

# 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

吳紹群<sup>1</sup>

## 摘要

博物館與中小學進行館校合作，向來是博物館教育工作中極重要的組成部分之一。而隨著新科技引進博物館，則使得博物館在館校合作中使用多種科技元素成為可能。本研究以故宮在偏鄉小學推動之館校合作專案為主要研究對象，首先以文獻分析法探討館校合作與數位化趨勢，並分析線上影音、虛擬實境以及3D 列印3種不同科技應用於教育活動時的優缺點。其次採用個案研究法和參與觀察法，歸納出在館校合作活動中同時使用線上影音、虛擬實境以及3D 列印的優點、成功實施的條件以及在實施上的困難；整體專案並應用系統化教學設計模式(ADDIE)進行專案分析、開發、設計、實施與評估。最後則是提出結論，並對未來我國博物館在館校合作上的科技應用提出若干建議。

關鍵詞：博物館教育、館校合作、線上影音、虛擬實境、3D 列印、科技整合

## 緒論

博物館作為教育機構，如何經由各種教育活動達成教育效果，始終是博物館教育部門不斷努力的目標。而在博物館所能推動的各種教育活動之中，「館校合作」(museum-school collaboration) 更是博物館在規劃教育活動中所不可忽略的一環。以目前國內而論，大多數的館校合作論述，

大多以實際之館校合作案例、教師學生利用特定博物館之經驗等為探討之主軸，但對於科技應用於館校合作仍鮮少探討。近年來博物館在網路化、數位化方面累積了相當的成果，各博物館或多或少都已開始將典藏或教育資源開放於網路上、並鼓勵各級學校的老師能在授課時予以應用，更有部分歐美博物館設計出結合了線上博物館資源與實體到館參觀的虛實整合教學

<sup>1</sup> E-mail: friendseek2000@gmail.com

服務(徐典裕, 2012a)。然而, 近年來中小學的教學現場, 在學習模式和教學實務上, 開始出現相當劇烈的變化, 不僅出現「翻轉教育」之類以影片帶動教學的作法, 強調實作的「自造教育」(maker)、強調邏輯思維的兒童程式教育、虛擬實境(Virtual Reality, 以下簡稱 VR)應用於教學等新的教學手段, 也開始出現在中小學的教學現場(邱美虹、唐尉天, 2015; 張雅惠, 2016)。當中小學開始出現新的科技工具和新的教學方式的同時, 博物館在進行「館校合作」的規劃上, 勢必須要思考如何因應、並配合設計新的進行方式。

然而, 對於中小學教學現場開始出現新的科技和數位教育樣態的情況, 目前我國博物館學或博物館實務的相關論述上, 對於自造技術、VR 等新技術應用於館校合作的討論仍相當缺少, 而將多種新科技同時應用於館校合作推動的相關研究, 目前亦相當少見。因此, 本研究擬以國立故宮博物院推動偏鄉國小之館校合作專案為例, 探討在館校合作課程中將線上影音、VR 以及 3D 列印 3 種新科技元素同時應用的成效, 以作為國內博物館界在規劃館校合作、思考新科技應用方式上的參考。

本研究首先將介紹博物館教育以及館校合作的原理、博物館應用資訊科技於館校合作的特性, 並分析線上影音、VR 以及 3D 列印 3 種不同科技在教育上應用的特點。其次, 以國立故宮博物院於偏鄉國小推動之館校合作專案為主要研究對象, 採用個案研究法和參與觀察法, 分析 3 種不同科技在應用上的優點、成功實施的條件、以及在實施上的困難點。最後則是提出結論, 並以系統化教學設計模式(ADDIE)之概念探討故宮之數位化館校合作專案, 並對其他博物館在未來規劃將多種科技應用於館校合作上提出建議。

## 博物館教育、館校合作以及新科技的應用

### 一、博物館教育與館校合作

長期以來, 國內博物館界大多以各種方案、課程、戶外教學等方式, 與中小學老師合作, 以互補方式推動館校合作。由國內館校合作相關文獻來看, 目前國內在館校合作研究上, 研究題材以科學類博物館、美術館為主(蔡亞竹, 2016; 張秀娟、曾瑞蓮, 2013; 黃梅君, 2009), 而在探討議題上, 則以特定的館校合作個案之實施或教師之態度等為大多數文獻的探討主題(賴靜怡, 2007; 葉國慈, 2004; 靳知勤, 2000), 在資訊科技應用於館校合作的研究, 則相對較少。

博物館在教育體系中, 經常被認為是「非正式學習」的主要推動單位和學習資源的來源, 其特性和正規學校的「正式學習」有所不同。一般來說, 博物館所推動的教育活動, 具有實物體驗、注重動態參與、側重誘導啟發、強調自導性和探索性等特質(謝文和, 2000), 且在本質上偏向情意的(affective)學習, 而不是像學校一樣強調認知的(cognitive)和技能的(psychomotor)訓練(施明發, 2001)。大致上來說, 博物館隨著社會發展、生活方式改變、科學技術進步, 在教育活動的設計上也會隨之不斷騰挪變化, 但在教育活動的規劃本質上, 大抵仍和學校的正規教育有所區隔。

雖然博物館的教育活動在本質上和學校教育有所不同, 但並不代表二者沒有共同的目標和合作的可能。相反的, 正由於博物館具備實物典藏和典藏相關的資料, 以及博物館教育的寓教於樂(edutainment)特質, 反而使博物館有了和學校體系互補合作的可能; 加上二者之間除了差異以外, 也有共同的目標, 例如二者均以教育工作為最終目標、均重視解釋與理

解的技巧、都是以學生為共同的教學對象等等（謝文和，2000）。因此，館校合作已經成為博物館推動博物館教育時的核心策略，許多博物館的教育推廣專案，都會由館方和學校的老師合作，建立夥伴關係、共同組成團隊來推動；而博物館豐富的實物資源，不僅能作為學校師生的立體教科書，更可成為社會大眾對中小學教育作更多要求時，少數可幫助學校的機構之一（廖敦如，2005）；而博物館也可以經由和中小學的合作，突破傳統上較為廣泛的、隨興的、缺少組織性的推廣活動的侷限，直接和教學體系建立連結，以更有效的方式推展博物館教育。對學校和博物館來說，館校合作是一種雙贏的教育夥伴關係，而館校合作也已經成為博物館必備的任務之一，也是 21 世紀博物館發展的必然趨勢。

館校合作的進行模式，可以由學校為主導、經由第三方協助提出，或是以博物館進行主導；但無論是哪一種方式，館校合作關係中的博物館和學校之間，應有共同的責任和共同的目標，並以團隊的方式研商、策劃及實施；雙方必須共同協商課程架構、活動方式、教學目標等要項，設計出有意義的教案或學習程序（廖敦如，2002）。

## 二、館校合作與博物館數位科技

傳統館校合作的方式，包括了博物館巡迴校園、博物館複製品借展、學校團體參觀導覽、博物館學童出版品的設計發行、教案設計或活動設計等等。但是，隨著教育思潮的演進和科技應用的彈性增大，使得館校合作不僅更加深入，而且開始與資訊科技結合。

自民國 90 年我國開始實施九年一貫課程改革以來，新課程特別重視學生學以致用的統整能力，在教學上特別重視整合性以及融合式課程設計的概念；在此

一課程設計精神之下，與美術館及歷史類博物館最相關的國小「藝術與人文」領域，也強調要能有效結合社會與生活周遭資源，讓藝術與人文課程能與學生的生活經驗相結合，使教師可以統整不同來源材料、採用多元教材、發展學校所在社區的特色本位課程（高芝蘭，2012；廖敦如，2002），而且得依需要自行設計教學單元，並將資訊科技融入於教學之中（姜宗模，2005）。因此，博物館豐富的典藏實物、完整的典藏資料、資料庫、網站、影片、藏品特色、對藏品脈絡充分瞭解的研究人員，都可以成為支持國小老師發展「藝術與人文」領域課程的有力後盾；而許多例子也顯示，由於博物館的典藏多樣、背景脈絡資料研究完整，數位化程度提高，不僅國小「藝術與人文」領域課程可以受惠，在自然、外語、社會等其他課程領域，也可以發展館校合作方案 (Burchenal and Grohe, 2007)。

而在九年一貫課程改革的推動之下，不僅館校合作的彈性和領域可以擴大，近年來在資訊科技進步的影響下，館校合作中，資訊科技的元素也開始日益增加。博物館多年來在藏品數位化、建置數位典藏資料庫以及建立博物館網站等各方面，已經累積相當的數位資產；而各國中小的數位教學設備和教學網路也持續充實，教師的資訊素養也日漸提高。在此一形勢之下，館校合作中納入科技元素，已經成為可行且重要的一部分。目前，在中小學教學現場實務上，應用博物館數位資源或採用博物館數位科技，主要展現在幾方面：首先是博物館的數位化資料庫、網站、影片，已經成為教師自我成長和專業發展的新資源；其次是隨著更多的教師在網路上找尋教學資料備課，博物館的數位資源可以提供教師備課良好和可靠的資料來源（姜宗模，2005）；其三，目前許多博物館均提供有行動化的數位服務（無論是

App 或 RWD 網頁)，因此許多學校也可以應用博物館行動服務，進行教室中的行動化學習，或是將班級帶到博物館現場，應用行動載具和數位內容，配合現場參觀體驗進行虛實整合的行動學習（徐典裕等，2015），可謂十分多樣。可見科技元素已經隨著教學思潮和政策的變遷、科技輔助教學進入各個學校以及博物館數位化和科技應用的普及，開始在館校合作的實施上扮演一定程度的角色。

### 三、線上影音、VR 以及 3D 列印在教育之應用

雖然博物館典藏數位化、網路服務的普及已經使得中小學教師和學生得以由館校合作中受益，但隨著以影片引導教學的翻轉教育、應用 3D 列印等科技為重點的自造教育以及 VR 和擴增實境在教學現場的應用日益增加，數位教育開始大幅改變了教學現場的面貌，也可能會開始改變教師教學的方式和學生學習的思考方式。博物館在推動館校合作時，勢必要思考如何妥適的應用新的科技元素，以因應新世代師生的學習需求。以下便分別探討線上影音、VR 以及 3D 列印在教育上應用之特性。

#### (一)線上影音在教育之應用

自從 World Wild Web 在上世紀 90 年代開始普及應用以來，線上影音 (Online Video) 便開始出現，各種線上影音平臺開始大為風行，其中較知名的包括了 Youtube、Vimeo 等等。而到了雲端服務盛行的現在，線上影音的服務更是便利，甚至有進入更多應用領域、取代傳統媒體之勢。而隨著線上影音的普及，包括博物館在內的教育領域，也開始應用線上影音進行各種教育上的應用。以非正式教育而論，TED 體系便是相當成功的非正式教育應用，而 Youtube 上也有許多教育推廣的

