

# 中小學教師參與博物館 STEAM 教育推廣活動之研究 ——以故宮 STEAM 教師工作坊為例

吳紹群<sup>1</sup>

## 摘要

博物館作為非正式的教育機構，一直是中小學資源互補的對象，也和中小學保持良好的館校合作關係。近年來，STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) 教育潮流加上十二年國教及 108 課綱實施，使得中小學日益重視跨領域、動手作、解決實際問題、融入資訊科技等教學理念。博物館也需要因應新型態的教學理念，以協助中小學發展 STEAM 教學，並使博物館的教育活動與時俱進。本研究以故宮所實施之 STEAM 教師工作坊為研究對象，採用個案研究及非參與式觀察法，探討故宮 STEAM 工作坊的實施特點、博物館辦理 STEAM 工作坊時會遭遇哪些問題、老師們是否能順利吸收的條件、工作坊的推動是否能反映藝術類博物館在 STEAM 教學中的特性、中小學教師是否有機會善用博物館資源於 STEAM 教學之中等議題，並提出若干建議供其他博物館參考。

關鍵詞：博物館、故宮、教育、STEAM、跨領域

## 緒論

近年來，強調科際整合的 STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics, 簡稱 STEAM) 教育理念在中小學教育的推動上蔚為風潮，許多中小學都開始將 3D 列印、兒少程式設計、開發板、AR/VR 等融入教學；而自 2011 年

以後，國外的學者專家更開始呼籲應將藝術 (Art) 元素與工程、技術、數學等之教育進行更具深度的整合 (Maede, 2013)，而使得 STEAM 教育的理念在各學科領域受到更多的重視。而我國近期開始頒行、推動的十二年國教及 108 新課綱之中，也強調科際之間跨領域、問題解決、融入邏輯思考及計算能力等概念，與 STEAM 教育

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

的理念實有互通之處。也因此 STEAM 教育的推動及實施，在國內教育界也開始受到相當的討論。

博物館作為一非正式教育機構，長期以來一直與中小學保持良好的館校合作傳統，也一直進行中小學教師的培力、館校資源互補、創造良好的學習環境。在目前中小學教學現場面臨十二年國教及 108 新課綱實施、STEAM 教育理念開始影響教學實務的情形下，博物館館校合作實務勢必須要調整並加以因應；尤其，我國的博物館長年來已累積不少將數位典藏資源融入中小學學習、建置雲端化數位學習平臺等專案之經驗，也積累了不少的數位典藏及數位內容（徐典裕等，2015；林國平、城菁汝，2018），已有一定之技術基礎可以思考、規劃如何推動以 STEAM 教育理念為基礎的館校合作。由於 STEAM 教育需要有具體的資源、科學或藝術藏品資料，始能較為具體的推動，中小學普遍缺乏此類資源，而博物館收藏豐富的各學科典藏資料和研究成果，如果能以工作坊等形式進行推廣，正可以解決中小學教師在 STEAM 教學上的資源需求面問題；而諸如故宮之類的藝術博物館，雖然發展重點不在科學概念和技能的推動，但卻能根據典藏品的內涵，在 STEAM 課程中提供藝術知識、設計思維、美感素養等內涵，經由統整課程的方式充實 STEAM 課程的內涵，這些也是國內博物館目前鮮有探討的。此外，許多國外研究者也指出，雖然近幾年有關 STEAM 教育的研究呈現激增的狀態，但題材大多集中於學校環境，有關博物館如何發展 STEAM 教育的研究仍然十分欠缺 (Saraniero and Kelton, 2019; Grant and Patterson, 2016)，國內博物館界對於 STEAM 教育在博物館教育實務上的探討亦處於空白的狀況。以上的情形，都顯示出我國博物館界在研究 STEAM 教育理念導入於博物館教育場域的必要性，已

日益提高。

因此，本研究擬以國立故宮博物院（以下簡稱故宮）近兩年所推動以 STEAM 教育為基礎理念之中小學教師工作坊為案例，採用個案研究法及非參與式觀察法，探討故宮作為一典型之藝術博物館，如何設計、推動以 STEAM 理念為基礎的中小學教師培力工作坊，並探討博物館如何在教師的 STEAM 培力過程中發揮博物館的特性或優勢、博物館辦理 STEAM 教師工作坊會遭遇哪些問題或困難、教師推動 STEAM 教學時是否能善用博物館資源等議題，以作為我國博物館界未來發展 STEAM 理念導向教育活動之參考。

## STEAM 教育之發展與導入於博物館教育

### 一、STEAM 教育之發展

所謂 STEAM 教育，指的是統合了科學、技術、工程、藝術、數學的教育理念；而在此類教育理念最初提出之時，僅統合了科技導向的科學、技術、工程、數學等領域，而無藝術融入的概念，當時簡稱為“STEM”，並無“Art”精神的統整。可以說當今的 STEAM 教育理念，係由早期的 STEM 發展而來。

在 1990 年代，美國政府有感於必須提昇學生在科技、工程、數學方面的能力，以因應全球知識型經濟下的競爭力 and 產業需求，乃提出結合創客運動精神、採用跨領域課程為主要方法的理念，以培養學生解決問題、運用技術、創新與善用多元媒材的能力（湯維玲，2019）。在實際推動上，STEM 是將原本分散在不同學門的科技相關課程組合為統整課程，連結為具跨科概念、成為一個探究真實世界並解決真實問題的課程，以培養科技能力、溝通與合作技巧、擬定計畫與解決生活問題、培育創新並與真實世界接軌為目標

(盧秀琴、馬士茵, 2019)。自從 STEM 的概念被提出以來, 歷屆美國政府均投入經費或立法大力推動, 甚至將每年的 11 月 8 日定為國家 STEM/STEAM 日 (National STEM/STEAM Day) (湯維玲, 2019), 足見其被重視程度。

然而, STEM 教育在歷經若干年的推動之後, 許多教育界的學者專家也發現了若干問題。例如, 實務上發現藝術的價值與科學技術一樣重要, 偏重科學技術無法達到全人教育的目標; 此外, 美國中小學生的科學成績雖有進步, 但高層次的問題解決和批判思考能力卻表現平平, 甚至有創造力下降的現象 (陳怡倩, 2017; 湯維玲, 2019; Hunter-Doniger and Sydow, 2016)。這些問題都促使各界開始呼籲, 應該要將藝術 (Art) 增加到原有的 STEM 架構中, 提出 STEM+ART=STEAM 的理念, 形成 STEAM 教育, 讓統合性的教育更形完整, 也使科技或工程教育能經由融入藝術教育而達到展現創造力、創意、設計、美感的目的 (Maeda, 2013)。

在此一風潮引領之下, 許多中小學都開始將 STEAM 教育納入課程設計的理念之中、在校園中建置 3D 列印、雷射切割、兒童程式設計, 乃至於機器人教育等設施或資源, 並融入各科教學。一般來說, STEAM 教育課程的實施, 多半以跨領域課程方式進行, 由不同領域的教師合作組成團隊, 以選擇特定專題學習方式規劃課程進行, 以分組方式討論和合作, 強調以問題解決 (Problem-Solving) 為核心, 經由動手實踐想法與製作, 讓學生在真實情境中發展設計與解決問題; 設計妥當的 STEAM 課程, 不只可以讓學生更瞭解科學或工程概念, 更能夠增加創造力、創意、思考力以及社交溝通技巧 (Hunter-Doniger and Sydow, 2016; 盧秀琴、馬士茵, 2019)。而我國近期開始推展的十二年國教及 108 課綱, 同樣也重視跨科、跨

領域的概念, 鼓勵在各個不同領域課程融入其他領域的素養; 並設立科技領域課程, 強調應以素養為導向, 透過科技、材料、資源, 培養學生動手作的的能力, 並以跨學科知識的統合學習, 發展設計、創新、批判思考等能力 (盧秀琴、馬士茵, 2019), 這些都和 STEAM 教育的理念十分相近。因此可以預見, 隨著十二年國教及 108 課綱的實施, 未來中小學對於推展 STEAM 教育所需的資源或方案的需求會日漸提高。

