

博物館與文化 第 19 期 頁 67~94 (2020 年 6 月)
Journal of Museum & Culture 19 : 67~94 (June, 2020)

通用學習成效應用於博物館展示教育規畫設計之研究：
以國立科學工藝博物館「DIY 無人機」為例

蘇芳儀¹

The Effects of Applying Generic Learning Outcomes to
Museum Education Activities:
A Case Study of the National Science and Technology
Museum's "DIY Unmanned Aerial Vehicle"

Fang-Yi Su

關鍵詞：博物館教育活動規畫、通用學習成效、無人機

Keywords : Museum education activities planning, generic learning outcomes (GLOs), unmanned aerial vehicle (UAV)

¹ 本文作者為國立科學工藝博物館展示組助理研究員。
Assistant Researcher, Exhibition Division, National Science and Technology Museum
Email: fiona@mail.nstm.gov.tw
(投稿日期：2019 年 11 月 15 日。接受刊登日期：2020 年 3 月 20 日)

摘要

國立科學工藝博物館於 2017 年推出以「物聯網」為主題的《愛的萬物論：探索物聯網》特展，在展示籌辦時就一併納入規劃辦理「DIY 無人機」展示教育活動，適時回應資訊、通訊及數位科技融入十二年國民基本教育課程綱，展現博物館在輔助制式教育的功能。此外，博物館在教育活動上也必須推陳出新，才能夠滿足廣大群眾不同的學習需求。本文以「DIY 無人機」活動為實際案例，探討該活動採用非制式學習機構的通用學習成效模式 (Generic Learning Outcomes, GLOs) 來進行活動規劃與學習評量，瞭解這項模式實際應用於國內博物館教育活動的可能性。而從量化及質性資料的分析結果，顯示學員在學習成效上多呈現正向的回饋，達到規劃者以該模式架構為基礎的各項學習目標，而規劃者透過此模式更易聚焦活動方向。透過本次研究發現，此模式值得做為推展博物館教育活動參考之用。

Abstract

The National Science and Technology Museum (NSTM) launched the exhibition “Explore IOT” in 2017 under the theme of the Internet of Things (IOT). The activity: “DIY Unmanned Aerial Vehicle” was included during the curation process to respond in a real time manner to the emerging issues of incorporating information, communication and digital technology presented in the Curriculum Guidelines for the 12-Year Basic Education. This shows NSTM’s function in supporting formal education, while planning help NSTM realized that educational activities need to be innovative to meet the needs of different audience groups. Using “DIY Unmanned Aerial Vehicle” activity as an example, this paper discusses the generic learning outcomes (GLOs) that non-formal educational institutions use to plan activities and conduct learning evaluations, and to further see if it could be applied to museum education activities. The results of both qualitative and quantitative data analysis show that most participants gave positive feedback to learning effectiveness, attesting to learning goals based on the GLOs framework set by the organizer. Results also show that GLOs make it easier for the organizer to focus on the direction of the activity. The research findings suggest that GLOs can serve as a reference for promoting the museum education activities.

一、緒論

1984 年由美國博物館協會(AAM)發表的《新世紀的博物館》(Museums for a New Century)報告書中，以「若典藏品是博物館的心臟，教育則是博物館的靈魂」來強調博物館教育的重要性(CMNC, 1984)。一般而言，博物館教育活動之內涵與進行方式，並無一定之範疇與限制，主要依各博物館的特色、條件與營運需求而定，並依照活動訴求之主題與對象的不同而有所調整與改變。原則上，為求博物館營運效能之提昇及把握活動短暫的時效性，博物館必須不斷推出創意與嶄新的教育活動，用以滿足博物館不同觀眾群的學習需要(劉冠任、章晨玫、張鈞翔，2017)。有鑑於此，國立科學工藝博物館(以下簡稱科工館)在 2017 年推出以「物聯網」為主題的《愛的萬物論：探索物聯網》特展，在策展一開始就一併規劃辦理「DIY 無人機」展示教育活動(以下簡稱本活動)，適時回應資訊科技融入十二年國民基本教育課程綱，展現博物館在輔助制式教育的功能。