影音頻道；而以正式教育體系來講，近來翻轉教育理念的出現，更是強調以影片帶動實際教學，將原本課堂上要傳授背誦的具體知識，先以影片讓學生在家或在其他場合先行吸收，然後再利用寶貴的課堂時間用來進行引導、討論、實作等活動（黃國禎，2016），甚至進一步應用在各種行動學習載具上；而 MOOCs 的出現，將課堂中大量的時段以線上影音進行授課，搭配實體活動、測驗等方法，更是大幅改變了正式學習體系的樣態。大體上來說，博物館應用線上影音進行教育推廣活動，其優勢包括了以下數方面：

1. 各種線上影音平臺可以提供免費和具有彈性的自學資源，例如 TED 便發展出各種不同的系列，而 Youtube 上更是有極多的文教類頻道。這種非正式教育的風潮，正好和博物館的非正式教育使命相通，提供了博物館發展教育推廣活動極佳的環境條件。
2. 線上影音平臺大多具備有社交留言的功能，所以影音平臺不僅是影音播放的工具，更是一種社群網路和數位公共空間，可以讓博物館發展以社群為中心的學習，或是以特定知識或特定影片內容為中心的學習 (Gladysheva et al., 2014)。
3. 一般來說，影音內容通常較具有觀賞的趣味和吸引力，觀眾經由觀賞影片進行教育活動，可以達到結合教育與娛樂的寓教於樂效果，而影音平臺的分類、推薦、引導等功能，也有助於讓觀眾發掘新的博物館影音內容。此外，影音平臺也可以允許觀眾將創作的影音作品上傳至平臺，創造新的教育推廣活動參與方式 (Gladysheva et al., 2014)。
4. 正式教育體系如中小學、大學採用翻轉教學和 MOOCs 課程，提供了博物館以影音內容介接學校教學系統的機會，讓博物館有機會由影音內容提供者的角度，參與學校教學；甚至和中小學、大

學老師合作，共同開發和設計課程，讓博物館的典藏內容、人員的智慧經由翻轉教學和 MOOCs 課程進入學校體系，創造館校合作的新發展途徑。

但是在目前的中小學環境中，欲使用線上影音串流內容進行翻轉教學或影音導向的行動學習，仍有部分侷限有待克服，例如適合中小學教學使用的影音內容不足或取用管道不夠、部分中小學網路環境不佳、平板等數位工具不足、老師對於數位影音如何融入學習之掌握不足等問題存在。

## (二) 3D 列印在教育上之應用

3D 列印其實已經有相當時間的發展歷史，只是過去一直都應用於工業或商業設計領域；一直到近來 3D 掃描、立體物件編輯軟體取得門檻降低，以及 3D 列印設備價格下降，才使得其應用得以進入學校和個人層級。而近年來，3D 列印和雷射切割、開源硬體、程式教育等相關領域的融合應用，更創造了自造教育的風潮，帶動了強調自作和實作的自造教育觀念，目前許多中小學的科學或數理課程，均開始朝向自造教育的觀念發展，讓學生可以實際動手自造。

在此一趨勢之下，許多國外的博物館如紐約的大都會藝術博物館 (Metropolitan Museum of Art)、現代藝術博物館 (Museum of Modern Art, 簡稱 MoMA) 等，都已經開始應用 3D 列印，結合自造教育的概念，推動各種博物館教育活動 (Hancock, 2015)。而博物館的館校合作，也需要因應中小學體系自造教育觀念的引進，思考在館校合作活動中引進諸如 3D 列印之類的自造科技的可行性，以適應中小學在教學實務上的需求。根據專家學者的研究，博物館在教育活動中採用 3D 列印技術，可具備以下的優點：

### 1. 延長觀眾接觸文物內容的時間

根據研究，一般人參觀博物館時，通常每人在每一件文物面前僅會停留 15-32 秒。若博物館發展自造工作坊，釋出文物的 3D 模型檔供觀眾自行編輯、改作、列印文物模型，將可讓觀眾長時間研究文物的形狀和材質等特質，大大增長了觀眾接觸文物的時間。

目前大都會藝術博物館、芝加哥美術館 (The Art Institute of Chicago) 等博物館均有辦理此類工作坊 (Hancock, 2015)。

### 2. 使博物館教育在數位時代重新掌握實物的優勢

在博物館文物數位化的發展歷程中，數位化通常就是意味著「虛擬」，雖然數位化後的文物資訊在傳播和複製上無遠弗屆，但畢竟仍是虛擬的，而人類永遠有可能會對實體的東西有一定的好奇心和觀賞欲望。3D 列印在博物館的出現，意味著實體材質再次在博物館教育中占有一席之地有機會來臨 (Neumüller et al., 2014)；這也可能是另一種形式的翻轉，過去的數位化是將實體文物予以數位化，而 3D 列印則是將文物的數位化資訊反向予以實體化 (Jakobsen, 2016)，未來博物館教育在實體／虛擬策略上的界線可能會因此被模糊、整合或打破。

### 3. 提供觀眾在博物館教育活動中製造和參與的新機會

過去博物館教育活動中，尤其是和學校的館校合作，知識的流動方向大多是單向的，即由教師或博物館員傳授予學生。3D 列印提供了讓學生自行編輯、變化文物 3D 檔案並自行製造的機會，建立創作和自行製作的參與感。而此一特性也將使博物館教育被賦予製造的意義，形成博物館製造 (museum making) 的新活動型態 (Gonzalez, 2015)。

#### 4. 提供觀眾多重感官經驗 (Multisensory Experiences) 的學習方式

3D 列印將原本在展櫃中僅可用眼睛觀看的文物予以製作出來，觀眾可以握在手中感受重量、形狀、直接觸碰、在個人脈絡下 (personal narrative) 依自己的想法用軟體修改並再輸出製造出來，可以說是提供了觀眾一種以多重感官接觸文物特徵的途徑，不僅可加深觀眾與文物的連結 (engagement)，更符合建構主義的學習理論 (Jakobsen, 2016)。

#### 5. 可訓練學生多重的技能、培養合作與分享的觀念

以國外博物館推展自造和 3D 列印教育的經驗而言，經由工作坊和分組活動，參與活動的觀眾可以同時學到文物知識、3D 掃描、3D 軟體編輯、色彩與材質等多種的知識；也可以經由分組討論文物內容、如何進行創意設計、分享 3D 檔案等行為，學習如何進行合作設計和團隊製作 (Jakobsen, 2016)。

#### 6. 提供受現實條件限制無法展出的文物另一新的面世機會

許多文物的體積太大或太小，往往不易實地觀察或欣賞，但影片或網站圖片又僅及於平面而無法提供直接接觸的經驗，而 3D 列印正可以解決無法將體積太大或太小的文物拉近觀察的遺憾；此外許多文物或因為破碎、不全，或因為受限於場地無法一次展出，3D 列印和 3D 檔案的釋出分享，正可以彌補此類文物因現實條件無法實地展出而導致觀眾無法接觸的問題 (Neumüller et al., 2014)。

#### 7. 發揮延時學習 (Prolonged Learning) 的作用、提供身障者學習新管道

3D 列印的文物或文物創作品，可以讓觀眾帶回家保存把玩，此一特性可以拉長

觀眾和文物外觀特徵的接觸時間，增加記憶，發揮延時學習的作用；另外，3D 列印的文物也可以讓失明人士仔細觸摸、體會材質和形狀，可作為身障學習的有效工具 (Hancock, 2015; Neumüller et al., 2014)。

雖然中小學教育現場導入 3D 列印有其優點存在，3D 列印在教育上的應用也有其侷限，主要包括了 3D 建模的時間和成本對中小學或博物館仍屬高昂、所使用的材料並非真正無毒無害、材料的強度和材質的多樣性有限 (林鼎盛, 2014)，以及難以應用於更多的學科領域等缺點。

#### (三) VR 在教育上之應用

近二、三年科技界對於 VR 的討論極為熱烈，許多科技大廠也將 VR 列為未來發展的重點。然而，VR 的發展並非起自今日，而且現今 VR 的技術種類也不只一種。事實上，VR 技術背後所代表的是人類對於沈浸性 (immersion) 虛擬場景的追求。早在 1897 年就已開始有人應用 360 度全景投影 (panoramic projection) 的方法進行嘗試，企圖將視覺內容以新的視覺方法呈現，以創造新的觀賞體驗 (Orthwein, 2015)。而到了大約 1960 年代，學術界開始出現了 VR 此一專有名詞，並逐步發展為專指一種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 and Ott, 2015)。在早期，具備沈浸式運算環境的 VR 應用，最典型的技術便是 CAVE (Cave Automatic Virtual Environments)，但 CAVE 體積相當大，通常需要一個房間或一個牆面的空間來運作 (Freina and Ott, 2015)，過去也有博物館運用，但並不普及。直到近年來，隨著技術的突破，體積小且易於裝設的 VR 才開始廣為應用。

目前已經可以商業化應用的 VR 裝置，大致有 2 種不同的運作型態，一種是

應用環景攝影來建立影像，錄製進入手機中，並使用諸如 Google Cardboard 之類的紙盒包裹住 2 片透鏡，來觀賞手機中錄製好的立體影像，以製造立體的視覺環境；此種方式的優點是成本低廉，但缺點則是容易造成暈眩頭痛等問題 (Hussein and Nätterdal, 2015)。另一種運作型態則是應用 Unity 之類的軟體工具進行立體建模，並連接電腦主機和頭戴式播放器 (Head Mounted Displays, 簡稱 HMDs) 來讓使用者操作；此種運作方式的質感和互動性較佳，但內容製作和設備成本較為高昂，目前 Oculus Rift、hTC Vive 等 VR 產品均採用此一類型之方式運作。

雖然 VR 的大量商業化應用風潮是近年才發生的現象，但是早期的 VR 技術以較原始的樣態應用於教育卻已經有 20 年的時間 (Freina and Ott, 2015)。根據研究，累積至 2015 年左右，VR 在教育上的應用，大多集中於大學或中學層級，小學或兒童方面的應用較少；而內容上則以成人的職業教育訓練、科學教育、醫療訓練或復健模擬等為主 (Freina and Ott, 2015)。但隨著近來 VR 產品的體積縮小、效能提高、內容製作門檻下降，不少新的領域都開始嘗試製作 VR，相信未來 VR 在教育上應用的層面會更為廣泛。綜合學者專家的看法，在教育上採用 VR 技術，可具備以下的優點：

#### 1. 可協助受教者遠離危險環境

由於 VR 重新建構了一個虛擬環境，因此某些在材質上具危險性或是操作不當會危及生命安全的訓練，可以在某些程度上使用 VR 進行教育訓練，以減少危險發生的機會，例如模擬消防員在高度危險狀況下的身心壓力，或是處理實驗室的危險材質等等 (Freina and Ott, 2015 ; Hussein and Nätterdal, 2015)。