## 二、STEAM 教育的侷限與實施

### (一) STEAM 教育的侷限

雖然 STEAM 教育的實施日益受到重視, 但學者專家也指出, STEAM 教育在實施上目前也呈現出若干的問題或侷限, 主要包括 STEAM 課程經常著重於工程技術的創客教育而忽略了藝術領域的融入、課程設計難度高、各領域教師對課程發展和對自己所不熟悉領域的知識準備不足、學校經費不夠、各校能給 STEAM 課程進行準備和實施的時間太短等問題存在 (湯維玲, 2019; Hunter-Doniger and Sydow, 2016), 需要中小學在導入 STEAM 教育時, 視情形分別加以克服。

而 STEAM 教育在推行上所可能遭遇的各種問題之中, 最常被討論的, 就是 STEAM 中的 “Art” 在實務上經常被忽略、難以有效融入。尤其對於各中小學廣大的人文、社會、藝術領域教師或是像故宮之類的藝術博物館, 更需要瞭解在 STEAM 或十二年國教課綱的架構下, 人文藝術領域課程如何有效和其他科學/自然課程互補共融。由前述對 STEAM 教育的發展所作的探討可知, STEAM 教育是由 STEM 再加入 Art 元素所進一步發展而來。然而, 藝術理念被增加到原有以科技教育為主要目標的 STEM 教學之中, 並不能僅止於裝飾或包裝美化科技課程所產出的作品, 而

是要能夠刺激學生增強設計力、創造力，並能夠和各個不同學科有效共融、形成融合性的教學 (Convergence Education)，才能夠稱之為真正的 STEAM 跨領域教學 (Kwon et al., 2011)。事實上，將藝術與科學技術融合並非是現代才產生的理念，在文藝復興時期就已有科學與藝術結合的教育養成理念 (Rolling, 2016)。

正由於早期 STEM 教學中忽略了藝術 (Art) 的重要性，因此，近年來 STEM 教學已大多加入藝術元素而普遍以 STEAM 的名稱來推動；然而，藝術在 STEAM 中的重要性，並不是只為了提供科技或科學教育成品的美觀作用而已，藝術在 STEAM 中的重要除了前述所提及的刺激學生增強設計力、創造力並形成融合性的教學以外，藝術在 STEAM 教學中可以提供學生藝術素養和對外顯美感的訓練、藝術創作活動的設計思維、創造力表達、解決創作難題等訓練過程，對於提昇 STEAM 教學活動的「實用性」和「創造力」更可提供莫大的助益 (陳怡倩, 2017)，而這正是藝術在 STEAM 教學中的重要性展現；此外，學者專家指出，在 STEM 中加入 Art 元素，最重要的目標除了培養設計力、創造力之外，就是要在教學過程中創造完整且有意義的學習體驗 (Radziwill, Benton and Moellers, 2015)，藝術教育專家更進一步具體指出，藝術在 STEM 中的融合，應該由 6 個不同角度去增強或深化融合，包括：藝術在 STEM 中可以呈現科技作品中的外顯美感、藝術中的設計思維可以作為結合科學與藝術的切入點、藝術融入的範疇應當容許包括視覺／音樂／戲劇／媒體等廣義上的人文藝術內容、提昇成果視覺化的能力以利於培養溝通呈現想法的能力、帶入美感素養的提昇以及容許個人風格及藝術的表達 (陳怡倩, 2017)。

## (二) STEAM 教育的實施

STEAM 教育的實施，在教學上應當以專題化、跨領域以及研究導向式的學習為主要教學取徑 (pedagogical approach)，在軟硬體及內容上儘可能使用開源 (open source) 資源；教師則應當扮演促進者 (facilitator) 的角色，以利於推動以學生為中心的學習環境，並提供學生非批評性和建構性的回饋；同時鼓勵學生去試誤、容忍失敗、自我驅策、彈性思考等等 (Hunter-Doniger and Sydow, 2016)。

目前，我國大部分的 STEAM 相關教學，大多集中於科學課程或科技領域課程 (盧佩綺, 2019)，也就是以科技或自然課程為主體再加入藝術元素進行教學，鮮少有以藝術領域的授課內容為主體再融入科技元素的案例。這一點由目前我國各中小學的自造中心、數位學習中心等 STEAM 資源在使用上經觀察大多仍以科技領域、科學或生活領域課程為主，而活躍於各大教育科技社群媒體上的教師背景亦以科技、資訊、生活等領域教師為主等現象亦可佐證。

具體來說，STEAM 教學的實施，可以分為二種取向。第一種是以自然或科學內容為主體，融入藝術元素進行教學；第二種則是以藝術領域課程為主體出發，融入科技元素。以第一種取向而論，舉例來說，曾有教師以國小五年級為對象，以「動物模仿獸」為課程主題設計 STEAM 課程，結合自然科、資訊科以及美勞科教師共同授課，由自然科老師教導學生認識動物的外形和習性，資訊科老師教導撰寫 Arduino 程式並選擇材料組裝動物去呈現動物的習性或動作特點，以學習程式設計和工程技能，美勞老師的角色則是在過程中教導學生認識動物的觸感及視覺效果，協助學生選擇材料和設計、測量 (盧秀琴、馬士茵, 2019)。至於第二種取向，

國內也有少數以藝術領域課程為主體出發、再融入科技元素的 STEAM 案例，例如曾有教師以「古蹟文化保存」為主題，以國小五年級為主要教學對象，輔導學生經由古蹟實地訪查、參觀、訪談及出席講座等方式，讓學生認識社區古蹟的保存價值，然後在資訊科教師的指導下，以推廣為目標，指導學生以 AR、360° 全景攝影等技術呈現古蹟作品並導覽內容（盧嫻綺，2019）。由兩個案例中可知，無論是哪一種取向，STEAM 教育都需要至少結合 2 種以上不同學科進行跨領域教學，並以動手作、實地解決問題、專題式學習、結合科技等方法進行教學。

### 三、博物館導入 STEAM 教育理念

隨著 STEAM 教育風行以及十二年國教和 108 課綱的實施，可以預期未來我國中小學在教學中採納 STEAM 理念的情形勢必會日益增加；目前已有越來越多的中小學和縣市成立自造教育中心或數位學習資源中心，引進各種與自造或 STEAM 相關的軟硬體資源，並鼓勵老師在授課中融入新興科技的應用。

在中小學端的教學模式逐漸轉變的趨勢之下，博物館作為一個和中小學具有互補關係的非正式學習機構，自然也需要在「館校合作」工作以及博物館教育的內容上進行因應和調整，並在博物館教育的特性上思考如何協助中小學推動 STEAM 型態的新興學習模式。尤其以故宮此類以藝術、歷史主題作為主要典藏品的博物館，更需要思考如何有效協助中小學的人文領域、藝術領域教師因應新興教學模式的轉變。雖然藝術類、人文類的博物館在典藏品的詮釋重點上有其人文歷史層面的研究重點，但仍可以容許以科學、工程角度跨領域詮釋藏品並應用到教學中（Fishwick, 2016），尤其藝術類博物館在當今的經濟與政治體系中生存不易，以 STEAM 加強

藝術與其他領域的連結並融入教學中，不失為藝術類博物館提昇多樣性、保持活躍並維繫觀眾關係的良好策略（Saraniero and Kelton, 2019）。

目前，博物館界因應 STEAM 學習模式的興起，主要的作為集中於兩個層面，一是針對學生或老師推出 STEAM 導向的教學活動，一是針對博物館館員進行 STEAM 教育思維的訓練。以第一個層面而言，事實上許多博物館在多年前創客教育觀念出現之時，便已開始在博物館中提供藝術品 3D 列印課程、提供動手實作的工作坊或社區課後活動（Hancock, 2015），已有結合藝術與科技教育的雛型。而在 STEAM 教育的觀念興起後，許多博物館都自力建置了 STEAM 教學空間或提供 STEAM 活動，或將原有的 Maker Space 朝向 STEAM 模式調整，例如 Cincinnati Museum Center、Kidzu Children's Museum、Getty Museum、Children's Museum of Houston 等博物館（Walhimer, 2016; Grant and Patterson, 2016），有些博物館則是選擇跨領域和不同典藏類型的博物館合作，應用不同學科領域的典藏知識推出 STEAM 教學活動，例如美國猶它州的 Braithwaite Fine Art Museum 與 Garth and Jerri Frehner Museum of Natural History 合作，在 3 年期間內，針對該州偏遠地區的中小學生推出由海洋藝術文物來認識海洋生物的課程（Grant and Patterson, 2016）。若以第二個層面而論，目前也有許多專家學者意識到，博物館的從業人員必須對 STEAM 教育的理念有所瞭解，因此開始推動不同學科主題的博物館館員之間的 STEAM 概念工作坊，經由不同學科領域博物館同仁之間的交流、碰撞，摸索出諸如學科之間應保持內容平等、各類型主題博物館資源共享、雙向學習等模式，讓館員瞭解如何發展 STEAM 活動；此類針對博物館館員進行 STEAM