博物館的展示與科教通常是一體兩面，多樣活潑的科學教育活動可以強化展示的廣度與深度，也可以彌補展示的不足(張崇山，2004)。近幾年來，博物館的發展趨勢已經由「物件」轉向以「觀眾」為中心。面對這樣的轉變及複雜廣闊的博物館教育層面，劉婉珍(2002)於《美術館教育理念與實務》一書中談到，教育人員必須具備靈活的專業知能及學習特質，才能有效發揮博物館教育的功能。王啟祥(2000)於《博物館觀眾學習成果與影響研究的發展與啟示》一文中也提出，博物館推出多少展示與教育活動，其實並無法直接證明博物館的功能，觀眾的學習成果與影響才是博物館向社會展現其價值與功能的直接證據之一，在社會不斷要求博物館效能的時代，已逐漸成為博物館無可迴避的課題。

綜合上述，筆者認為，教育活動的規劃，民眾學習經驗的評量，儼然成為新世紀博物館中更需要探討的「觀眾研究」，若能運用一套完備且成效良好的活動規劃方法，不論對於本身專業知能的發展，或是提供觀眾特有的學習經驗，都將提供相當大的幫助(蔡海廣，2013)。再加上適當的評量機制

來評量活動是否有成功達到目標，及在活動進行中能否做修正（高慧芬，2001）。才能確切瞭解觀眾的學習成效。本活動使用了 21 世紀初，在英國開始推動《學習效果研究方案》(Learning Impact Research Project, LIRP)，其開發出一套通用學習成效（Generic Learning Outcomes，簡稱 GLOs）。這個模式最大的特點為，能讓各博物館在保有本身自主性與特色的情況下發揮潛能，而不是建立一個所有館舍都須遵循的全國性評量指標（劉婉珍，2011）。因此本活動就以通用學習成效來進行活動規劃與成效評量，瞭解這項模式實際應用於國內博物館教育活動的可能性。

二、文獻探討

（一）博物館教育活動規劃

依據 Eilean Hooper-Greenhill(1994)指出，博物館教育活動的規劃係依循著博物館建館宗旨與博物館訂定的教育政策。博物館教育活動的規劃，通常配合著展示而設計，但展示規劃時是否已將教育活動納入考量與設計，是博物館方必須認真思考的課題，若能預先訂定明確的教育政策，將能使教育活動透過策展時良好的設計規劃，配合著展示、展品，使教育人員、活動參與者能有良好的互動並產生學習經驗（邱瓊儀，2010）。

教育人員所規劃的相關活動，屬於博物館詮釋物件的策略之一。寓教於樂的教育活動，能加深觀眾對相關知識的理解，並促進和博物館工作者的互動關係。因此，博物館的教育功能在觀眾的學習過程中，確實扮演舉足輕重的角色（蔡海廣，2013）。本活動係配合科工館特展所辦理，利用展示內容延伸出無人機在物聯網中的應用，透過教育活動，一方面吸引民眾參觀展示，一方面有效利用博物館資源，體現博物館教育功能。

（二）通用學習成效

教育是博物館的主要功能之一，甚至是博物館為社會大眾所支持、認可

其存在的主要理由之一(Bucaw, 1997)。而博物館之教育價值與功能的實踐程度如何，需要受到社會的檢驗，不應被忽視或視為理所當然的存在(王啟祥，2000)。不過，由於研究方法論的問題，至今並沒有任何研究直接探討博物館中的學習成果與影響。因此，博物館有必要發展一套與此相關的評量系統。2001 年英國萊斯特大學博物館研究中心(Research Centre for Museums and Galleries, University of Leicester, RCMG)經過長時間發展以及試驗的規劃架構，開發出一套可以評量觀眾在博物館等非制式學習機構的通用學習成效(Generic Learning Outcomes, GLOs)其概念架構分為以下五項：