#### 2. 呈現時間和空間上無法實際驗證的題材

某些題材的教學，在時間或空間上其實難以讓受教者親眼或親手驗證。例如，原子內部的結構、天文學或太空科學、建築內部細緻結構等等，都無法在實驗室再現。而 VR 可建構虛擬空間的特性，讓過去許多無法親身體驗的科學場景，有了讓受教者可以模擬體驗的機會，在科學教育上有相當的潛力。而藝術類題材中的藝術作品意境，往往僅能有文字描述，也可以利用 VR 提供學生體驗藝術作品意境的場景。

#### 3. 可設計出教學需要但又作不到、或現實世界的倫理不允許的情境

某些題材的教學，尤其是在博物館或類似的非正式教育場合，應用 VR 可以解決某些推廣教育上的倫理難題。例如，醫學或科學博物館，如果要讓一般觀眾體驗手術操作或治療患者，基本上是不允許的（因一般觀眾並非醫事專業人員），但若以 VR 讓觀眾以 HMD 搭配搖桿，就可以模擬手術操作 (Freina and Ott, 2015)。又例如環保教育要模擬偷排廢水對環境的衝擊，也無法直接到河邊親手傾倒以觀察結果（因為違法），但可以透過 VR 呈現河流受污染的原因和衝擊層面。

#### 4. 呈現有預見性和因果關係的知識內容

在某些學科領域，往往需要先能預見、模擬或想像操作後的結果，才能作出最適當的設計，若是經過實作、生產過後才發現有設計不當的問題，或是事後才想要變更設計，往往重新設計一次的代價會非常高昂，例如建築領域便是相當明顯的例子。這種狀況可以用 VR 進行設計上的模擬和效果體驗，避免設計失敗 (Hussein and Nätterdal, 2015)。而在物理、化學等領域則是有明確的因果關係，也可以用 VR 模擬各種物理、化學原理及變化結果。

#### 5. 提供娛樂性或刺激性元素，創造遊戲學習環境

目前的 VR 系統，由於已經具備 3D 建模的場景、互動性設計，因此可以提供受教者較為具娛樂性的環境，能吸引和刺激受教者接觸內容，建立遊戲化學習的機制。目前國外的相關研究也顯示，在藝術教育、理工等領域，在教學上應用 HMD 式的 VR 系統，比起沒有使用 VR 或僅使用紙盒包裹二片透鏡的 Cardboard 式 VR，確實較能引起學生的注意和興趣 (Casu, et al., 2015; Hussein and Nätterdal, 2015)。

#### 6. 有助於歷史場景的再現或特殊場景的創造

在教學實務上，有些課程內容中的場景，過去僅能透過文字描述、影片、網站等方式去再現或介紹，無法提供受教者親身體驗的感受。而 VR 的出現，讓教學上需要提及的場景，或是為了教學需要設計創造的場景，有了被再現和創造的機會，並且可以讓人有親臨現場的感受。例如，丹麥的研究人員便曾經利用 VR 重建二次大戰中的場景用於歷史教學研究 (Moesgaard et al., 2015)；而義大利的研究者也曾經應用 VR，將不同博物館的雕塑集中在同一個虛構的展廳中，讓學生不必跑多個博物館便可在一間展廳中進行立體的觀察 (Casu et al., 2015)。

雖然在教學上應用 VR，尤其是使用 3D 建模以及 HMD 裝置的高度沈浸性 VR，在教學上有很多優點，但必須注意的是，VR 在教學的應用上並非沒有侷限。例如，在實驗操作上，VR 僅能提昇對知識架構的瞭解和程序，仍無法取代真正的實驗操作手感；而有些老師和學生對 VR 會有科技恐懼，且使用 HMD 裝置的 VR，其硬體和內容製作成本仍相對偏高 (Hussein and Nätterdal, 2015)；另外，VR 內容由於具備高度互動性和視覺上的刺激性，如何

插入敘事文字或教學內容，使學生不致完全被互動性的趣味所吸引，也是需要仔細考量和設計的 (Moesgaard et al., 2015)。

## 研究方法

本研究之主要研究對象，係為故宮於 2016 年所實施的館校合作專案中，有將線上影音、VR 以及 3D 列印同時應用於單一活動的 3 所國民小學。而主要研究目的，則是探究 3 種不同的科技元素同時應用於館校合作活動時的優點、成功實施的條件，以及在實施上的困難點。考量本研究之實施特性、研究目的，本研究採取個案研究法作為主要之研究方法，並以參與式觀察法作為主要之資料蒐集方式。

個案研究法顧名思義是以某一個案為範圍進行探究。而所謂個案，可以是一個人，也可能是一個或少數的團體、公司、地區、村莊或社會現象 (Babbie, 2004)，完全視研究需要而定。個案研究因為將焦點集中於某個個體（無論其型態為何），可以探究該個體的特質，並彌補系統化實證研究的不足，特別適合應用在具有須掌握被研究對象間的互動、成員的行動受事件過程及背景脈絡影響、需要特別的理解與詮釋等特性的研究課題 (瞿海源等, 2015)。本研究由於研究對象侷限於有參與故宮館校合作專案且有同時應用多種科技的小學，研究對象間有共通性且範圍有限；加上需要深入探究被研究者在應用科技時的互動、應用過程中的現象，以及探索造成這些現象的原因並理解這些因素，故決定採取個案研究的途徑進行探討。

此外，本研究也同時採用參與式觀察法作為收集研究資料的途徑。參與式觀察作為觀察法的一種，和非參與式觀察最大的不同點，在於參與式觀察中的研究者是置身於被研究的事件之內的，直接參與被研究的活動，而非參與式則是置身事外。



因此，參與式觀察可以讓研究者以第一手、最深入的方式，瞭解一些不易為外人所知的社會現象、取得一些局內人的表現或看法、深入個案內部、對被研究的事件作直接和全面的瞭解（陳向明，2002）。而本研究由於研究對象為參與故宮館校合作專案且有同時應用多種科技的小學，基本上並不是公開性質的活動，且校園環境有其特殊的組織和文化；且研究者本人即為該館校合作專案的實施者之一，可以直接觀察專案實施時的各種現象，故選擇參與式觀察法作為資料蒐集之主要方式。

此外，由於故宮所實施將多種科技元素應用於館校合作教學活動的專案在規劃之初，即已將實踐數位學習、落實博物館與偏鄉中小學合作等列為目標，因此，此一專案亦可以採用 ADDIE 進行分析，以利於未來其他博物館在規劃館校合作數位學習活動時的參考。所謂 ADDIE 模式，指的是規劃和實施數位學習時的系統化教學設計過程，是一種典型的線性的數位學習設計模式，也是系統化教學設計中較為簡易也較普遍的模式（張慧雯、柯皓仁，2005；王秋貴，2016）。AADDIE 模式包括數位重要程序，首先為分析 (Analysis)，也就是要先分析學習者的需求、學習目標、預算多寡和範圍等；其次為設計 (Design)，也就是根據分析的結果，設計出數位學習的內容和進行方式等樣貌；第三為發展 (Development)，也就是根據設計，實際建立數位學習的腳本、數位工具程式開發、介面設計或內容製作等等；第四為實施 (Implementation)，也就是將開發完成的數位學習課程具體在教學現場實施；最後則為評鑑 (Evaluation)，是指檢視數位學習的實施，或是評量受教者或資源使用的滿意度等評量工作，以作為改善的張本（張慧雯、柯皓仁，2005；王秋貴，2016）。本研究亦將以 AADDIE 模式對專案內容之實施進行分析。

## 專案開發設計與實施

### 一、專案開發

本研究之研究對象為故宮館校合作專案之合作小學；專案係起源於故宮所參與之第四階段電子化政府計畫，自 2014 年起推出之「故宮教育頻道」之偏鄉教育館校合作專案。該專案自計畫推動第一年起，便開始試圖將不同科技的特性與博物館教育的特性作有效的結合。由於博物館教育具有與學校教育不同的特性，特別著重於情意 (affection) 吸引的效果，因此線上影音動畫、具互動性的 VR，便成為可以在館校合作活動中吸引學生注意的有力內容。而若是以博物館學習活動的活動前、活動中、活動後不同的需求而論，線上影音可隨時收看的特性，可供學習活動前的預習，也可供事後回家收看；而 VR 的擬真環境，可以在學習活動進行中創造一虛擬而沈浸的遊戲學習環境；至於 3D 列印作品，則可以在學習活動進行中提供具像化、實體的物件，也可以在學習活動後作為可攜行的作品。要之，線上影音、VR 以及 3D 列印在操作特質上各自有其可應用於學習活動前、中、後不同階段的優勢，可以作為博物館在發展館校合作活動上的有力工具。因此，本專案第一年先導入線上影音內容，在第二年起規劃活動前、中、後內容完備之方案，並同時導入線上影音、VR 以及 3D 列印的優點，期望 3 種不同科技在活動前、中、後適時發揮優勢、提昇學習成效。

專案第一年先規劃將故宮歷年所拍攝之影片集中於雲端平臺，作為教育專用之線上影音，並以故宮之線上影音內容為導引，參考翻轉教育之作法，鼓勵中小學班級參考故宮線上影音平臺中的影片進行課程教學、設計教案，期望達到以影片帶動教學的目標；而除了鼓勵中小學老師應用故宮線上影音進行教學以外，故宮也組成

團隊，規劃以故宮線上影音為前導的藝術教育教案，與中小學合作直接進入班級現場，由故宮團隊進行「藝術與人文」課程的現場教學。

在第一年實驗和摸索的同時，有鑑於當時國外已開始推展自造教育的觀念，同時 VR 的應用已開始萌芽，所以在 2015 年開始，除了持續鼓勵中小學老師將故宮線上影音應用於中小學教學以外，也開始嘗試在故宮團隊直接進班教學的班級中，導入為了本專案特別開發的 3D 列印服務和 VR 內容，故該年度已有多所學校之進班推廣結合了線上影音和 3D 列印，並已有少數實施學校開始採用 VR。至 2016 年時，故宮團隊已在多個由故宮團隊直接進班推廣教學的小學課程中應用了線上影音和 VR；而另外則特別有數所學校，在進班推廣課程中，以實驗性方式，同時在一堂課中結合了線上影音、VR 以及 3D 列印 3 種科技。

## 二、專案設計與實施

本研究即以故宮團隊在這數所學校實施之進班推廣課程的實施狀況為主要觀察主軸。而進班推廣課程之實施順序大致如下：

### (一) 先與教師討論授課狀況及選用之影片、現場佈置

在出發之前，先與該班級之級任老師討論目前同學在「藝術與人文」課程的吸收狀況、想要瞭解故宮文物的面向和深度為何等問題，作為故宮團隊調整討論和問答活動深度的依據。也須提早到達教室進行各種環境佈置。