教育思維的訓練，較具代表性的案例是由聖地牙哥大學的「數學研究及科學教育中心」(CRMSE)、Fleet Science Center 以及 Museum of Photographic Arts (MOPA) 等 3 個不同學科主題的博物館所共同推動的 STEAM 館員專業培訓活動，可以視為不同主題博物館之間共同進行館員 STEAM 能力培養的典型案列 (Kelton and Saraniero, 2018)。

博物館若希望經由引入 STEAM 理念，提昇博物館教育活動多樣性，並調整館校合作工作的內容，就必須由博物館教育的特性出發，掌握博物館不同於學校教育的優勢，並由此出發思考 STEAM 導入的作法，始能真正發揮博物館教育的功能，提供中小學教師更適切的協助。一般來說，博物館教育 (Museum Education) 和正式的學校教育，雖然在教育對象和達成學習任務等層面上有相同的目標，但在進行方式、學習活動的特質上仍有所差異。博物館教育大抵而言，和以學校為主體的正式教育存在以下的不同：

(一) 博物館教育是一種以「實物」(object) 為導向的教育。由於博物館擁有學校所沒有的豐富典藏，而研究人員擁有典藏相關知識，可以說是一種「立體的教科書」，也是學校教育的材料源、互補對象以及教師知識的補充來源 (廖敦如，2010)。

(二) 一般認為，學習型態可以分為認知 (cognitive) 的學習、技能 (skill) 的學習以及情意 (affective) 的學習。學校的教學型態較為偏向認知和技能的學習，而博物館則偏向情意的學習 (施明發，2001)。

(三) 博物館教育是一種無特定聚焦、休閒性學習 (leisure-learning)、自導式學習的教育型態。也是一種期望經由打造一

個能產生學習動機，讓觀眾將實物與觀念產生連結，並使觀眾產生興趣的學習模式。因此博物館教育有明顯的建構主義發展傾向，博物館教育人員的角色較為偏向知識吸收的促進者 (facilitator) (施明發，2001)，與嚴謹的學校教育不同。

(四) 博物館教育包含了參觀前、中、後的學習，也受到觀眾個人背景知識、同行狀況以及實體環境交互影響。因此博物館的創意設計、環境、出版品、活動、紀念品等等，都可以在觀眾離開博物館或在博物館以外的場所，發揮延長接觸典藏品的時間、欣賞創意、加強記憶等的作用。

經由前述對博物館教育特質的大致分析，可以發現，博物館有十分良好的條件在自身的特性和優勢的前提下推展 STEAM 教育活動，並以館校合作活動的方式為中小學提供協助。例如，博物館擁有大量的典藏品以及與典藏品相關的數位內容，只需要有良好的數位內容管理體系 (徐典裕，2012)，便可以提供中小學在推動 STEAM 教育時所不易取得的各種「物」的數位內容；又例如，博物館由於是一種強調休閒、自導式的學習環境，其氛圍或場所較學校更便於設置 STEAM 教學空間，可補足學校在推動 STEAM 教育時在空間和設備上的限制；另由於博物館教育是較為建構性的，人員在推動教育活動上的角色也偏向促進者 (facilitator)，博物館此一特質正好與 STEAM 教育實施強調應提供建構性的回饋、教師應扮演促進者的角色等要求不謀而合，因此博物館推動 STEAM 教育也可以作為中小學推動 STEAM 教育時解決教學方案或教師資源不足的助力。綜合來看，博物館 (尤其是藝術／歷史類博物館) 在推動 STEAM 教育上具有多方面的優點，整理如表 1 所示。

綜上所述，博物館在館校合作動或

表 1. 藝術／歷史類博物館推動 STEAM 教育

| 博物館引入 STEAM 具體優點    | 所發揮之博物館特性    |
|---------------------|--------------|
| 使學習者以多感官接觸藏品、體驗製作趣味 | 趣味的、休閒的學習    |
| 可使學習者以長時間熟悉藏品細節     | 實物為基礎的學習     |
| 以不同領域知識解析藏品         | 開放的、建構的跨領域學習 |
| 使學習者瞭解藏品結構、製作原理     | 所積累之典藏品知識及研究 |
| 經由藏品的製作過程刺激創意       | 文創商品或創意活動的優勢 |
| 融入學習者自身的背景、環境內容     | 結合學習者背景脈絡的學習 |

資料來源：本研究整理

博物館教育活動中導入 STEAM 教學，可以發揮博物館以藏品為中心的實物導向學習特性、強調趣味和休閒的自導式學習特性、結合學習者背景和需求的建構式學習等多種特質。以故宮而論，作為一典型的藝術和歷史博物館，在推動 STEAM 課程時，主要的實施元素集中於典藏文物的研究成果的轉化應用，包括：文物的背景技法等知識、文物的外觀（美感、色彩、造形等設計思維）、文物的用途材質等科學知識，這些元素都可以在轉化為較為平易的語言並取得數位化檔案後，應用於 STEAM 課程的實施。而在實施面上，故宮在推動 STEAM 時，主要運用故宮既有之館校合作機制及數位學習運作架構，針對「教師」以導入活用博物館資源應用於 STEAM 課程進行培力，另一方面則針對「學生」以巡迴活動方式，到班到校進行 STEAM 導向的推廣活動以普及概念。本研究即是針對前者以「教師」為對象導入博物館資源應用於 STEAM 課程培力之研究。目前故宮之實施架構，在實際實施上的優點是可運用現有的館校合作聯繫網路快速推廣，可再利用現有的故宮數位資源，充份發揮故宮文物特色。較明顯的困難則是不易在大範圍內讓國內更多中小學教師瞭解故宮資源應用於 STEAM 的潛力，以及尚需要和國立自然科學博物館、國立科學工藝博物館等科學類博物館合

作，未來才能更深入發揮 STEAM 的跨域整合特性。

## 研究方法

有鑑於 STEAM 教育理念日益受到重視，博物館需要在館校合作或博物館教育等層面，提供中小學教師與 STEAM 教育相關的支持（如教案、數位素材資源、設備、方法、軟體等），而以工作坊形式對中小學教師介紹如何應用博物館資源融入 STEAM 教學、訓練中小學教師結合博物館特性發展 STEAM 教學，無疑是博物館發展 STEAM 教育服務最直接的方式。本研究以博物館規劃、推動 STEAM 教師培力工作坊為主要研究重點，以故宮於 107、108 兩個年度於南北兩地所陸續推動之兩場 STEAM 教師工作坊為主要研究對象，主要之研究問題包括：

一、藝術類博物館如何設計、推動以 STEAM 教育中小學教師培力工作坊？

二、博物館如何在教師的 STEAM 培力過程中發揮博物館的特性或優勢？

三、博物館辦理 STEAM 教師工作坊會遭遇哪些問題或困難？

四、中小學教師推動 STEAM 教學時，是否能善用藝術類博物館資源？

根據本研究研究對象及研究問題之特性，本研究擬採取個案研究法及非參與式

觀察法進行研究。首先，個案研究法係指聚焦於一個或少數的特定社會現象的研究方式，針對的是其特殊事體之分析，並不同時對眾多個體進行研究。而「個案」的定義是相當廣泛的，可以是個人，也可以是一群青少年、村落或幫派，或某段時期或特殊事件 (Babbie, 2004)，個案研究的優點在於可以深度描述事件，並能探索事件為何發生或如何運作 (瞿海源等主編，2015)。以本研究性質而論，本研究由於研究之範疇集中於故宮 STEAM 教師工作坊此一有限事件，且參與者、規劃者均為特定之群體，需要集中焦點追索並深入探索 STEAM 教師工作坊，故採取個案研究法作為主要研究方法之一。