1. 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。
2. 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。
3. 態度與價值觀(Attitudes and Values)：對自身或其他人事物等等的看法、觀念及見解的轉變，有不一樣的想法。
4. 愉悅感、啟發及創造力(Enjoyment, Inspiration, Creativity)：對於學習過程感到愉快、有趣，並且能啟發一些事物，與創意的展現或發想。
5. 行動與行為的轉變(Activity Behavior and Progression)：行動與行為的改變主要為檢視學習過後，是否將其收穫轉化成實際上的行動與行為。

通用學習成效專門被開發來探究解析非制式教育學習體驗與活動成效的相關構面，過去許多研究專案都已證實該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(徐典裕、王慧涵、郭凡瑞，2015)。同時，通用學習成效近年來也推廣至英國許多地區的博物館，發展相當完整(蔡海廣，2013)。因此本活動採用通用學習成效來設計問卷並進

行評量與分析。

(三) 無人飛行載具的發展

無人飛行載具已有 90 年發展歷史，早期皆以軍事用途為主。近年來受到物聯網概念影響，同時資訊、通信與網路技術得以整合，使得無人機從消費性休閒娛樂玩具轉變為商業、農業、國防領域高價值應用。無人機是一種無人飛行載具，不需要駕駛員登機駕駛的飛行器，而是透過無線通訊系統從遠端操控，或完全自主飛行。近幾年來無人機也開始嘗試運送貨物，讓運輸跳脫平面的束縛，把天空也納入運輸的範圍，能為內陸城市提供舒緩的作用；到目前為止，雖然無人駕駛飛行器的載量有限，但還是可以支援第一哩（1.6 公里）及最後一哩的物流網路運作，改變了物流與供應鏈的運輸過程。

目前市面上流通的無人飛行載具種類多元，從微型、小型、大型到軍用型都有，根據機體構造與飛行特性的不同，大致尚可分為旋翼型與定翼型兩類。其中旋翼型又分為單旋翼和多旋翼系統。其中以多旋翼機的發展與應用最為迅速，主要是因多旋翼機的機械結構簡單，其維護較傳統直升機複雜的旋翼控制機構容易許多，較容易被一般使用者接受，由於多旋翼比較簡單穩定，適合業餘、休閒使用（王星為，2014）。綜上所述，本活動採用多旋翼型無人飛行載具，透過編寫程式的方式讓無人機完成各種飛行姿態及動作。

三、個案研究：「DIY 無人機」活動規劃及評量方式

(一) 背景介紹

《愛的萬物論：探索物聯網》特展是科工館 20 周年館慶特展，由該館館員自行策劃辦理，展出時間為 2017 年 11 月 10 日至 2018 年 10 月 21 日。展覽主要讓民眾透過多元的展示方式認識資通訊產業的應用、物聯網技術的發展及感受在行動科技帶領下日常生活的改變（教育部，2017）。同時搭配特展規劃許多種類的教育活動，包括定時導覽、動手做、主題課程及夏令營

探索活動「DIY 無人機」等。其中，「DIY 無人機」活動在展示籌辦時就一併納入規劃，正是希望從展示出發，做到展示與科教相輔相成的效果，活動由科工館兩位專任助理負責規劃（以下簡稱 K1、K2），配合策展過程，訂定明確的目標，進行有關無人機的技术諮詢及資通訊課程的研擬，期使本活動擴展並延伸展示效益，讓參與民眾產生刺激反應的學習模式，藉以獲得知識、增加技能、並產生愉悅的感受（邱瓊儀，2010）。

（二）「DIY 無人機」活動實施內涵

根據前述文獻探討，本活動的背景學科知識內容涵括了資訊科技與航空科學領域，為凸顯科工館非制式教育的功能，在教學策略上，透過授課講解、動手組裝、實際操作，加強觀眾對科學及技術的認識及興趣，也活絡展廳之內容，讓展示更加多元。以下為本活動架構。