### (二) 進班後先播放影片

故宮進班推廣團隊在上課開始前，先播放適合的故宮動畫影片。團隊會根據先前與老師討論的結果，由「故宮教育頻

道」中已有的數十部影片中，選擇類型（動畫或教學影片）、主題（文物或展覽或劇情）、長度適合的影片。

### (三) 放完影片後針對影片內容進行解說

由故宮團隊中具備中小學教學經驗的同仁進場，引導同學根據影片內容進行文物背景和特色等等的討論和問答。

### (四) VR 團體遊戲

討論完畢後，將全班同學進行分組，進行 VR 團體遊戲。每組推派一人使用 VR，並將在 VR 中看到的文物加以描述，由同組其他同學予以記錄並猜測同學在 VR 中看到了哪些文物，猜對的數量越多，分數越高，較高分的組別，獎勵也較多，但猜對數量較少且分數較低的組別也有一定的獎勵。故宮在本次專案中，所使用之 VR 均為沈浸性、3D 建模構建、具互動性之文物虛擬展廳 VR。

### (五) 3D 列印展示

VR 團體遊戲的分數揭曉後，現場展示在影片和 VR 中所出現的文物之 3D 列印作品，供同學把玩加深印象，並現場列印出文物和紀念品給學生作為獎勵，且可帶回家。所列印之 3D 列印物件，均為現場播放影片、VR 場景中所出現的擬人化文物角色或文物本身之造型，以收和影片、VR 互為配合之效。

### (六) 完成學習單或小作業

學習單主要內容以曾經在影片、VR、3D 列印中出現之文物為主要內容去設計問題，經由問答、找尋、敘述等方式幫助同學記憶活動中各種科技所呈現的文物。學習單範例如附錄所示。

### (七) 額外運用故宮素材

如果該班級老師在活動之後，另行

有打算應用其他故宮素材（如故宮線上影音、網站、資料庫等）設計教案，則可以接受故宮所提供之交通和住宿補助，在全學年中選擇一天前來參觀故宮。

在該數所小學試驗性的同時採用線上影音、VR 以及 3D 列印 3 種不同科技，主要的理念在於 3 種不同的科技，各自有其應用於教育上的優點和侷限，本專案即試圖在同一館校合作活動中，發揮 3 種科技元素的不同優點；此外，故宮團隊本次在這數所學校進班推廣課程的實施，係建立在提供「活動前」、「活動中」、「活動後」不同的學習體驗的策劃理念上：首先，在教學活動開始前，先播放故宮線上影音平臺的影片，旨在建立印象和引發興趣；其次，在經過討論和問答之後，稍具備先備知識，即進行 VR 團體遊戲活動，用意在於提供虛擬參觀和互動有趣的體驗；最後，在 VR 團體遊戲活動結束後，展出影片和 VR 中出現的文物 3D 列印品，以實物和碰觸的體驗加深印象，並在活動後鼓勵同學攜帶回家，以發揮延時學習的作用，並在當學期選擇時間到故宮進行實體參觀。整體活動設計的概念如圖 1 所示。

## 研究結果評估與分析

經由對同時以線上影音、VR 以及 3D

列印 3 種不同科技進行館校合作教學的數所小學進行觀察的結果加以記錄，並將記錄結果進行歸納分析，同時參酌本次專案在專案發想及規劃過程中的狀況，本研究得出在館校合作課程中同時納入線上影音、VR 以及 3D 列印 3 種不同科技元素在實施上的優點、成功推動條件以及實施之限制如下：

### 一、實施上之優點

(一) 提供多種的刺激和體驗模式，提昇學習動機

由於線上影音、VR 以及 3D 列印各有不同的科技特性，可以在活動中提供多樣和豐富刺激，因此經由應用觀察法進行觀察可以發現，在全部活動過程中，幾乎可以全程吸引學生的關注，經常可以讓學生的注意力保持在活動上。尤其是線上影音中的故宮動畫、VR 中的互動點操作以及 3D 列印機器的運作，最容易引起注意，也成為課程進行時傳播文物知識的方便法門。這也印證了相關文獻中所提及各種科技元素能夠發揮娛樂性或刺激性作用，以提昇學習動機、發揮寓教於樂之非正式學習特質等優點。

(二) 經由 3 種不同的科技型態，創造博物館文物與學生之間多種不同的連結

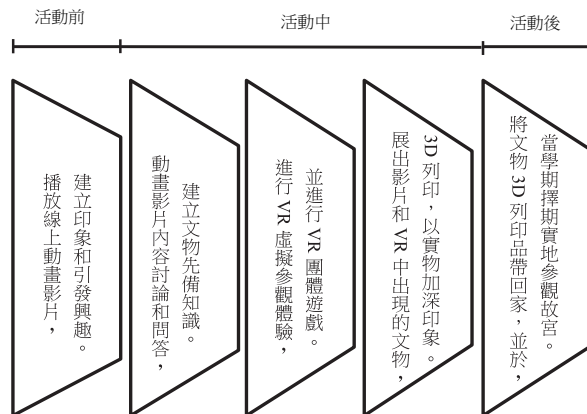


圖 1. 整體活動設計概念 (資料來源／本研究繪製)

線上影音、VR 以及 3D 列印 3 種不同的科技型態，在本次專案的設計中，原本即設定要以不同的方式發揮優點、和學生建立接觸。例如線上影音是要以動畫影片的故事性吸引學生注意、建立先備知識；而 VR 則是以「虛擬展廳」讓不易到故宮參觀的偏鄉小學學生有機會模擬參觀，並在 VR 中設計互動點，讓同學有機會作一些實際在博物館參觀中作不到的動作（如親手拿起展品）；而 3D 列印主要目的是「由虛入實」，實際提供觸覺和實物用以增強同學對文物的記憶。而透過現場由專案執行同仁在執行的同時即進行參與式觀察法，並應用個案研究精神收集老師們的反應之後，發現這 3 種科技元素，大致上均有成功達到當初規劃上以不同特性和學生建立連結的目的，也印證了相關文獻中所提及的各種不同科技在教育應用上的優點（例如：以 VR 設計現實中作不到的情景、以 3D 列印提供多重感官的接觸）。

(三)經由多種科技體驗和當學期實際參觀故宮，達到虛實整合的學習效果

由於博物館的實體文物參觀，仍然有不同於數位科技的欣賞氛圍，加上在博物館中實際參觀和接受專業導覽老師解說，仍有無法取代的學習優勢，因此，本專案也規劃有獎勵事後實際參觀故宮的補助，只要有與故宮合作並在課程中應用故宮的數位素材，都可以在當學期申請補助實際到故宮參觀。經過現場應用觀察法進行現象的觀察，發現此一方式有 2 種正面效果，一是學生事後來故宮參觀時的確較有概念，有達到數位進班推廣和實體參觀相輔相成的效果；二是可以激發老師和故宮進行館校合作專案的動機，許多老師在現場都表示這是一個很重要的誘因。

(四)促進博物館數位資源的再利用

此一專案將故宮原有的影片上架至雲

端平臺並應用於館校合作，同時整合了其他科技如 VR 與 3D 列印，達到新舊組合應用的效果，也為故宮的影片達到再利用的目的。根據在現場應用觀察法進行觀察的結果，雖然用於進班推廣的線上影片當初並不是為了館校合作而拍攝，但只要討論和教學活動設計良好、和 VR 及 3D 列印的內容能搭配，既有的線上影片內容仍舊能發揮效用。

(五)學生對 3D 列印實物極感興趣，且有延時學習的效果

在專案規劃階段，原先團隊成員即假設 VR 可能會是對學生最具吸引力的科技元素，因為 VR 中的「虛擬展廳」係為 3D 建模之環境，且設計有多個互動點，



圖 2. 館校合作展示 3D 列印文物（照片來源／吳紹群攝）



圖 3. 館校合作現場列印 3D 文物（照片來源／吳紹群攝）

具有遊戲學習的特質；然而教學現場由專案成員執行教案並同時進行參與式觀察的結果卻顯示，學生們對於3D列印的文物實物感到極大的興趣，喜愛程度甚至超過VR，足見人類對「實體物件」的欣賞和愛好是永遠不會消失的本能。而學生對3D列印的文物實物極感興趣，在活動結束後故宮團隊成員也將3D列印的文物實物送給參加活動的同學，索取情形相當踴躍，事後詢問老師，也表示同學保存這些3D列印文物的時間相當久，發揮了延時學習的效果。圖2、圖3為館校合作活動現場展示3D列印文物的狀況。

#### (六)使老師更瞭解故宮的資源

因為故宮團隊需要進班教學以利館校合作推廣，必須和學校老師進行詳細的討論。本研究以本專案為個案研究對象，參酌專案主要內容規劃之特性並進行現場觀察，結果顯示，許多參與本專案的老師，是因為和故宮合作推動館校合作、並深入瞭解本專案的內容後，才瞭解到原來故宮能提供各種數位化學習材料和其他可應用的資源。也因此在此討論過程中，老師們在發現故宮可提供其他的數位材料、資源時，往往會產生更多的想法，因此會對於活動進行的細節討論得更仔細和提出更多點子。圖4為故宮團隊在教學活動前一天和老師討論活動進行方式時的狀況。



圖4. 館校合作實施前和學校老師討論情形（照片來源／吳紹群攝）

## 二、成功推動的條件

### (一)授課條件的配合

經由觀察發現，由於在同一課程中同時應用了3種不同科技，需要的時間可能會超過一節課，且VR亦不適合低年級小學生使用。因此，欲有效實施此一館校合作專案，須配合老師可掌握的授課時間和適合班級的年齡條件。而老師本身也需要去調配班級時間、爭取活動場地或是配合相關行政程序措施。

### (二)課程的背景脈絡影響效果

由於九年一貫課綱具有可依教師需要自行設計教學單元、將資訊科技融入教學中的特質，因此，在本研究中參酌本次專案的館校合作個案特性，並同時進行觀察。結果發現，故宮團隊通常是在「藝術與人文」課程中進行進班教學，若各個個案班級之「藝術與人文」課程原本即是教師每週均設計具有一定脈絡的單元授課（例如：每週不同藝術文物的類型，或每週不同博物館的藏品），那麼同學在討論或反應上，會較有想法和內容，更能發揮科技元素在此一專案中的作用；反之，若平時「藝術與人文」課程較為零散，則同學在參加館校合作活動中的反應，會較為偏向對科技的好奇或偏向參加遊戲性活動的感覺。

### (三)老師的意願和主動性

經由觀察發現，由於故宮團隊進班進行教育推廣，需要任課教師協助配合之處遠較教師自己應用故宮素材授課為多，往往需要占用教師一堂到二堂課的時間，加上有時必須取得校長或教務主任同意、老師還需要和故宮團隊討論、發放修改作業和學習單、取得場地。因此，參與此一專案的老師，必須要有相當的積極性、對科技不會排斥、對館校合作有概念，並願投入時間和協調資源。