其次，本研究亦採取非參與式觀察法作為輔助的研究方法。非參與式觀察法是觀察研究的一種，研究者置身於活動情境外，不參與任何活動並觀察所欲觀察的活動或行為。本研究由於除了需要聚焦 STEAM 事件進行個案描述並進行探討之外，也需要對 STEAM 工作坊中的規劃者、參與者的情況、行為有所瞭解，故本研究也採用非參與式觀察法進行觀察研究，以求能在不干擾工作坊進行的情形下，瞭解 STEAM 工作坊參與者或規劃者之表現或作為 (陳向明，2002)。

綜而言之，本研究採取個案研究法作為整體研究之主要取徑，以故宮於 107、108 兩個年度於南北兩地所推動之兩場 STEAM 教師工作坊為主要個案，並依據研究問題收集分析與個案有關之資料；此外為瞭解個案中各人員遭遇的狀況或行為，也在個案的架構內，採用非參與式觀察法收集規劃者 (博物館人員)、參與者 (中小學老師) 之狀況及行為作為輔佐之資料來源，最後在個案架構下進行綜整及分析、提出研究之結論與建議。

## 專案發展

### 一、故宮 STEAM 專案背景

故宮自 2 年前開始因應 STEAM 教育以及 108 課綱實施等趨勢，開始著手規劃、推動藝術類博物館的 STEAM 教育方案。而故宮多年以來，經由參與各類科技計畫，已累積大量與藝術文物有關的數位內容 (林國平、城菁汝，2018)。在 STEAM 教育備受注意、AR/VR/3D 影音等科技融入教學的需求日益提高、中小學人文藝術領域數位教學內容又呈現不足的情形下，故宮經由國發會「數位政府」計畫的支持，由「資料驅動」、「以資料再利用優化教育」的理念出發，開始設計以故宮文物數位資料為基底的 STEAM 教案、博物館 STEAM 教學範例及指引、教師 STEAM 工作坊、博物館 STEAM 巡迴服務車等一系列博物館 STEAM 教育服務。

而在故宮一系列有關 STEAM 教育有關的服務項目之中，以針對中小學教師所規劃的故宮中小學教師 STEAM 工作坊最能夠直接觀察中小學教師對博物館如何發展 STEAM 館校合作、如何發展 STEAM 教育有何看法或需求。因此，故宮自 107 年度起，每年均辦理 2 場次之 STEAM 教師工作坊，期望經由中小學教師的培力活動，使其認識故宮的 STEAM 方案或資源，並加強故宮在中小學 STEAM 教學方面的連結，以提昇藝術類博物館在國內 STEAM 教育中的角色。

本研究選擇以 107 年度於故宮南院以及於 108 年於臺北市立仁愛國中所實施之兩場故宮 STEAM 教育工作坊為主要研究對象。其中，107 年度於故宮南院所舉辦之中小學教師工作坊，以器物類文物毛公鼎為主要應用之藝術文物主題，手作測溫溼度盆栽，108 年於臺北市立仁愛國中所實施之工作坊則以馬球仕女俑及文官俑為



表 2. 故宮 107-108 年 STEAM 工作坊概念整合方向

|             | 南院 STEAM 工作坊課程                        | 臺北仁愛國中 STEAM 工作坊課程                         |
|-------------|---------------------------------------|--|
| Science     | 溫溼度科學原理                               | 彈珠滾動反彈等力學原理                                |
| Technology  | 3D 列印軟硬體、以 Micro:bit 設計溫溼度區間及顯示、感測器安裝 | 雷射切割、以 Micro:bit 設計彈珠滾動及得分之聲光反應、LED 聲光裝置安裝 |
| Engineering | 組合、設定、計算完成可用之裝置                       | 組合、設定、計算完成可用之裝置                            |
| Art         | 毛公鼎結構造形 3D 建模、古代器物用途盛裝、思維特性等          | 黃地褐綠色彩及雙龍紋盤造形引入製作、古代雲紋龍紋與當代裝飾設計表現          |
| Mathematics | 積木程式計算溫溼度                             | 積木程式按規則自動計分                                |

資料來源：本研究整理

主要應用文物，手作多媒體自動計分手足球檯。兩場次工作坊將所選用文物結合程式設計、雷射切割、開發板應用等整合為 STEAM 課程。整合之方向如表 2 所示。

## 二、故宮 STEAM 教師工作坊實施

本研究即選擇以 107 年度於故宮南院以及於 108 年於臺北市立仁愛國中所實施之兩場故宮 STEAM 教育工作坊為主要研究對象，並以實施當日之實施狀況為主要現場觀察重點。工作坊實施之方式及次序如下：

### (一) 工作坊 STEAM 主題擇定及內容準備

故宮團隊成員與外部協力團隊，先就故宮內部有何數位素材、應用於教學之方便性、深度、進行方式等進行討論和研究。經過一段時間的討論後，決定於嘉義故宮南院之 STEAM 工作坊以「製作具文物美觀外形之可自動測量桌盆」為專題命題，並擬以「毛公鼎」3D 建模和 Micro:bit 開發板編程為科技工具，引導參加工作坊教師在理解故宮文物之外觀、有效描繪銅鼎形式容器等美學相關訓練後，結合 3D 建模和 Micro:bit 開發板編程之資訊技能，完成 STEAM 課程作品。而臺北仁愛國中之工作坊，則以「製作古器物造形之聲光彈珠球檯」為專題題目，引導教師在熟悉故宮文物紋飾主題相關內容、掌

握各類文物紋飾描繪等美感能力後，再結合雷射切割、Micro:bit 開發板編程及聲音感應器設計等資訊技術之練習，引導教師完成 STEAM 作品。工作坊雖然以具體主題作品引導教師完成，但主要目的在於以案例過程向教師示範 STEAM 教程如何進行，會場中仍會提醒教師要能舉一反三，在實際應用於教學時能保持彈性，允許學生發揮創意。

### (二) 工作坊第一階段：認識文物美學內容及博物館資源

由於 STEAM 的主要精神在於跨領域統整，因此，工作坊的第一部分，除了由故宮派出講員介紹課程主要練習創意設計的「毛公鼎」、「素三彩黃地褐綠雙龍紋盤」二件文物之外，也另外介紹故宮目前供外界免費開源使用的文物圖像專區、可查詢文物詳細資料的資料庫等，希望可以供參訓的老師們未來可自由應用於 STEAM 教學。

### (三) 工作坊第二階段：講授創意法則或設計思維

在 STEAM 教學中的「藝術」，在與科學、工程、數學的融合上不僅只是美化科技成品而已，而是要以訓練學生的設計思維作為更深入的目標。因此，設計工作坊的課程時，在進入 3D 建模或 Micro:bit

等技術實作之前，會先請業界講師講解造型或功能的設計原則、創意如何產生等等，並以故宮文物為例介紹設計法則。

#### (四) 工作坊第三階段：分組教授資訊技術並開始進行專題實作

在講授完創意法則或設計思維之後，參加工作坊的所有教師們隨即依照報名順序，平均每 5-6 人分為一組，由主辦單位提供免費之開發板、半成品供教師使用，並指導教師們下載開源軟體開始學習 3D 建模、Micro:bit 編程等技術；然後開始以分組方式，依照既定的專題，開始在講員指導下練習如何應用設計思維及 3D 建模或 Micro:bit 等技術完成既定專題的目標。2 個場次的工作坊參訓教師們的練習和實作情形分別如圖 1、圖 2 所示。其中，圖 1 顯示學員已使用完 3D 印表機，正以筆電撰寫積木程式，讓 Micro:bit 開發板可以自動量測溫溼度並發出反應，並正手持 3D 列印完成之毛公鼎構件考量感測器的安裝位置。圖 2 則顯示學員已將所有古代雲紋龍紋造形板材完成彈珠檯各部件之雷射切割，並正動手依設計預案組裝成彈珠球檯。