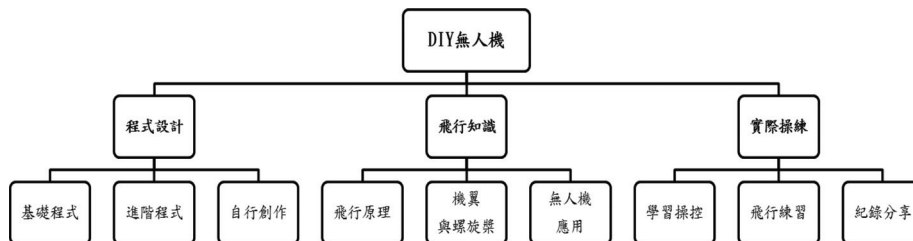


圖 1 「DIY 無人機」展示教育活動架構（製圖／蘇芳儀）

依據這樣的架構來設計教案（見附錄）。本活動主要由 K1 負責規劃，K2 扮演協助的角色，K1 在活動計畫書中提到：

此次「DIY 無人機」展示教育活動的核心，是以實際操作無人機為學習目標，結合授課講解、動手組裝、操控演練給學員帶來不同的學習經驗，希望藉由展示及活動的辦理培育民眾自我探索的精神，啟發思考資訊科技發展的方向。

規劃者 K1 一開始就瞭解物聯網與無人機發展的關聯性，因此選擇這個主題來做為隨展活動，讓參與學員都可以自己組裝並帶走一台無人機，同時學會操作，再從活動中引導學員認識相關知識、編寫組合程式及分享拍攝影片，更嘗試以通用學習成效來設定活動目標，以瞭解自己規劃之內容與學員實際參與之結果是否相符。

雖然 K1 和 K2 並不是教師背景，但 K1 其有多年資訊程式教學的經驗，而 K2 對解說工作具一定素養，兩人分工執行不同的工作，K1 他認為：

「無人機是近期興起的熱門科技產品，大家都可以買到這樣的產品，但，我賣的不是玩具，是給一套完整的課程，從認識無人機、講解飛行原理、編寫圖控程式、組裝飛機、到試飛修正，讓你從做中學，學中做，發揮創客精神，認真學習完後，會知道更多這個領域所需要的資訊科技基礎知識。」

當他說出不是賣玩具，而是完整課程這段話時，讓筆者很有同感，一般人可以買個無人機，按照說明書，也可以完成，但這不是博物館教育的目的。熱忱與熱情驅使 K1 希望將這個教育活動，做得更有意義，因此採用通用學習成效，即在於想瞭解該模式能否對學員有更好的幫助，以及用更專業的工具來做檢視。

「我在資訊程式教學很專業，但我不是正統教育背景的，我想瞭解這些專業能否對學員有更好的幫助，包括在學習態度、創造力的啟發，或者他們是否可以從活動中覺得開心，好玩。」（規劃者 K1）

表 1 是 K1 與 K2 依據通用學習成效的五項構面，撰寫之學習預期目標。依據目標著手發展出活動執行方式、研擬教案、收集影片及製作教學簡報。

「有這個模式框架，可以幫助我規劃活動細節，更容易對活動的全貌有概念，而且與 K2 討論時可以依據預期目標來修正教案的內容。」（規劃者 K1）

接下來是確定本活動的各項基本條件。規劃為兩日課程，參加對象是國小中年級以上及親子觀眾，而且鼓勵父母師長陪同參加。K2 表示：

「混齡的方式是希望可以透過活動互相討論，解決問題，大朋友帶領小朋友一起，從中來觀察大家互動的情形及相互的態度，應該很有趣。」

K1 則表示：

「因這次課程與程式設計有關，而且部分操作又需要展現所學技能，讓父母師長陪同，除了相互學習及分享，來增加學習樂趣外，也希望參加過的家長，可以協助口碑行銷，推廣這次的活動，也推銷特展。」