#### (四) 博物館數位內容須有足夠規模

以本次專案為個案進行探析可以發現，博物館必須要有足夠的數位內容、數位素材，方有足夠的空間和彈性設計不同老師和學生所需要的進班教學方案；尤其新的科技（如VR和3D列印）比起既有的科技型態（如影片和圖片）更容易發生缺乏內容的情形。雖然，我國的博物館在過去已經歷了數位典藏計畫的數位化大潮，對網站和資料庫已有概念，但VR和3D列印不同於平面的網站，欲建立可用於館校合作的VR和3D列印內容，除了思考科技與所欲傳達的文物內容之間的關係之外，還必須進行重新建立沈浸式的場景、設計環境和互動點、立體掃描文物以進行3D建模等工作，對博物館實為一項挑戰。

#### (五) 3種科技在主題上須有關聯性

對本次專案進行個案進一步分析可發現，將線上影音、VR以及3D列印3種不同科技在同一次進班推廣課程中應用，雖然可以發揮不同的體驗和學習特性，但內容上須有相關性，否則進行推廣教育時，3種科技所呈現的內容若無相關性存在，則教學效果便容易流於失焦。由於3種科技的內容素材經常是在不同的專案、不同的時期、因應不同的政策目標所製作，一旦要將3種科技的內容成果匯集於單一的館校合作活動中應用時，很容易發生三者彼此的內容沒有太多相關性的現象出現。本次故宮專案所應用的3種科技內容為避免此一現象出現，在3種科技的內容選擇上，會特別挑選具有相關性的內容，再加以整合進同一套推廣課程之中；但在挑選的過程中也發現，有相當部分的內容彼此並不相關、不易整合納入同一套推廣課程之中，要找出三者內容上高度相關的素材，需要特別用心並仔細觀各個數位內容之中出現的可用教學元素。

#### (六) 活動設計的適當性

由於線上影音、VR以及3D列印3種不同科技在學生參與和欣賞上的特性不同，必須在換場時機、體驗方式上分別設計，但又需要作到在流程上能夠串連。根據在現場應用觀察法之結果可發現，若是在環境佈置時便先將3D列印的文物造型卡通人物先拿出來佈置，或是先將VR器材先架設好，往往會讓小學生分心、難以專心觀看影片或參與討論及問答；而VR分組團體活動結束前，也不宜將3D列印機器推出來，容易造成小學生因好奇而一擁而上觀察機器如何列印出實物，造成VR分組團體活動無法順利進行。此一現象證明，「實物」仍然是人類經驗中重要的一環，對實體物件的好奇和喜愛是人類的本能；同時也顯示出在課室活動中，線上影音、VR以及3D列印必須在適當的時間依序應用，以發揮各自不同的特性並避免造成觀眾分心，但各自應用的時段彼此之間的間隔又不能太長，才能保持活動的流暢。

#### (七) 注意設備於學校之實施環境條件

在個案發展過程及現場觀察均發現，欲將科技元素成功應用在館校合作的實地推廣課程中，學校環境的配合是在規劃過程中不可忽略的重要因素。例如，由於在觀賞影片後需要進行討論和問答，因此影片播放設備或可播影片的平板電腦是必須的配備；而隨後的VR分組活動，更因為HMD型態的VR需要至少3-5平方公尺的操作空間，加上分組後所需的比賽空間需求，在空間上需要找尋夠大且平坦的教室方可實施；而平板、VR加上3D列印同時出現在同一教室，且配置位置又都不同，電力配置點是否足夠也是需要注意和克服的問題。

### (八) 人員的能力與組成須注意

經由現場人員在執行過程中的參與式觀察可發現，在每次實施前的規劃和討論過程中，雖然各種科技元素的體驗方式不同，固然需要有能熟悉多種不同科技裝置操作的人員參與，但更重要的是，現場負責解說、引導討論的人員必須具有在小學生面前講解、帶動、設計教案內容的能力，還需要對文物特性有相當瞭解，才能夠順暢生動的完成解說、引導討論、帶領體驗的工作。因此，欲實施包含了多種科技體驗的館校合作活動，需要不同專長的博物館同仁組成團隊共同執行，不能僅由單一專長的工作人員進行。

### (九) 執行方式須配合科技特性

在執行過程和個案規劃發展的分析中也發現，3種科技元素雖然各有不同的體驗優勢，但也各有不同的科技特性需要規劃特別的執行方式，否則便不易發揮其優點。例如，HMD 型態的 VR 每次同時間僅能提供 1 人使用，而且多部 VR 彼此之間也不易在虛擬場景中一起活動。因此本次專案故宮團隊便設計了分組活動的方式，由 1 人使用 VR、其他同組成員雖然無法同時使用 VR，但可反向應用這種僅有 1 人可使用的特徵，由負責使用 VR 的同學

描述 VR 場景中的文物特徵，大家合力去猜測這位使用 VR 的同學到底看到了什麼文物，以促進參與感、記憶文物特徵，以達成合作學習的目標。3D 列印則是需要注意其積層製造的特性，每列印一個物件都需要相當長的層疊列印時間，如果到了班級現場才開始列印文物造型物件，可能到活動結束都還列印不了幾個物件，最好能讓負責 3D 列印操作的同仁提前到達會場，預先列印，以準備足夠數量的文物造型物件，並適時將快要列印完成但仍在列印中的裝置，推入教室供同學觀察列印實況。圖 5、圖 6 為故宮館校合作現場實施 VR 分組活動的狀況。

### 三、實施與推展的困難

#### (一) 中小學教師的科技接受度不一

雖然在教學實務上，現今的中小學教學現場，已有相當多科技可以應用於輔助教學，但不同的教師對於線上影音、VR 以及 3D 列印的接受度並不一致。根據現場觀察、與合作學校中的不同老師交談的結果發現，目前大部分的中小學老師對於線上影音在教學上的作用大多非常肯定，但也發現部分教師對 VR 接受度低，有些老師則認為 VR 僅有娛樂價值而沒有教學價值。



圖 5. 實施 VR 分組體驗 (照片來源/吳紹群攝)



圖 6. 實施 VR 分組活動進行狀況 (照片來源/吳紹群攝)

## (二)科技的不預期性

由於線上影音、VR 以及 3D 列印在安裝和使用上各有不同的要求，因此實施專案的同仁往往需要隨機應變，以因應不同科技在使用上各種無法預期的狀況。以線上影音而論，在執行過程中觀察，雖然偏鄉教室目前有線網路大多已佈建，但 WiFi 並不穩定，如果要使用平板來播放影片進行討論與問答，容易發生影片播放不順暢的問題；而 HMD 式的 VR 則是架設須較久，且須現場調校之細節較多，也容易受到反光物體、強光等等的干擾影響 VR 裝置訊號的傳遞，需要即時校準排除問題，此等狀況均為館校合作推廣實施時，在現場須隨機應變處理的問題。

## (三)內容更新不易

VR、文物 3D 建模之內容產出不易，較難快速調整更新。如果合作的學校或老師提出新的內容需求，或是需要因應新的展覽文物進行教育推廣活動時，不易快速提供新的內容。

## (四)當學期回訪故宮的時間間隔較久且不定，影響學習效果

本次專案也規劃有回訪故宮的機制，希望曾經與故宮合作過進行館校合作進班推廣的學校班級，或曾經使用過故宮素材或故宮教案的學校，可以在體驗過故宮的數位內容或館校合作活動後，在當年度免費實地參觀故宮的展覽。但有時因為學校課程進度、同學和老師時間安排、交通困難等等的原因，往往必須過了好幾個月以後，學校的老師和同學才有機會實地參訪故宮。

## (五)實施成本高、方案普及不易

經由個案發展過程之分析發現，線上影音、VR、3D 列印 3 種科技並不常同時應用於單一教室，同時應用於單一館校合

作活動中的實施成本也相對偏高。如果要在館校合作活動中應用 VR、3D 列印，除了先前已提到的內容建置不易以外，VR 的設備價格目前仍然略嫌偏高，且需要有熟悉設備組裝和操作的同仁一同參與隨行，並且 VR 裝備在予以裝箱、裝袋之後，仍有相當的體積和重量。而 3D 列印的使用則是與 VR 類似，除了內容建置不易、軟硬體價格偏高之外，也需要搬運 3D 列印機本身、材料、列印好的成品，還需要有熟悉操作的人員。故而在短期內，博物館界要在館校合作計畫中、在許多學校大量同時使用這些科技元素，仍相當不易。

## (六)混齡實施的困難

在本次專案實施過程中經由觀察也發現，偏鄉學校由於所處地區人口外流嚴重，許多學校每個年級往往學生人數相當少，因此在館校合作推廣活動中，經常會出現不同年級的學生混齡參加館校合作推廣活動的情形出現，這對於科技元素的體驗方式、引導討論和問答的設計都是一種挑戰。國小高、中、低年級年齡不同，在影片內容、VR 內容和機型選擇、3D 列印輸出的物件等各方面，都會有不同的需求特性。例如，低年級同學無法看懂情節較複雜的故宮線上影片，低年級因年齡太小，也不太適合使用 HMD 式的 VR，但低年級對於 3D 列印會較有興趣。因此，若是在現場發現有混齡參與的情形發生時，在 VR 的分組活動中便不宜納入低年級同學，需要以其他活動或由老師帶開；而活動後的學習單或作業，也需要有注音版以因應低年級的需要。就實際實施的情形來看，線上影音、VR 以及 3D 列印同時要在館校合作課程中完整應用，由於其體驗方式和內容的複雜性，仍以中高年級較為適合。

總之，在館校合作課程中同時納入線上影音、VR 以及 3D 列印 3 種不同科技



元素，對博物館在內容、人力、技術、成本、規劃等各方面都具有相當的挑戰性。3種不同科技元素在館校合作活動中實施時，各有其應用上的優點、成功推動的條件以及實施之限制，博物館在規劃將科技應用於館校合作時，必須以更周全的角度思考和進行設計。

## 結論與建議

經由對於故宮在各學校與老師合作、推動以數位科技進行館校合作推廣的經驗顯示，線上影音、VR、3D 列印各有其在體驗和使用上的特性，在教育用途上發揮作用，也各有其特質。因此，在規劃綜合應用於館校合作場域時，需要視課程特性、場地、次序、教學目的等各種因素進行規劃，方能使各種科技元素發揮作用。雖然，數位科技的新奇、炫目和帶有遊戲性質的特質，可以使各種科技元素在博物館的非正式教育環境下得到絕佳的發揮空間，但由本次專案中也可發現，在博物館的推廣教育活動中，科技元素無法單獨在館校合作專案中發揮作用，而是要配合館校合作專案中的發想、討論、設計、內容製作、進班實施等一連串多種因素互動過程，始能獲得效果。