#### (五) 成果展示及其他故宮 STEAM 教案觀摩

工作坊中各組教師在完成指定的專題作品後，會分別展示並交流討論製作的心得。另外，為了刺激教師應用不同的文物進行 STEAM 教學的創意，觀摩其他技術途徑應用於 STEAM 之可能，主辦方於工作坊現場以實物、輸出等方式，展出十多種其他各類的故宮文物 STEAM 教案，同時也展出應用的技術設備。展出方式如圖 3 所示。

現場展示的十多種其他各類的故宮文物 STEAM 教案，所應用的故宮文物類型及其所統整應用的科技種類繁多，包括：

以「剔犀雲紋小盤」為主題並應用雷射切割技術所開發之桌上迷宮遊戲臺；以「粉彩百蝶瓶」為素材，結合 3D 立體設計與雷射切割轉換和齒輪機關之百蝶紋飾自動機；以清明上河圖為背景，結合電雕和 LED 之檯燈；應用 3D 列印套製之轉心瓶等十多種故宮文物教案成品，成品旁並有桌上立牌說明取材及應用科技為何，以方便參加工作坊之教師理解。

綜而言之，故宮中小學教師之 STEAM 工作坊，在準備、設計理念和實施上之程序，經過分析和總結歸納後，可以分為 5 個不同階段，綜整如圖 4 所示。

兩個工作坊經過分析和總結歸納後，雖可分為準備期、第一階段、第二階段、第三階段及展示觀摩等 5 個階段，然此一歸納後的模式是總結性的，並非評量模式。為瞭解故宮 STEAM 工作坊之效果如何，工作團隊也發展了初步的評量模式，



圖 1. 嘉義場工作坊實作情形 (攝影/吳紹群)



圖 2. 臺北仁愛國中場工作坊實作情形 (攝影/吳紹群)



圖 3. 工作坊現場以實物、輸出板展出其他多種故宮 STEAM 教案供觀摩。(攝影／吳紹群)

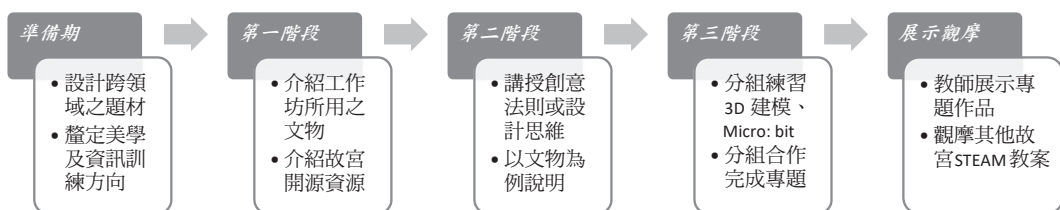


圖 4. 故宮中小學教師 STEAM 工作坊之準備及實施程序 (圖片來源／吳紹群繪製)

以量化問卷方式，針對參與教師的基本背景、工作坊內容滿意度、未來應用於教學之想法、困難點等面向進行評量，初步問卷如附錄一所示。由於 STEAM 在國內博物館尚屬新興領域，評量模式仍有待進一步完備，未來將依據 STEAM 活動推展之反饋及實施情形進一步調整、發展。

## 研究結果

根據研究者對兩次故宮 STEAM 教師工作坊在專案推動以及工作坊實施之現場觀察，進行統整及分析，本研究提出故宮 STEAM 工作坊之實施特點，並針對博物館辦理 STEAM 工作坊時在設備環境等各方面會遭遇哪些問題以及老師們是否能順利吸收、工作坊內容設計是否能反映藝術類博物館在 STEAM 教學中的優勢以及中小學教師們是否有機會善用博物館資源於 STEAM 教學之中等各個研究問題進行歸納並分析。

### 一、故宮 STEAM 中小學教師工作坊之特點

由故宮發展 STEAM 工作坊的主題和實施架構分析，可以瞭解故宮推動 STEAM 教師坊若和一般以理工和資訊技術為主要內容的 STEAM 工作坊，甚至自造工作坊相較，有以下數種特徵：

(一) 強調作為中小學資源互補者的角色，在課程中先向參訓教師說明故宮現有的文物開源資源、可查詢文物內容的資料庫等，在一般教師研習中較為少見。主要目的仍是希望可以提供教師在推動 STEAM 教學時，有博物館的數位資源可以利用。

(二) 為有效強化藝術概念在 STEAM 教學中和其他科學技術元素的結合、避免

參訓教師誤將 STEAM 教育或 108 課綱的推展和 AR/VR、3D 列印、程式教育等技術應用劃上等號、窄化了 STEAM 教育的跨學科視野，故宮的工作坊都會安排一段時間請講員講解創意來源、設計思維，並儘可能採用故宮文物作為解說的例子。一方面展現 STEAM 教育中對於“Art”融入應以設計思維和創意為出發點的要求，另一方面也呈現故宮作為藝術類博物館在推動 STEAM 上的關切重點。

(三) 故宮 STEAM 工作坊也以展示和美感帶動工作坊的進行。由於 STEAM 教育著重跨領域融入、創意、專題化等特質，但受限於工作坊的訓練性質及時間限制，故而工作坊的專題目標是較為固定、具體的。為刺激學員瞭解可以應用不同的故宮文物去設計、規劃多樣的 STEAM 專題內容，工作坊同時也展示十多種不同文物及不同主題的故宮 STEAM 教案，並鼓勵學員針對這十多種不同文物主題的 STEAM 教案提問、討論，現場並有專人針對這些展示的其他教案作解答。此一作法展現了故宮作為藝術類博物館在傳達訊息上的博物館工作特性。

(四) 經由兩場故宮 STEAM 工作坊可以發現，故宮 STEAM 工作坊為達到博物館作為中小學資源提供者、藝術融入理念的傳達、結合資訊科技、專題及目的明確化等目標，在工作坊的課程設計上，這兩場工作坊以及其後故宮的其他的 STEAM 工作坊，課程推進的結構大致已形成固定模式，彼此差異不大，主要課程結構包括「解說故宮文物——介紹故宮可用資源——設計思維——免費開源工具——資訊技術教學——教案專題實作——展示觀摩」等 7 個部分。未來是否需要陸續整理或徵求中小學教師的意見回饋，因應實務上的狀況作調整，是需要進一步思考的議題。

## 二、博物館辦理 STEAM 工作坊在實際運作上面臨之問題

博物館作為非正式教育機構及中小學的互補性教育單位，經常辦理各種文物或文史、工藝之工作坊。但 STEAM 教學是一種結合科技，並且具有特定教育理念的教學模式，藝術類博物館如何有效辦理才能讓工作坊可順利進行，對藝術類博物館的教育團隊是一種新的挑戰。經觀察及分析專案資料，藝術類博物館辦理 STEAM 工作坊可能面臨的問題包括：

(一) 博物館內負責藝術教育的同仁需要再學習、適應新的教學型態和科技技能。

(二) 需要管理較傳統藝術教育更為複雜、更多機械／技術含量的教材、教具。

(三) 博物館辦理 STEAM 工作坊，需要可分組討論、可陳設安裝科技工具的設施，包括電力、桌椅、動線等都有不同的要求。這些都顯示 STEAM 工作坊的場館標準較傳統藝術教育推動之場館複雜。

(四) 在 STEAM 教育上，需要能下載開源軟體、取用數位化的博物館資源、上傳分享空間等。因此，最好有足夠的公用 WIFI，故宮工作坊中發現許多老師在工作坊上課中必須使用自身熱點分享才能完成課程。

(五) 在故宮 STEAM 工作坊中也發現，許多參訓教師在工作坊推進的過程中，由於 STEAM 強調實作，常有無法跟上講員示範實作進度的情形出現。因此需要很多人力以走動式的方式隨時遊走在各組間，以解決老師們在實作上發生障礙的情形。經過故宮教育團隊現場摸索，發現應以足夠人力為每一組參加工作坊的老師

賦配一位現場工作人員，隨時解答各組老師的問題，始能保障工作坊課程的推進。

## 三、中小學教師能否順利吸收博物館 STEAM 教學內容

在工作坊實施的過程中也發現，博物館在辦理 STEAM 工作坊時，由於較傳統藝術或美術的工作坊複雜，需要注意參訓的中小學教師是否能有效吸收，並確實跟上進度。主要狀況包括：