在人數方面，考量到要實際飛行演練，為了妥善照顧到每一位學員，一班 20 人為限，在時間安排上考量有知識教學、動手組裝、測試及飛行演練，所以安排兩天的課程，以確保每個單元都可以安排充實得宜，讓學員有充足的時間編寫修改程式及飛行體驗。

表 1 通用學習成效五個構面的學習預期目標（製表／蘇芳儀）

衡量構面	內容
增進知識與理解	<ol style="list-style-type: none"> 1. 瞭解人類是如何模仿飛行 2. 瞭解多旋翼和單旋翼的不同 3. 柏努力定律與康達效應如何被發現與實驗 4. 認識基礎圖控程式語言
增進技能	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學習如何正確使用飛行遙控器 2. 組裝飛機，正確的組裝方式 3. 會寫程式控制飛行器燈光、轉速、特技 4. 學會以 APP 軟體剪輯影片 5. 瞭解將飛行前飛機須配對及校準
態度或價值觀的轉變	<ol style="list-style-type: none"> 1. 認知操控飛機編寫程式比想像中困難 2. 願意嘗試學習新興科技 3. 願意認識各式飛行器的飛行原理及構造功能上的不同

愉悅感、啟發與創造力	<ol style="list-style-type: none"> 1. 引發對於飛行的好奇心 2. 啟發程式編寫的創造力與提升邏輯思考力 3. 提升對無人機表演特技程式編寫的創造力與趣味性
行動與行為的改變	<ol style="list-style-type: none"> 1. 瞭解不同飛行器的構造與功能 2. 搭乘飛機時會去注意及感受飛機起飛時的推力升力與機翼的變化 3. 會對無人機的零件小心維護

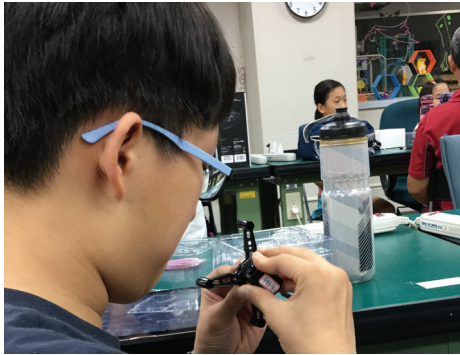


圖 2 學員動手組裝無人機
(攝影/蘇芳儀)



圖 3 父母師長陪同小朋友共同參與
(攝影/蘇芳儀)

(三) 研究方法介紹

1. 訪談法

本活動的研究方法分別是訪談法與問卷調查法。針對本活動規劃者 K1 及 K2 進行個別訪談，以瞭解其教育活動之設計理念，以及加入通用學習成效的規劃過程；再對照學習成效及滿意度調查之結果，探討規劃之內容與實際參與之結果是否相符，並檢視未來規劃活動時需進行哪些修正。透過引用訪談內容，與問卷統計結果對照，讓筆者有足夠資訊來檢視本活動。

2. 問卷設計

問卷設計係依據通用學習成效、本活動學習目標（見表 1），並參考劉冠任等人（2017）之研究，再由筆者進行編制，分為四部分。第一部分是通用學習成效評量，每一個構面有四題，第二部分是對活動課程規劃滿意度，

這兩部分的衡量方式採取李克特(Likert scale)五等量表,讓學員可以從 1 至 5 中圈選,分別給予 1 至 5 分,各構面得分加總後會算其平均數,該構面得分越高,表示填答者對於這部分的體驗或反應是較為強烈。第三部分則是安排兩題開放式的問答題,讓參與學員廣泛提出建議,第四部分為基本資料。

本問卷之 Cronbach's α 信度的係數值,分別為「增進知識與理解」(0.857)、「增進技能」(0.847)、「態度或價值觀的轉變」(0.888)、「愉悅感、啟發與創造力」(0.857)、「行動與行為的改變」(0.868)及「活動課程規劃滿意度」(0.891)。整體問卷之 Cronbach's α 係數均達 0.80 以上,根據 Cuieford(1965)建議,只要 Cronbach's α 值介於 0.7 至 0.98 間,則可判定為具有高度之內部一致性,信度佳,足以支持研究結果。