本研究經由綜合分析與各學校合作實施館校合作的個案，分析線上影音、VR 以及 3D 列印 3 種不同科技同時應用於進班推廣教育活動的優點、成功推動條件以及實施之限制。結果顯示，由於 3 種科技各自具有在教育應用上的不同優點和體驗方式，所以當博物館與學校合作在推廣教育中採用多種不同科技時，可以讓學生獲得多種的刺激和體驗模式，並提昇學習動機、創造博物館文物與學生之間多種不同的連結、配合當學期實際參觀故宮達到虛實整合學習效果、創造博物館數位資源再利用的機會、發揮延時學習的效果，以及

讓老師更瞭解故宮的數位學習資源等等多方面的優點；另外，欲於館校合作中同時成功地應用 3 種不同的科技要素，也需要多方面的條件配合，包括了老師的意願和主動性、課程的背景脈絡影響效果、授課條件的配合、博物館數位內容須有足夠規模、3 種科技在主題上須有關聯性、活動流程設計須適當、人員的能力與組成須注意、執行方式須配合科技特性、須注意科技元素之實施環境條件等等；最後，本次故宮專案所試行之將 3 種不同科技同時應用於館校合作推廣活動中的作法，在實施上仍有其限制條件，包括了中小學教師的科技接受度不一、實施成本高且方案普及不易、混齡實施有困難、回訪故宮的時間間隔較久且不定、VR 及 3D 列印內容更新不易、科技的使用狀況具不預期性等等需要注意。

更進一步分析，雖然本次專案將線上影音、VR 以及 3D 列印 3 種不同科技同時應用於館校合作活動中各有其應用上的優點、實施的條件以及實施的限制，但在歸納後可以發現，這些優點、實施條件和實施限制，都可能是影響博物館將科技應用在館校合作活動時的成敗因素；若將這些優點、實施條件和實施限制因素依其特性進一步歸納，可進一步各自歸納為「人員」、「課程和學校」、「科技特性」以及「數位內容」等 4 個面向。例如，在應用上的優點而言，在「人員」面向上的優點就包括了可以使老師更瞭解博物館的數位資源，在「課程和學校」的面向上的優點則包括了在當學期實際參觀故宮達到虛實整合學習效果，在「科技特性」的面向上則包括了提供多種的刺激和體驗模式以提昇學習動機，在「數位內容」的面向上的優點則包括了博物館數位資源的再利用等等的實施優點。同樣的，在成功實施的條件上，一樣可以進一步歸納，在「人員」面向上的條件包括了老師的意願和主動

性、博物館人員的能力與組成等條件；同樣在「人員」面向上，則又必須特別留意老師和學生的差異，並且在教學現場端注意老師和學生的參與和需求不同。研究結果顯示，在學生的參與程度上，會因為個人差異、年齡等因素，而導致對不同科技元素的接受程度不一；在老師方面則會因為教師個人的意願、對科技的接受程度、對館校合作的認知等因素，而導致在實施的條件、實施的限制等層面上有不同的結果。在「課程和學校」面向上則包括有授課條件的配合、課程的背景脈絡影響效果等條件，在「數位內容」的面向上則須注意博物館數位內容須有足夠規模，在「科技特性」的面向上則須因應科技元素之實施環境條件、執行方式等等。最後就實施上的限制來說，同樣可以歸納出在「人員」面向上須注意中小學教師的科技接受度不一、混齡實施有困難等限制因素，在「課程和學校」面向上則須注意回訪故宮的時間間隔較久且不定會影響學習效果，

在「數位內容」面向上則須瞭解 VR 及 3D 列印內容更新及客製化不易，在「科技特性」的面向上須注意實施成本高、科技的使用狀況具不預期性等問題。表 1 為 3 種科技元素應用於館校合作活動之優點、成功推動條件、實施之限制，以及依人員、課程和學校、科技特性與數位內容 4 個面向之歸納結果。

若以故宮在本研究中所實施的專案為例，以 ADDIE 模式分析，可獲得大致如下之結果：

### 一、專案之分析

故宮專案之學習目標，主要在於以數位方式提昇國中小人文與藝術領域學生的學習興趣；主要學習者為偏鄉或教育優先地區之中小學生；學習單元以單一課程中 2 至 4 小時不等的教學內容量為主；可利用之學習資源則以故宮之數位內容及專案所發展之內容為主。

表 1.3 種科技元素應用於館校合作活動之優點、成功推動條件、實施之限制及綜合歸納

	研究結果	綜合歸納面向
實施的優點	提供多種的刺激和體驗模式可提昇學習動機 創造博物館文物與學生之間多種不同的連結 以科技和實際參觀故宮，達到虛實整合學習 博物館數位資源的再利用 可發揮延時學習的效果 使老師更瞭解故宮的數位學習資源	科技特性面因素 科技特性面因素 課程及學校面因素 數位內容面因素 科技特性面因素 人員面因素
成功推動的條件	老師的意願和主動性 課程的背景脈絡影響效果 授課條件的配合 博物館數位內容須有足夠規模 3 種科技在主題上須有關聯性 活動流程設計須適當 人員的能力與組成須注意 執行方式須配合科技特性 須注意科技元素之實施環境條件	人員面因素 人員面因素 課程及學校面因素 數位內容面因素 數位內容面因素 科技特性面因素 人員面因素 科技特性面因素 課程及學校面因素
實施之限制	中小學教師的科技接受度不一 實施成本高且方案普及不易 混齡實施有困難 回訪故宮的時間間隔較久且不定 VR 及 3D 列印內容更新及客製化不易 科技的使用狀況具不預期性	人員面因素 科技特性面因素 人員面因素 課程及學校面因素 數位內容面因素 科技特性面因素

資料來源：本研究自行整理

## 二、專案之設計

故宮數位學習館校合作專案之內容，以活動前、中、後方式進行組織，並以影音串流、VR、3D 列印不同工具的特性進行學習活動中的內容傳達。教學活動以博物館非正式教育的特性為主要進行方式，強調體驗和留下印象，減少背誦特定知識的比重，學習單的設計也以簡單和多彩為主軸。

## 三、專案之發展

設定好故宮數位學習專案之設計方向後，即開始對數位學習專案進行內容發展。首先是實際產生前、中、後的流程和講題內容以及科技應用方式，並因應需求對故宮的數位內容進行諸如影片剪輯、VR 編修、3D 模型輸出方式等之修改，以符合教學現場需求。

## 四、專案之實施

專案需要聯繫有意願、符合條件之偏鄉中小學實施，並在學期進行中配合一門（2 節）或二門（4 節半天）的時間實施，以及與任課老師討論人數或分組等細節、現場網路狀況、是否配有平板或電腦等條件狀況。

## 五、專案之評量

專案之數位學習館校合作實施，除了有在現場進行攝／錄影、觀察，也會在每次活動結束返回故宮後開會進行檢討。而針對部分老師在使用故宮數位內容資源的層面，也曾進行滿意度調查。

總而言之，科技在當今的學習環境中所扮演的角色日益重要，博物館在推動館校合作的過程當中，自然也需要因應現今學校在學習方式、學習工具上的變化，找出最適當的科技應用途徑；上述之研究結果綜整、ADDIE 模式分析，均可供未來博物館界在推動館校合作數位學習方案上

作為實作的參考。但是，博物館將線上影音、VR 以及 3D 列印等科技應用於館校合作，並非只著眼於科技的炫目或單純只為了吸引中小學生的注意，而是應當將各種不同科技的特性和不同科技可以創造學習效果的部分予以整合、有機地融入館校合作的方案之中；而此一規劃過程，科技的角色和效果亦非單獨作用，科技元素在館校合作規劃和實施的過程是一連串和其他元素的動態融合的過程，科技元素在此一過程中將會和實施和參與的人員、課程和學校、博物館的數位內容等各面向的因素產生相互影響。未來，其他博物館若欲於館校合作活動中應用一種或多種科技，更需要由人員、課程和學校、博物館數位內容等多面向的途徑去進行整體的科技應用規劃，並將規劃和實施視為動態的過程，儘可能找出科技應用的優勢、落實科技應用的條件、解決實施上的困難。在此根據研究結果，提出若干建議，作為未來其他博物館在館校合作活動中應用科技元素上的參考：

### 一、博物館應建立教育活動的數位內容管理機制

本研究以線上影音、VR、3D 列印 3 種不同的科技元素在館校合作中的應用為主要研究對象。然而無論是線上影音、VR、3D 列印，其基底均為博物館的數位內容，而這些內容在當今公立博物館的生態，往往是在不同階段，由不同個人、不同專案、不同部門所分散建立，若缺乏統整或跨部門的管理機制，往往會造成數位內容的桶倉困境 (content silo trap) (徐典裕, 2012b)，數位內容雖然逐年增多，卻無法被有效的獲取、表達、組織。隨著中小學教學現場對數位科技的重視日益提高，博物館在規劃將科技元素應用於館校合作時，建議應先盤點博物館內的數位內容、並建立數位內容管理機制，讓館校合

作的規劃者在挑選和組織數位內容、選擇科技手段時，可以有明確的內容來源，同時也讓館內已有的各種數位內容可以在各種不同的館校合作活動中被充分利用。

## 二、由「人員」、「課程和學校」、「科技特性」、「數位內容」等多角度分析規劃

國內的博物館，未來若有意在館校合作推廣活動中同時應用這 3 種不同科技，可以仔細思考這些科技應用上的優點、成功推動條件以及實施之限制，並在規劃上努力發揮優點、吸取成功推動的經驗、克服或迴避實施上的限制，以創造最好的館校合作效果；更可以同時從「人員」、「課程和學校」、「科技特性」以及「數位內容」等 4 個面向，分別去思考在館校合作中如何發揮科技應用的優勢、如何創造成功實施的條件，並分別由不同面向去解決實施上的困難。

## 三、以全媒材的概念進行館校合作科技應用規劃

自從過去國內各博物館開始參與數位典藏計畫以來，許多博物館教育部門人員和中小學老師，均已瞭解到將博物館數位資源應用於中小學現場對館校合作的重要性。然而，過去博物館對於數位資源的應用，主要聚焦於將文物數位化，並應用網路和典藏資料庫進行備課；但當今隨著數位匯流和數位技術的再進步，所謂數位化，已超出了傳統上僅聚焦於網路和資料庫的型態，而是朝向「全媒材」(omni-material) 的方向發展，體驗方式和科技媒材非常多樣；即便教學現場採用傳統媒材，也很可能需要搭配數位科技。未來博物館在規劃將科技元素應用於館校合作時，必須考量到教學現場中各種不同感官體驗方式、各種不同教學手段，都已可能具備了實體和數位化等多樣的運作方式。因此在規劃上需要由「全媒材」的角度出