(一) 在工作坊推進過程中發現，由於 STEAM 課程強調動手實作、跨領域，參訓的老師需要記錄自己所不熟悉領域的授課內容以利摸索實作，因此非常需要能有記錄或分享講師的畫面或說法的機制。

(二) 參訓老師們由於資訊素養、跨域溝通能力等因素，導致各個老師在工作坊各組中有進度不一的情形，會影響全組的實作進度。

(三) 由於工作坊僅有一天，因此故宮團隊事先準備了專題目標作品的 3D 列印、雷射雕刻板的半成品，以利學員加快工作坊的實作速度。未來，中小學教師應瞭解在將 STEAM 應用於實際教學時，需要較長時間來準備、製作專題作品，這一點也印證了 STEAM 文獻案例中，實際的 STEAM 教學都需要數週以上的時間來進行。

(四) 由於 STEAM 強調以分組、專題化方式進行，因此故宮的 STEAM 工作坊也將參訓教師以分組方式進行授課和實作。而在觀察中也發現，分組教師們如果有良好互動、有詳細認真相互討論，對工作坊的實作目標會很快完成，較不需要故宮團隊介入協助。

(五) 在 STEAM 工作坊中，同一組的老師們在討論、互動時，如果有一位資訊技術能力很強的老師，較能克服在 3D 列印、Micro:bit 編程上的障礙；相反的，如果沒有美術能力較強的老師在同一組，在測繪、選取素材、簡化文物圖形等層面，則會受到影響。因此，在分組上未來需要考量跨域性。

#### 四、工作坊內容設計是否能反映藝術類博物館在 STEAM 教學中的優勢

博物館作為典藏單位、非正式教育機構，在教育活動上向來以典藏實物資源、研究資料、休閒或趣味的環境或氛圍、豐富的文創／博物館商品設計、自導式的展覽參觀等為主要特點。以故宮 STEAM 工作坊的實際推行觀察，工作坊的設計上有某些地方已反映博物館的特性或優勢，但仍有進一步優化的空間：

(一) 故宮在工作坊外有展示十餘組由其他故宮文物所發想設計的 STEAM 教案或 STEAM 教學設備、製作詳細的輸出和說明，有技術人員供詢問討論。此一作法是將博物館的「參觀展覽」概念移植到工作坊現場，也收到相當不錯的效果。但經由實際觀察也發現，如果現場所展出的十餘組 STEAM 教案能夠搭配原始文物的詳細說明或複製文物一併陳列，並配屬對文物較瞭解的人員說明，會讓參訓的教師更快理解如何由文物特徵、文物故事中取材製作為 STEAM 教案。

(二) 在故宮的工作坊中，有一段進度是介紹故宮的免費文物數位資源、文物資料庫等等。但事實上，教師在製作 STEAM 教案上，不只需要博物館的開源素材或資料庫，也需要博物館提供文物的視覺材料、易懂的背景資料出版品、其他人利用故宮材料製作的教案範例等等多元

媒材。故宮長期以來製作了不少影片、教案、電子書等等，在未來的工作坊中可能需要進一步的整理並分享給教師們使用，才能更為有效的刺激教師們的 STEAM 創意。根據現場教師們的反饋，教師在推動 STEAM 時，最需要的數位資源包括免費使用的文物資料庫、可下載的 STEAM 教案平臺、可免費使用的文物 3D 模型、可下載或自由使用的電子書和文物影片。這些都需要博物館未來逐步開放或予以系統化的組織提供。

(三) 故宮作為一藝術類／歷史類博物館，在推動 STEAM 教育上的角色和各學校或以推展數位學習為主要目標的學研機構應有所不同。所以，故宮在工作坊的推動或規劃上，仍以博物館資源的介紹、應用於 STEAM 的方式、創意或設計思維等為主要目標。至於有關 STEAM 教育中常見的中小學教師在 3D 建模、程式設計、Micro:bit 開發板應用方面的訓練需求，應非博物館 STEAM 工作坊之課程重心。未來，中小學教師參與藝術博物館 STEAM 工作坊時，博物館在有關 3D 建模、程式設計、Micro:bit 開發板應用等技術面的課程要講授到多詳細、是否由協力單位另行對中小學教師進行技術上的培力訓練，博物館都需要思考並審慎配置課程重點，不宜向科技技能訓練過度傾斜。

(四) 近年來，博物館對於開放資料、授權議題，乃至於文創商品的開發等均十分注重。由於中小學教師對於取用博物館文物圖像、博物館書籍、影音內容等是否涉及著作權問題均十分關心，另外，由於 STEAM 強調創意和設計思維，參訓教師也希望能夠學習博物館文創品的設計經驗。未來故宮或博物館在規劃 STEAM 工作坊時，可考慮是否納入著作權議題及文創設計經驗的分享。

## 五、教師們是否有機會善用博物館資源於 STEAM 教學之中

故宮規劃、辦理 STEAM 工作坊，在長期的目標上，是希望中小學教師能夠將故宮文物或相關資源應用於教師們實際的 STEAM 教學活動之中。經分析故宮的 STEAM 工作坊專案規劃、觀察參訓教師的反應，發現教師們未來是否有可能善用博物館資源於 STEAM 教學之中，取決於工作坊專案規劃上的一些關鍵點：

(一) 參加工作坊的教師，是否能在所服務的學校與校內其他領域的老師合作，並調度資源推動 STEAM 課程，持續應用博物館資源或與博物館保持館校合作上的聯繫，是博物館辦理 STEAM 工作坊成效的關鍵。

(二) 故宮的 STEAM 工作坊雖然反應熱烈，在極短時間內報名即已額滿，但未來應有針對參與 STEAM 工作坊教師的實際應用情形追蹤、調查，以瞭解教師在參加博物館 STEAM 工作坊後實際應用的情形。

(三) 目前中小學在 STEAM 或新課綱的推動宣導上，仍以運算思維的宣導為多，能應用到與藝術相關的設計思維、創意等概念導入的較少。藝術類博物館應加強在中小學層面的 STEAM 可應用資源的介接、藝術融入 STEAM 的觀念宣傳，如此與 STEAM 工作坊互相配合，始能產生綜效。

(四) 由於 STEAM 教學係以專題、實作之方式進行，因此故宮的 STEAM 工作坊也以專題作品的完成和展現為課程目標。現場觀察也發現，由於時間有限加上專題目標是固定的，導致許多教師在完成後只能以很有限的時間展示自己已完成的

作品，無法深入說明自己的心得或解說有何特別之處。因此，未來如果教師在工作坊實作的成果展現能夠更多樣（例如：以遊戲或競賽的方式展現），相信會對建立教師深化應用工作坊所學的信心以及提昇教師在未來持續應用故宮資源於 STEAM 教學的興趣等等各方面，都會更有幫助。

綜合而言，故宮以藝術類博物館的角度出發，推動博物館 STEAM 中小學教師工作坊的實施，經由前述的分析，在工作坊的實施特點、博物館辦理 STEAM 工作坊時會遭遇哪些問題、老師們是否能順利吸收、工作坊內容設計是否能反映藝術類博物館在 STEAM 教學中的特性以及中小學教師們是否有機會善用博物館資源於 STEAM 教學之中，都發現了一些值得注意的現象。故宮辦理 STEAM 中小學教師工作坊之特色及主要分析議題，經綜合整理如表 3 所示。

## 結論與建議

未來在 STEAM 教育理念普及以及我國新課綱的實行等因素的影響之下，各個中小學對博物館所累積的各種數位資源、數位內容應用於 STEAM 等新型態的教學，勢必有更多的需求。而藝術類博物館更需要在館校合作、博物館教育等層面上，展現 STEAM 教育中的“Art”之藝術融入的特質，以因應未來中小學端在學習和教育方式上的改變。尤其，目前我國在新課綱或 STEAM 教育的推展上，仍以科學、自然、科技領域的課程為主，很少有較深入關注藝術融入的案例；許多人也容易將 STEAM 或新課綱的實施和 3D、AR/VR、程式教育應用於教學的行為劃上等號，忽略了 STEAM 教學中跨領域、專題化、解決問題、各科融入等主要精神。因此，藝術類博物館有需要關注、發展新課綱或 STEAM 教育的發展，並思考以藝術