3. 樣本蒐集與分析

本活動是兩日課程,從 2018 年 6 月 23 日至 8 月 26 日共辦理 16 個場次,而問卷調查是以參加過本活動的所有學員為研究對象,在其結束活動後進行問卷的填寫。活動期間總共發放 201 份問卷,淘汰答題不良問卷後,有效問卷數為 193 份,有效率為 96%。在資料蒐集與整理後,筆者使用統計軟體 (SPSS for Windows 22 版) 進行分析,結合問卷統計資料與訪談內容,進行以下資料分析探討。

- (1) 描述性統計分析(Descriptive Analysis): 利用敘述統計量描述參與學員基本資料的次數分配及百分比,做為主要之假設檢定統計分析方法,並以描述性統計分析做為輔助方法。
- (2) 平均值分析: 有關通用學習成效及整體滿意度的衡量,在進行編碼時,分別給予 5、4、3、2、1 分,亦即「非常同意(滿意/高)」、「同意(滿意/高)」、「普通」、「不同意(不滿意/低)」、「非常不同意(不滿意/低)」。
- (3) 獨立樣本 T 檢定及單因子變異數分析(One-Way ANOVA): 探討不同背景變項對通用學習成效及活動課程規劃滿意度之差異。

四、活動評量與分析

博物館教育活動應實施成效檢討，透過評量方可掌握活動的規劃及成效是否符合預期，用以回饋於活動本身。本活動評量將分四部分來討論，分別是基本資料、通用學習成效五大構面、整體活動滿意度及其他背景變項的交叉分析。

（一）基本資料結果統計

本活動參與學員中男性佔 76.17%，女性則有 23.83%，在觀眾年齡層部分，以 10 歲以上-未滿 13 歲最多(78.76%)，這個結果與當初所設定的對象範圍大致相同。學員「參加活動的原因」，最多是「對無人機主題有興趣」，佔 66.80%，其次是「爸媽要求參加」，有 19.70%。無人機議題夠新奇，坊間針對親子觀眾開的課程相對較少，是吸引大家報名的主要原因。

而「從哪些管道知道本活動」，透過「本館官網」及「報名系統」皆是 32.10%，佔最大的比例，這兩個管道已成為每年寒暑假家長報名科工館各項活動的主要訊息來源，也建立了一定的會員。在「參加本館活動次數」部分，從未參加過的佔 11.80%，另有將近 56.50%的學員曾參加過本館活動 1-2 次以上，表示科工館所辦理的科學教育活動，建立了一定的口碑，學員願意一再報名參加，展現一定的忠誠度。

（二）通用學習成效五大構面分析結果

實施問卷評量時是採用無記名的方式進行，其用意在鼓勵學員們勇於表達自己的意見，問卷設計上除了採用封閉式，同時也加上了開放式的題項，以期呈現學員對參加活動後的多重印象，且問卷採開放性問題的設計，其目的亦為蒐集學員多元的意見或看法，瞭解其學習收穫的面向，增加可分析資料的廣度（劉冠任、章晨玫、張鈞翔，2017）。經過統計後，筆者得出每個構面的平均分數，分別為「增進知識與理解」平均分是 4.69；「增進技能」是 4.60；「態度或價值觀的轉變」是 4.63；「愉悅感、啟發與創造力」是 4.65；

「行動與行為的改變」是 4.59。這些平均分數顯示的是學員對於該構面的滿意程度，由於各構面題目類型皆不相同，因此無法直接以數字做之間的比較，僅能做參考。

1. 增進知識與理解

在增進知識與理解的構面中，平均數最高的是「增進我對無人機的認知」，其次是「瞭解飛行的原理」，再來是「理解圖控式程式設計」，平均數最低的是「以自己的方式說出什麼是無人機」（見表 2）。增進知識與理解，學習事實或資訊，是博物館教育活動重要的目的。K1 當初規劃該活動時，就花了很長時間設計程式課程，與飛行歷史相關的資料與影片，從這段訪談可以看出 K1 的用心，