發，設想館校合作現場的各種工具的應用狀況，以及這些工作在操作時是否會採用一種以上的博物館數位內容和技術，而非僅使用單一的科技元素，同時也要思考傳統媒材在教學現場如何和數位媒材搭配。

## 四、博物館可將館校合作視為一種工作圈和資料鏈的關係，並長期經營

誠如文獻探討中所指出的，館校合作的型態大致上被劃分為博物館主導、學校主導、第三方主導等不同合作類型。但經由本研究可知，資訊科技已然改變了中小學教學現場，老師對科技的接受度和資訊素養也日益提高，科技和數位內容的應用在現今的中小學已成為重要元素。而中小學教師未來無論是發展特色課程或是自行設計教學單元，博物館的數位內容和數位服務機制，將是支援中小學教師備課和研究的重要資源。因此，未來博物館和中小學之間的合作關係，應考量數位科技和數位內容在傳遞和服務投射上的需要，發展博物館和中小學之間在資訊服務和數位內容傳遞上的資料鏈，以 Open API 介接、學校教學資訊系統與博物館資訊單位鏈接等方式，建立博物館和中小學之間常態的數位內容、數位服務合作關係，並發展博物館與諸多中小學之間以數位教學為基礎的工作圈，互相討論並提昇合作品質。否則僅依賴各年度少量的博物館進班宣導推廣，或部分學校少數老師與博物館合作，都難以長期發揮博物館數位內容和數位科技在中小學的作用，中小學老師也難以長期、穩定地取得博物館的數位資源。

## 五、科技應用於博物館館校合作活動可考量虛擬與實體雙向流動的可能

過去，博物館館校合作活動的設計，在媒體素材的應用上，大多虛擬與實體涇渭分明，近來則朝向虛擬與實體整合應用或整合設計的方向發展，此一現象或可稱

之為「虛實整合」(徐典裕等, 2015)。本研究則顯示, 在館校合作活動中採用多種的科技元素, 各科技元素不僅和館校合作活動中的實體資源(如老師、教室、館員等)發生交互合作, 各種不同樣態的科技媒材之間, 同樣也突破了過去只能「虛實合作」的狀態, 而朝向虛擬與實體雙向流動的方向去進行活動內容規劃和設計。例如, 過去 3D 建模的成果只能存在於動畫中展現, 現在 3D 建模的成果則可以用 3D 列印創造出實體世界可觸碰的物件, 逆轉了過去只能由實體物件予以數位化的運作方向; 又例如過去博物館的實際展廳氛圍和環境, 主要用於讓觀眾實際親身參觀, 並且和影片、資料庫或網站中的數位媒體進行互補, 然而現在博物館的展廳實體環境經由環景攝影或建模式的 VR 技術, 也能提供另一種不同的虛擬體驗, 等於是增加了另一種由實體向虛擬流動的體驗方式。因此, 未來博物館在規劃和設計館校合作的媒材時, 將可由虛擬與實體媒材交錯應用的基礎出發, 進一步思考同一個體驗內容, 是否可能在虛擬與實體之間進行雙向流動, 並以此刺激學童, 創造更深刻

的記憶和更豐富的經驗, 以提昇館校合作活動的學習效果。

在未來研究方向上, 本文以故宮推動館校合作專案為研究對象, 探討其應用線上影音、3D 列印以及 VR 等 3 種科技元素的優缺點、成功要素、限制等問題。由於受限於專案推動時程、人力、經費等因素, 目前僅以博物館之角度進行研究, 未來可朝向以館校合作之受眾方——教師及學生作為對象進行研究, 包括老師及學生學習活動觀感或學習成效評量、評估師生之參與經驗與成效等議題, 並以訪談、準實驗等更多樣性之研究方法進行。

## 誌謝

本研究部分構想, 曾於國立自然科學博物館「亞太博物館教育國際研討會」宣讀, 復經與會學者專家提供意見, 並參酌博物館界同道建議修改內容, 特此申謝。另對本研究中之專案合作中小學、故宮專案團隊同仁, 亦併致謝忱。同時也感謝故宮郭鎮武博士對專案之引導, 以及國家高速網路中心技術上之協助。

## 參考文獻

- 王秋貴, 2016。以 ADDIE 模式探討數位學習教材之教學設計：以國中程式語言教學為例。南華大學資訊管理學系碩士論文。
- 林鼎盛, 2014。3D 列印的發展現況, 科學期刊, 503: 32-37。
- 邱美虹、唐尉天, 2015。行動科技與擴增實境在科學教育上的應用, 臺灣化學教育, 1(3): 257-263。
- 姜宗模, 2005。中小學教師在數位博物館資源的應用與學習, 博物館學季刊, 19(2): 107-117。
- 施明發, 2001。如何規劃博物館教育活動。臺北：行政院文化建設委員會。
- 徐典裕, 2012a。全方位數位博物館建置。臺北：數位典藏拓展臺灣數位典藏計畫。
- , 2012b。虛實整合跨領域知識內容管理與數位博物館建構模式：以國立自然科學博物館為例, 博物館與文化, 4: 3-26。
- 徐典裕、王蕙涵、郭凡瑞, 2015。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, 博物館學季刊, 29(1): 99-115。

- 高芝蘭，2012。從「館校合作」經驗模式建構教師現代藝術教育專業知能之成長路徑，臺灣教育，676：39-43。
- 張秀娟、曾瑞蓮，2013。博物館運用學生校外服務進行科教活動推廣之研究：以國立科學工藝博物館為例，科技博物，17(2)：91-108。
- 張雅惠，2016。3D 列印在高屏地區之藝術教育推廣現況初探，2016 新媒體創作與視覺傳達設計國際研討會論文集。屏東：國立屏東大學。
- 張慧雯、柯皓仁，2005。運用 Rapid E-Learning 與 ADDIE 模式於圖書館利用教育教材開發。國立交通大學資訊學院圖書資訊學程碩士論文。
- 陳向明，2002。社會科學質的研究。臺北：五南圖書出版股份有限公司。
- 黃國禎，2016。翻轉教室：理論、策略與實務。臺北：高等教育出版社。
- 黃梅君，2009。國立傳統藝術中心展示館與國民小學發展館校合作之研究：以宜蘭縣為例。國立臺北教育大學教育政策與管理研究所學位論文。
- 葉國慈，2004。小學教師運用校外教學資源的認知與態度之調查研究：以科學博物館到校服務活動為例。國立新竹教育大學進修部數理教育碩士班碩士論文。
- 靳知勤，2000。教師參與科學博物館短期環境教育專題研習的影響：三位國小自然科個案教師的比較研究，科學教育學刊，8(3)：287-316。
- 廖敦如，2002。新世紀藝術教育思潮的展望：兼介一個「館校合作」的案例，中小學一般藝術教育師資培育研討會論文集，頁：305-320。臺北：國立臺灣藝術教育館。
- ，2005。我的教室在博物館：英美「館校合作」推展及其對我國的啟示，博物館學季刊，19(1)：79-95。
- 蔡亞竹，2016。美術館與學校教師專業成長社群合作之個案研究：以《One piece museum》北師美術館館校合作計畫進駐板橋中山國小為例。國立臺北教育大學藝術與造型設計學系學位論文。
- 賴靜怡，2007。埔里國小教師運用社區博物館資源進行藝術教學的個案研究。彰化師範大學藝術教育研究所碩士論文。
- 謝文和，2000。博物館與學校的教育夥伴關係，博物館學季刊，14(2)：15-21。
- 瞿海源、畢恆達、劉長萱、楊國樞，2015。質性研究法。臺北：東華書局。
- Babbie, E., 2004. *The Practice of Social Research*. Belmont, CA : Thomson/Wadsworth.
- Burchenal, M. and Grohe, M., 2007. Thinking through art: Transforming museum curriculum. *Journal of Museum Education*, 32(2): 111-122.
- Casu, A., Spano, L. D., Sorrentino, F. and Scateni, R., 2015. RiftArt: Bringing masterpieces in the classroom through immersive virtual reality. *In: Eurographics Italian Chapter Conference*, pp. 77-84.
- Gladysheva, D., Verboom, J. and Arora, P., 2014. The Art Tube: Strategies, perceptions and outcomes of museums' online video portals. *Digital Culture and Education*, 6(4): 393-408.
- Gonzalez, D. D. M., 2015. *Museum making: Creating with new technologies in art Museums*. Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology.
- Hancock, M., 2015. Museums and 3D printing : More than a workshop novelty, connecting to collection and classroom. *Bulletin of the Association for Information Science and Technol-*

- ogy, 42(1): 32-35.
- Hussein, M. and Nätterdal, C., 2015. The Benefits of Virtual Reality in Education: A Comparison Study. Retrieved from [http://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/39977/1/gupea\\_2077\\_39977\\_1.pdf](http://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/39977/1/gupea_2077_39977_1.pdf).
- Jakobsen, L. S., 2016. Flip-flopping museum objects from physical to digital – and back again. *Nordisk Museologi*, 1: 121-137.
- Moesgaard, T., Fiss, J., Warming, C., Klubien, J. and Schoenau-Fog, H., 2015. Implicit and explicit information mediation in a virtual reality museum installation and its effects on retention and learning outcomes. *In: European Conference on Games Based Learning*, pp. 387-388. Academic Conferences International Limited.
- Neumüller, M., Reichinger, A., Rist, F. and Kern, C., 2014. 3D printing for cultural heritage: Preservation, accessibility, research and education. *In: 3D Research Challenges in Cultural Heritage*, pp. 119-134. Springer Berlin Heidelberg.
- Orthwein, M., 2015. 360 Beyond the screen: Immersive, stereo-surround projects in cooperation with Museum of Ancient Seafaring in Mainz. *In: Proceedings of the Conference on Electronic Visualisation and the Arts*, pp. 330-336. British Computer Society.
- Ott, M. and Freina, L., 2015. A literature review on immersive virtual reality in education: State of the art and perspectives. *In: Conference proceedings of eLearning and Software for Education (eLSE)*, No. 1, pp. 133-141. Universitatea Nationala de Aparare Carol I.