表 3. 故宮辦理 STEAM 中小學教師工作坊之特色及主要分析議題

| 特色及主要分析議題                        | 重要現象   |
|----------------------------------|--|
| 故宮 STEAM 工作坊的實施特點                | 強調作為中小學資源互補者的角色、工作坊課程特重設計思維及文物資源介紹、以實體教案及輸出板展示其他多種 STEAM 教案、故宮 STEAM 工作坊課程結構大致已摸索出固定模式                                       |
| 博物館辦理 STEAM 工作坊遭遇之問題             | 博物館內負責藝術教育同仁需要再學習、藝術類博物館需要管理較傳統藝術教育更為複雜的教材、場館環境要求較高、網路流量需求較大、需要很多人力以走動式的方式隨時協助教師   |
| 參訓老師是否能順利吸收                      | 教師需要能記錄或分享講師授課內容的機制、各組中會因教師程度不同而導致各組進度不一、STEAM 應用於實際教學需要較長時間來準備、各組教師是否有良好互動討論會影響工作坊進度、各組中若缺少不同領域專長教師會造成不同的進度問題               |
| 工作坊內容設計是否能反映藝術類博物館在 STEAM 教學中的特性 | STEAM 教案展示如能搭配複製文物一併陳列並解說會更有效、STEAM 中常見 3D 建模和程式設計等訓練並非藝術博物館 STEAM 工作坊之課程重心、影片電子書等其他資源在未來需要進一步的有效整理並分享給教師、應納入著作權議題及文創設計經驗的分享 |
| 中小學教師們是否有機會善用博物館資源於 STEAM 教學之中   | 參訓教師需在學校調度資源或與其他領域教師合作以落實應用、博物館需有追蹤調查、藝術類博物館應加強在中小學的 STEAM 可用資源介接及宣傳、未來應以更多樣方式展現工作坊的專題實作成果以提昇教師應用信心                          |

資料來源：本研究整理

博物館的資源、特質，如何在館校合作或博物館教育活動中支援或協助中小學因應 STEAM 教育及新課綱的推動。事實上，藝術博物館除了以數位化的文物資源供應中小學運用於 STEAM 教學以外，博物館有許多特點對於推動 STEAM 是相當有利的，例如，STEAM 教育中的 3D 建模或電腦描繪可讓學習者用很長的時間熟悉典藏品細節，這和博物館強調以實物為基礎的學習相當符合；又如 STEAM 教育強調讓學習者探索解決問題的方法並動手製作，也和博物館強調趣味的、休閒的、自導式的學習特質有互通之處。

本研究以故宮於 107、108 年所辦理的兩場以中小學教師為主之 STEAM 培力工作坊為主要研究對象，探討故宮 STEAM 工作坊的實施特點、博物館辦理 STEAM 工作坊時會遭遇哪些問題、老師們是否能順利吸收、工作坊內容設計是否能反映藝術類博物館在 STEAM 教學中的特性以及中小學教師們是否有機會善用博物館資源於 STEAM 教學之中等問題。經由綜整研

究結果並進一步分析，可以得出以下若干重要結論：

### 一、故宮 STEAM 工作坊在推動和設計上，仍以實物資源和博物館學習為重心

故宮的 STEAM 中小學教師工作坊在辦理上具有強調作為中小學資源互補者的角色、強調文物視覺之創意發想及設計思維、以教案實地展示的美感帶動工作坊教師的討論以及工作坊課程推進的結構已發展出固定模式等特點。這些特性顯示故宮的 STEAM 工作坊具有藝術博物館文物實物視覺展現的主要特色，也具有博物館傳統館校合作資源互補和強調展示美感等博物館式的非正式學習特點。

### 二、博物館推動 STEAM 教育活動，需要投入較傳統博物館活動更多的資源

研究結果顯示，博物館在辦理 STEAM 工作坊時會發生博物館同仁需要學習新的教學理念和技能、需管理科技含



量更高之教材教具、場館環境較複雜、網路需求較高、需較多人力進行走動式協助等問題。這顯示出博物館如需推動 STEAM 教學，尤其是藝術類博物館，需要付出更多的資源始能推動。

### 三、博物館 STEAM 教學活動的設計需要顧及學員科技素養及實作需求

經由故宮 STEAM 工作坊可發現，教師們參加工作坊能否順利吸收，與是否有記錄授課講師的工具、教師素養和跨域溝通能力、是否有足夠備課或教學時間、分組後各組教師的專長等因素有關。顯見博物館 STEAM 教學活動的設計，需要顧及學員科技素養及實作上的條件需求。

### 四、藝術博物館推動 STEAM 教學需掌握規劃之重心和與科學博物館的區隔

研究結果顯示，故宮 STEAM 教案展示現場是否搭配複製文物一併陳列、博物館數位資源可否進一步的有效整理並分享給教師、課程重點是否過度向科技傾斜、是否納入著作權議題及文創設計經驗的分享等作為，關係到工作坊內容設計是否能反映藝術類博物館在 STEAM 教學中的特性，也是藝術類博物館是否在 STEAM 規劃上能展現藝術類博物館的特色，並與科學博物館作出區隔之所在。

### 五、藝術博物館推動 STEAM 教學，應以鼓勵教師應用於實際教學為長期目標

中小學教師們是否有機會善用博物館資源於 STEAM 教學之中，端視教師參訓後能否在學校調度資源或與其他領域教師合作、藝術類博物館應加強在中小學的 STEAM 可用資源介接及宣傳、對參加工作坊教師進行追蹤並持續提供協助。

上述的研究結果顯示，未來藝術類博物館若需有效推動 STEAM 教育活動或有

效協助中小學教師落實 STEAM 教育，這些需關注的因素是博物館端需要去因應或投入資源處理的，有些則是需要由博物館和中小學端共同合作加強。本研究除了可以將故宮辦理 STEAM 中小學教師工作坊的經驗以及諸多特性，供其他博物館作為推動 STEAM 教育的參考以外，根據前面所提出之研究結論，有關藝術類博物館在推動 STEAM 中小學教師工作坊及中小學 STEAM 上，茲提出下列若干建議，以作為博物館推動 STEAM 教育活動之參考：

- 一、博物館 STEAM 工作坊的內容規劃，除了應聚焦於博物館的「物」相關數位資源以外，應可納入文創設計或著作權等概念的內容，以有效發揮博物館較為獨特的優勢。此外，由於博物館教育具有休閒、興趣導向、自導式學習等特性，故建議博物館 STEAM 工作坊的成果展現，應以遊戲或競賽等方式讓教師展現專題製作成果。
- 二、博物館應逐步規劃提昇博物館教育業務同仁、館校合作業務同仁在 STEAM 教育方面推動之知能，並建立管理 STEAM 教育活動設備、內容之機制。同時，以博物館的空間、環境、資源，作為資源較不足之中小學在推動 STEAM 教學上的輔助。
- 三、博物館 STEAM 工作坊應可考慮對報名教師進行專長的預先評量，並以跨域專長混合的方式分組。並提早預告工作坊時間或提早提供素材，讓參與工作坊的教師有較多時間準備、適應。
- 四、藝術類博物館由於具有展示及美感優勢，故在 STEAM 成果的展示、教案及文物資源的詳細介紹等方面，

可將複製文物、文物數位資源與文物 STEAM 教案一併陳列在工作坊，以收展示推廣、刺激工作坊現場教師討論之效。藝術類博物館的 STEAM 教案設計，除了應加強 STEAM 教育的真正共融、跨領域精神、避免將 STEAM 教育窄化於科技應用教學之外，在 STEAM 教育中融入“Art”之後，未來更可思考在同一個藝術概念下不只運用故宮文物，也可混合運用其他文化的藝術理念，融入 STEAM 教學中。

五、博物館應加強館校合作關係的追蹤與資源介接，追蹤或協助教師在參加過博物館的 STEAM 活動後是否有機會落實於中小學端，並規劃如何讓博物館的數位資源更有條理、取用更方便、格式更為開源，讓中小學老師可以在備課或課室中易於介接應用。