「自己測試了兩三台無人機，撞壞了一台，找到了兩台適合程式教學及容易上手的機型，我擔心太難的，小朋友學不會，有挫敗感。」

該構面中的活動內容，主要是透過搭配影片模型講解飛行原理、程式教學及學員實際上機操作。而無人機是什麼？怎麼操控等的相關知識，對於大部分學員都是比較新興的主題，而且少接觸到，在學習新知識的過程也會相當有趣。該構面的平均分數也是五項中最高，可見 K1 在這部分的課程規劃與設計是受到學員肯定的。

表 2 增進知識與理解滿意度之問項得分分析 (n=193/平均分 4.69) (製表/蘇芳儀)

題項	平均數	標準差
參加本活動後，增進我對無人機的認知	4.77	.481
參加本活動後，讓我瞭解飛行的原理	4.70	.550
參加本活動後，讓我理解圖控式程式設計	4.69	.554
參加本活動後，我能以自己的方式概述什麼是無人機	4.60	.614

2. 增進技能

技術指「如何去做哪些事情」，指事情所得經驗的結果，需要實際去執行一些技能或與技術層面有關的指令，會和學員既有的知識背景有很大的關係。在增進技能這個構面中平均數最高的是「我學會利用活動課程中的工具進行各種學習，包括組裝及操控無人機等」，最低是「我能和其他學員相互討論來解決問題」（見表 3）。「互相討論」與「其他學員合作」則較無明顯效果，這與規劃者當時希望「大朋友帶領小朋友一起，從中來觀察大家互動的情形及相互的態度」的目標有落差，這與臺灣學生的學習習慣有關，不習慣討論，而合作的部分，因為本活動接受親子一同參與，現場觀察發現，遇到問題時學員習慣性找熟悉的「家人」解決問題。這顯示規劃者雖然擬訂學習目標，但無法在每一個層面都徹底實行。

表 3 增進技能滿意度之間項得分分析 (n=193/平均分 4.60) (製表/蘇芳儀)

題項	平均數	標準差
我學會利用活動課程中的工具進行各種學習，包括組裝及操控無人機等	4.73	.520
我學會閱讀課程中的知識進行各種學習，包括飛行原理、編寫程式等	4.65	.578
在活動過程中，我可以順利地完成無人機的飛行	4.57	.651
在活動過程中，我能和其他學員相互討論來解決問題	4.45	.790

3. 態度或價值觀改變

態度或價值觀改變著重在於有感覺、覺知、觀點，對自身、其他人事物或世界的看法、觀念及見解的轉變。資訊科技已列入十二年國民基本教育課程綱要當中，因此透過本活動也希望讓學員覺察到資訊科技課程已經成為資訊社會中的全球公民必要的基本素養之一，透過運用科技工具、材料、資源，

進而培養學生動手實作，以及設計與創造科技工具及資訊系統的知能，同時也涵育創造思考、批判思考、問題解決、邏輯與運算思維等高層次思考的能力。從表 4 發現在態度或價值觀改變的構面中，平均數最高的是「我覺得學習資訊科技課程很重要」，其次是「我想知道更多資訊科技的知識」。K1 對資訊課程的專業素養以及企圖「給一套完整的課程……讓學員會知道更多這個領域所需要的資訊科技基礎知識」(規劃者 K1)，顯然有達到效果。

表 4 態度或價值觀改變滿意度之間項得分分析 (n=193/平均分 4.63) (製表/蘇芳儀)

題項	平均數	標準差
經過本活動後，讓我覺得學習資訊科技課程很重要	4.66	.618
經過本活動後，讓我想知道更多資訊科技的知識	4.65	.628
我覺得參加本活動後，讓我喜歡到博物館學習資訊科技課程	4.60	.679
我喜歡來博物館參加各項活動	4.59	.710