#### 作者簡介

吳紹群現任國立故宮博物院教育展資處副研究員兼科長、輔仁大學圖書資訊學系進修部兼任助理教授。

## 附錄：活動學習單範例

學校 \_\_\_\_\_

班級 \_\_\_\_\_

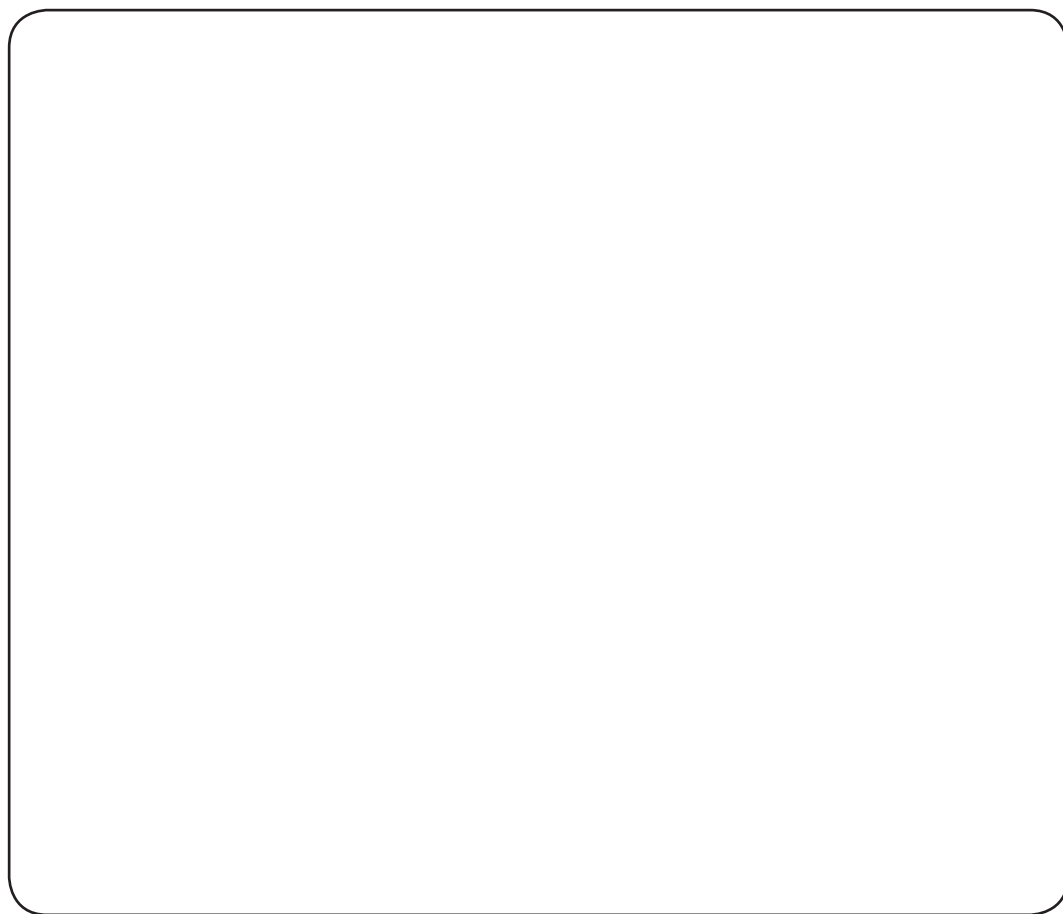
姓名 \_\_\_\_\_

### 歡迎光臨虛擬博物館！

戴上頭盔，你將來到一個虛擬空間，請仔細觀察，動動腦回答問題。  
最佳尋寶者，就有機會將寶物帶回家！

#### ★進入虛擬世界前，請你想一想

你聽過故宮博物院嗎？你知道裡面有些什麼嗎？請將你的想像畫下來。



恭喜你順利回到現實世界，還記得剛剛看到了什麼嗎？

問題 1. 請問展間裡總共有幾件作品呢？

問題 2. 有幾件器物？幾張繪畫？幾件書法呢？

問題 3. 有一幅繪畫，上面有兩個小孩正在逗著貓咪玩，你還記得它的畫名嗎？

問題 4. 最後請你畫下虛擬博物館裡，印象最深刻的事物。



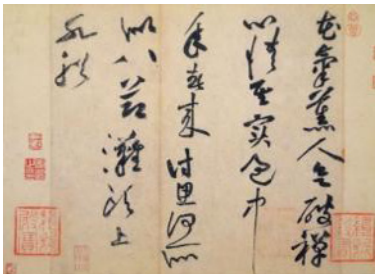
## 補充資料



### 宋人 冬日嬰戲圖

畫姐弟二人在冬天庭院裡玩耍的情景，姐姐的手裡拿著一根色彩斑斕的旗子，小男孩則用細紅繩牽引著一根孔雀羽毛，正想逗弄著貓兒。姐姐則挽三鬢於頭頂及兩耳，再以紅白相間的錦緞纏繞其間，為宋代小女孩常梳之髮式。弟弟的頭髮束結著紅絲縷，形如鵝角，更增添孩童純稚的神情。

以長而圓潤的線條，畫出衣紋，再仔細點染衣服上的花紋，賦予衣服華麗柔軟的質感。一隻黑白花貓在一旁自顧自地玩著毛絨球，兩人的眼神落在花貓的身上，將孩童與花貓間的互動關係處理得細緻可愛。畫面配景所植的花木如梅花、山茶等，用以暗示著冬令時節，畫家卻利用溫暖的紅黃色系，將畫面安排得明麗爽朗，如小女孩、小男孩的紅色髮結、衣帶，華麗的紋飾，色彩斑斕的旗子，加上毛絨絨可愛的小花貓，使人不覺得有絲毫的寒意，反而結組成一派和諧而溫煦的情調。



### 黃庭堅 花氣薰人帖

七言詩：花氣薰人欲破禪，心情其實過中年。春來詩思何所似，八節灘頭上水船。

譯文：花朵開放時的香氣薰來，彷彿使平日修行禪定的功夫都被破除了，過了中年竟然還有這樣為花感動的心情。到了春天，有著寫詩的念頭，卻又像一層一層逆水的灘頭，船要上行，何其艱難啊！

蔣勳：「花氣薰人是黃庭堅的小品之作，一首 28 個字的小詩，以隨意自在的筆法寫來，非常爛漫天真，在黃庭堅講求結構的書法中也是不可多見的好作品。作者為了傳達自己對年齡、歲月、春天、生命創作許多複雜的經驗，寫了這首詩，用最自然的方式來書寫，把黃庭堅平日嚴謹的中鋒線和草書中的宛轉結合起來，構成一幅完美的小品，是欣賞書法不可多得的佳作。」



### 清 翠玉白菜

原是塊半白半綠的翠玉，若琢成一般瓶罐鐳珮，則將會因為其裂璽、斑塊，而被視為多瑕的劣材。但玉工想到白菜的造型——綠成菜葉；白是菜梗，裂璽藏在葉脈中，斑塊則為經霜痕，眾人眼中的缺陷，透過創作者的用心與創意，遂轉化為真實與美好。

此件作品原陳設於永和宮中，因此有一推測，此白菜係屬住在永和宮內光緒帝的瑾妃所有，進而衍生出白菜寓意清白，象徵新嫁娘的純潔；葉尖兩隻昆蟲寓意多產，祈願皇室子孫綿延多子多孫的吉祥象徵，讓作品的內涵更趨圓滿。



### 宋徽宗 詩帖

宋徽宗（西元 1082-1135 年），姓趙名佶，宋代第八位皇帝，神宗第十一位兒子，因其兄哲宗死後無子承繼，於是繼承王位。後來被金兵俘虜，死於五國城（今黑龍江依蘭）。徽宗雖然為亡國之君，然而自幼喜好書畫，稟賦極高，筆下書畫無不精工。並且主導北宋晚期畫院，影響中國繪畫至為巨大。徽宗書法，自成一體，自號「瘦金書」，為楷書的一種，特徵是筆畫瘦細峭硬，在轉折處，將運轉、提頓、出鋒等筆路痕跡，都加以強化，每一筆筆跡都清晰可見，成為其書特點。結體雖楷，但整體運筆快捷犀利，有股灑脫的風神，反似行如草。本幅朱絲欄界格，字形大而剛勁，為傳世所見徽宗書法字跡最大者。

詩帖寫徽宗於其御花園所見之美景以及所感之幽情：當徽宗沉醉在一片美麗而難以名狀的庭園美景中時，一隻飛舞的蝴蝶，或許也被滿庭濃郁的花香所沉迷，正翩翩地追逐著晚風。



### 范寬 谿山行旅圖

范寬（約 950-1032 年後），字中立，華原（今陝西銅川市耀州區）人。擅畫山水，長年觀察自然而獨創一家面貌。本幅採三段式構圖，近景為下方居中的巨石，中景則是驢隊所在，遠景畫一高聳主山。山腰下藉雲霧留白，凸顯空間遠隔之效。全幅以方折墨線勾勒輪廓，再藉短簇如雨點般的皴筆，模擬土石質感。龐大山體與畫中的行旅驢隊形成強烈對比，展現出懾人的雄壯氣勢。右下方樹蔭下署有「范寬」名款。



### 郎世寧 百駿圖

郎世寧（西元 1688-1766 年）是義大利來華傳教的耶穌會教士，他以精湛的繪畫技藝而供奉朝廷，歷仕康熙、雍正、乾隆三朝。善繪人物、花鳥、禽獸。本幅畫姿勢各異的駿馬百匹，遊憩於草原之間，樹石、山水、人物無不寫實精緻。全幅色彩濃麗，構圖繁複，形象逼肖；又以中國傳統畫技法加入西洋光影透視法及西畫顏料，使畫面顯得中西趣味兼容併蓄，為郎氏早期典型代表作品之一。在長達 7 公尺的長卷上，描繪著秋季牧放馬群的景象。姿態各異的駿馬百匹，遊憩在草原、林木之間，透過細膩的光影變化呈現出精緻的寫實特質。從構圖上看，畫中雖一方面延續著中國牧放馬群的傳統圖式，但又於山水林佈置上充分顯露著西洋深遠效果，馬匹的大小也隨之而有比例的變化。遠山石塊畫法，更異於中國傳統筆法，在林木上亦多堆疊顏料的處理。

# **IT Applications in Museum-School Collaborations: Case Study of the Integration of Online Film, Virtual Reality, and 3D Printing**

Shao-Chun Wu\*

## **Abstract**

Collaborations between museums and elementary schools are important museum educational goals. As new technologies are brought into the museum context, applying these technologies to such collaborations becomes possible. The subject of this study is the National Palace Museum's educational outreach programs in rural elementary schools across Taiwan. Document analysis was carried out to explore the trends in digital applications in museum-school collaborations and to evaluate the pros and cons of the applications of online film, virtual reality, and 3D printing to educational programs. Case study and participant observation were conducted to elucidate the advantages, conditions, and difficulties related to the effective integration of online film, virtual reality, and 3D printing in museum-school programs. The five phase generic ADDIE Model was applied to analyze, develop, design, implement, and evaluate. Finally, suggestions for incorporating IT applications into museum-school collaborations in Taiwan are provided.

Keywords: museum education, museum-school collaboration, online video, VR, 3D-printing, technology integration

\* Associate Research Fellow, Department of Education, Exhibition and Information Services. National Palace Museum; E-mail: friendseek2000@gmail.com