## 誌謝

本文感謝兩位匿名審查委員惠賜的寶貴意見。

## 參考文獻

- 林國平、城菁汝，2018。博物館數位人文與知識分享之期許與實踐：以國立故宮博物院為例，國家圖書館館刊，107(1)：67-83。
- 徐典裕，2012。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，4：3-29。
- 徐典裕、王慧涵、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。
- 施明發，2001。建構主義學習理論對於博物館教育的啟示，博物館學季刊，15(2)：25-38。
- 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。
- 陳怡倩，2017。從 STEAM 的 A 來看美國 STEAM 教育，香港藝術教育期刊，1：4-9。
- 湯維玲，2019。探究美國 STEM 與 STEAM 教育的發展，課程與教學，22(2)：49-77。
- 廖敦如，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)：79-97。
- 瞿海源、畢恆達、劉長萱、楊國樞主編，2015。社會及行為科學研究法：質性研究法。臺北：東華書局。
- 盧秀琴、馬士茵，2019。設計 STEAM 課程培養國小學生的 STEAM 素養：以「動物模仿獸」為例，教育科學研究期刊，64(3)：85-118。
- 盧嫻綺，2019。STEAM 跨領域美感教育專題教學設計之探究，藝術教育研究，37：49-82。
- Babbie, E., 2004. *The Practice of Social Research* (10th ed.). Belmont, California.
- Fishwick, P., 2016. Deep personalization: A case study of systems thinking within an art museum. *In: Museums and the Web 2016 Conference Proceeding*.
- Grant, J. and Patterson, D., 2016. Innovative arts programs require innovative partnerships: A case study of STEAM partnering between an art gallery and a Natural History Museum.

- The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, 89(4-5): 144-152.
- Hancock, M., 2015. Museums and 3D printing: More than a workshop novelty, connecting to collections and the classroom. *Bulletin of the Association for Information Science and Technology*, 42(1): 32-35.
- Hunter-Doniger, T. and Sydow, L., 2016. A journey from STEM to STEAM: A middle school case study. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 89(4-5): 159-166.
- Kelton, M. L. and Saraniero, P., 2018. STEAM-y partnerships: A case of interdisciplinary professional development and collaboration. *Journal of Museum Education*, 43(1): 55-65.
- Kwon, S., Nam, D. and Lee, T., 2011. The effects of convergence education based STEAM on elementary school students' creative personality. *In: Proceedings of the 19th International Conference on Computers in Education*, Chiang Mai: Asia-Pacific Society for Computers in Education.
- Maeda, J., 2013. Stem+ art= steam. *The STEAM Journal*, 1(1): 34.
- Radziwill, N. M., Benton, M. C. and Moellers, C., 2015. From STEM to STEAM: Reframing what it means to learn. *The STEAM Journal*, 2(1): 3.
- Rolling Jr, J. H., 2016. Reinventing the STEAM engine for art+ design education. *Art Education*, 69(4): 4-7.
- Saraniero, P. and Kelton, M. L., 2019. "Discover and explore": Creating impactful STEAM learning experiences for museum professionals. *Curator: The Museum Journal*, 62(4): 545-555.
- Walhimer, M., 2016. Museum 4.0 as the future of STEAM in museums. *The STEAM Journal*, 2(2): 14.

#### 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、東吳大學兼任助理教授。

## 附錄一



國立故宮博物院  
NATIONAL PALACE MUSEUM

### 2019 數位教學應用工作坊課程

#### 調查問卷

親愛的老師您好：

感謝您參與本次活動，希望活動內容與安排能讓您有豐富的收穫。為使下一次活動更完美，懇請您依本次活動感受提供寶貴建議，作為日後舉辦活動之參考，再次謝謝您！敬祝 身體健康 萬事如意！

國立故宮博物院 敬上

#### 一、基本資料

1. 姓名：\_\_\_\_\_
2. 學校名稱：\_\_\_\_\_
3. 性別 男 女
4. 年齡 18-24 歲 25-34 歲 35-44 歲 45-54 歲 55 歲以上
5. 授課年級 國小低年級 國小中年級 國小高年級 國中七年級  
國中八年級 國中九年級 高中/職以上
6. 授課科別 導師 國文 數學 藝術與人文 社會 自然  
英文 歷史 地理 公民 電腦/資訊 其它\_\_\_\_\_

#### 二、針對本場次課程內容，請您回答以下問題

- 本日課程整體滿意度(單選)  
非常滿意 滿意 普通 不滿意 非常不滿意
- 整體來說，本日課程中最滿意的部分是?(單選)  
講者教學 時間掌控度 課程內容 作品實作 其它\_\_\_\_\_
- 整體來說，本日課程中最不滿意部分是?(單選)  
講者教學 時間掌控度 課程內容 作品實作 其它\_\_\_\_\_

(敬請接續下頁題目)

- 根據本日課程內容以下哪些部分讓您印象最深刻? (複選)
  - 文物應用創意思考  雷切機操作  Micro:bit 程式控制
  - 設計軟體應用  機構設計解說  其它\_\_\_\_\_
- 本次課程內容之學習效用  
(您覺得課程內容對您未來教學應用上是具有效用的)

| 課程內容           | 非常同意 | 同意 | 無意見<br>(普通) | 不同意 | 非常不同意 |
|----------------|------|----|-------------|-----|-------|
| 文物應用創意思考       |      |    |             |     |       |
| 雷切機操作          |      |    |             |     |       |
| Micro:bit 程式控制 |      |    |             |     |       |
| 設計軟體應用         |      |    |             |     |       |
| 機構設計解說         |      |    |             |     |       |

- 未來有機會，是否願意將本次課程內容融入教學設計中?

| 課程內容           | 非常願意 | 願意 | 尚可 | 不願意 | 非常不願意 |
|----------------|------|----|----|-----|-------|
| 文物應用創意思考       |      |    |    |     |       |
| 雷切機操作          |      |    |    |     |       |
| Micro:bit 程式控制 |      |    |    |     |       |
| 設計軟體應用         |      |    |    |     |       |
| 機構設計解說         |      |    |    |     |       |

- 承上題，如有勾選不願意的選項時，請於此說明原因

---



---

- 對您來說，當設計教學內容時，哪些知識應用的導入最困難?
  - 文物應用創意思考  雷切機操作  Micro:bit 程式控制
  - 設計軟體應用  機構設計解說  其它\_\_\_\_\_

- 承上題，您覺得困難的原因是什麼?

---



---

(敬請接續下頁題目)

● 其他意見

1. 請問您之前是否有將故宮或其它博物館題材融入教學的經驗?

---

2. 承上題，如果有，請教主題為何?

---

3. 貴校目前或未來是否有 STEAM 或創客相關課程規劃?

---

4. 貴校目前或未來是否有創客相關設備，請列舉。

---

5. 未來課程希望可以再增加的內容是：\_\_\_\_\_

---

6. 其他意見與建議：\_\_\_\_\_

---

-謝謝您的參與- 請您於活動結束後，將此份問卷交給工作人員，再次感謝您的協助！

# **K-12 Schoolteacher Participation in Museum-Organized STEAM Programs: National Palace Museum's STEAM Workshop as Example**

Shao-Chun Wu\*

## **Abstract**

As informal educational institutions, museums have long complemented and supplemented formal curricula by providing resources and maintaining collaborative relationships with K-12 schools. In recent years, with the rise of STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) educational trends and the implementation of the framework for 12-year basic education, K-12 schools are paying more attention to cross-disciplinary education, experiential learning, problem-solving, and integration of IT. Museums need to respond to these new approaches to better assist K-12 schools in developing STEAM educational programs and to keep their educational efforts up to date. Case study and non-participatory observation methods were used to explore the implementation of the STEAM Workshop at the National Palace Museum. Moreover, the problems that museums encounter when conducting STEAM workshops, the extent to which teachers absorb the information that is imparted, the design of the content as a reflection of the characteristics of art museums, and the utilization of museum resources by K-12 schoolteachers were analyzed. It is hoped that the suggestions presented in this paper will provide a reference for other museums in the development of STEAM educational programs.

Keywords: museum, National Palace Museum, education, STEAM, interdisciplinary

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