Information Science Research*, 28: 128-14.

- Museums, Libraries and Archives Council (MLA), 2008. Research question bank [Web message]. Retrieved March 6, 2014 from http://www.inspiringlearningforall.gov.uk/export/sites/inspiringlearning/resources/repository/Question_Bank_New.doc .
- National Research Council (NRC), 2009. Learning Science in Informal Environments. Washington, DC: National Academies Press.
- Roberts, L. C., 1997. From Knowledge to Narrative: Educators and the Changing Museum. Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
- Robles-Ortega, M. D., Feito, F. R., Jimenez, J. J. and Segura, R. J., 2012. Web technologies applied to virtual heritage: An example of an Iberian Art Museum. *Journal of Cultural Heritage*, 13(3): 326-331.
- Schultz, M. K., 2013. A case study on the appropriateness of using quick response (QR) codes in libraries and museums. *Library & Information Science Research*, 35(3): 207-215.
- Sharples, M., Arnedillo-Sánchez, I., Milrad, M. and Vavoula, G., 2009. Mobile learning. Springer Netherlands, pp. 233-249.
- Sung, H. Y., Hwang, G. J., Liu, S. Y. and Chiu, I. H., 2014. A prompt-based annotation approach to conducting mobile learning activities for architecture design courses. *Computers & Education*, 76: 80-90.
- Talboys, G. K., 2011. *Museum Educator's Handbook*. Ashgate Publishing, Ltd.
- Tutunea, M., Rus, R. V. and Toader, V., 2009. Traditional education vs. e-learning in the vision of Romanian business students. *International Journal of Education and Information Technologies*, 1(3): 46-55.
- Vandi, C., 2011. How to create new services between library resources, museum exhibitions and virtual collections. *Library Hi Tech News*, 28(2): 15-19.
- Vavoula, G., Pachler, N. and Kukulska-Hulme, A. (Eds.), 2009. *Researching Mobile Learning: Frameworks, Tools, and Research Designs*. Peter Lang.
- Wishart, J. and Triggs, P., 2010. Museum Scouts: Exploring how schools, museums and interactive technologies can work together to support learning. *Computers & Education*, 54(3): 669-678.
- Wunar, B. and Kowrach, N., 2014. Redefining the role of museums in advancing science education. *International Festival of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM-fest)*, 1. Retrieved April 9, 2014 from http://stemstates.org/assets/files/344_WSTE2013_Wunar_Kowrach_Paper.pdf .
- Zhang, D. and Nunamaker, J. F., 2003. Powering e-learning in the new millennium: An overview of e-learning and enabling technology. *Information Systems Frontiers*, 5(2): 207-218.

作者簡介

徐典裕：國立自然科學博物館營運典藏與資訊組副研究員。

王蕙涵：國立自然科學博物館營運典藏與資訊組科技部計畫助理。

郭凡瑞：國立成功大學創新數位內容中心博士後研究助理。

Virtual and Physical Blended Learning Applications and Service Model for Popular Science Education in Museums: Curriculum-based Virtual and Physical Mobile Learning as an Example

Tien-Yu Hsu* Yi-Han Wang** Fan-Ray Kuo***

Abstract

Museums with interdisciplinary and diverse extended learning resources are the most popular informal learning avenues for schools, especially elementary schools. In recent years, e-learning applications in museums have become mobile and ubiquitous and have profoundly impacted educational approaches, inspiring global museums to rethink and reshape their learning service models. Over the past decades, museums have endeavored to develop mobile (m)-learning services for enhancing student learning experiences. However, they have failed to effectively integrate virtual and physical resources to support the demands of school curricula. To address this issue, we developed a curriculum-based m-learning model, which integrated the physical and e-learning resources of the National Museum of Natural Science. The specific theme of this model was “exploring plants”, which was implemented in a one-day learning activity that included professional exhibition commentary and explanation of the operation of the m-learning system by museum personnel. Students made use of a mobile computer to complete a series of assignments, which involved observation of exhibited specimens and guided learning, as well as critical thinking, problem solving and feedback. A total of 308 students from 20 elementary schools participated in this study. Generic Learning Outcomes (GLOs) were used to examine overall student learning effectiveness and teacher feedback. The results showed that student and teacher responses to this model were positive. This learning model not only strengthened the connection between the museum and school curriculum, but also enhanced student perceptions of, learning performance in and attitudes towards natural science courses. Finally, suggestions were proposed for future research and extension of this model to the general public and families.

Keywords: virtual-and-physical, museum learning, popular science education, mobile learning, Generic Learning Outcomes

* Associate Curator, Department of Operation, Visitor Service, Collection and Information Management, National Museum of Natural Science; E-mail: dan@mail.nmns.edu.tw

**Program Assistant, National Museum of Natural Science; E-mail: doggaspard@gmail.com

***Program Assistant, Center for Innovative Digital Content, National Cheng Kung University; E-mail: revonkuo@gmail.com