4. 愉悅感、啟發與創造力

這個構面的活動目標就是希望透過參與，被啟發出創造力、靈感與愉悅感，而獲得最高分的是「活動整體設計是有趣的」(見表 5)，綜觀整個活動的安排，有組織系統且循序漸進，實作與講課穿插進行且內容都具趣味性。其實從開放式問題的回答中可以發現，大部分的學員對於活動均展現正向的情緒，例如：「很有趣」、「很好玩」、「很興奮」來訴說感受，這樣的調查結果，也呼應李莎莉(2003)於《博物館教育推廣與資源整合-台灣地區的實踐典例》一文中所提到「博物館教育的可貴並不在教育觀眾，而是在幫助觀眾學習，賦予觀眾愉悅的學習經驗」。次高分是「從本活動中可以啟發更多想法」，儘管大多數的學員都是按照 K1 所教的圖控程式去執行飛行編排，但是每個人操作上，還是看得出各種臨場反應，K1 表示就近觀察還是可以看出學員的創意發想。

表 5 愉悅感、啟發與創造力滿意度之問項得分分析 (n=193/平均分 4.65)
(製表/蘇芳儀)

題項	平均數	標準差
我認為本活動整體設計是有趣的	4.70	.526
我認為從本活動中可以啟發更多想法	4.65	.620
我認為學員的飛行程式編排都很有創意	4.62	.627
我對於飛行產生好奇心	4.64	.622

5. 行動與行為的轉變

行動與行為的轉變主要是檢視學習過後，是否將其收穫轉化成實際上的行動與行為。而這個向度的平均分數是五項構面中最低。而在「關注無人機的應用與發展」、「會觀察天空中飛行的工具或生物」及「會深入瞭解無人機相關知識」平均分數皆是 4.59 (見表 6)，筆者認為學員若想對無人機有更多瞭解，就必須自行探索或者學習。雖然無法確認學員在活動後是否繼續瞭解，但就問卷結果來看，基本目標是達成的。

表 6 行動與行為的轉變滿意度之問項得分分析 (n=193/平均分 4.59) (製表/蘇芳儀)

題項	平均數	標準差
參加本活動後，我會關注無人機的應用與發展	4.59	.657
參加本活動後，我會觀察天空中飛行的工具或生物	4.59	.649
參加本活動後，我會深入瞭解無人機相關知識	4.59	.664
我會推薦其他人來參加本活動	4.58	.761

(三) 整體活動滿意度分析

依據表 7 發現學員對於本活動的滿意度為 4.75，在課程安排、教學方式及場地與環境的平均分數分別是 4.70、4.76 及 4.69，呈現良好的結果，肯定了活動規劃者的用心安排。筆者從訪談中得知，為了妥善安排試飛場地，好

讓所有參與學員在安全飛行的前提下進行體驗，兩位規劃者與科工館內的長官及策展人進行多次的討論，最後決定利用館內室內的展示空間來進行。

「真的非常兩難，我們瞭解戶外是最好的選擇，但為了安全考量及秩序管理，我必須要做出割捨，要避免學員一飛上天，完全失控的狀況出現，以致於產生危險，導致疲於奔命的情況發生，而科工館展場空間其實也夠寬闊，高度有 8 公尺，對初學者應該夠用，這是權衡之下所做的選擇。」（規劃者 K1）

在所列出的四項課程項目中，學員最喜歡的單元為是「DIY 無人機及操作飛行」(74.60%)，「圖控式程式教學」(10.4%)則排名第二。「DIY 無人機及操作飛行」為最受歡迎其實並不意外（如表 8），從開放式問題中，歸納學員填答最喜歡的原因分別是：「用自己寫的程式來訓練飛機起飛降落」、「會寫程式好強」、「很有趣，我學會了操控無人機」、「穿越呼拉圈的那一刻，很興奮，很好玩」等，這些回饋與 K1 對活動的期望目標相當吻合。本活動讓學員自己組裝飛機，寫屬於自己的飛行程式，然後自己編寫飛行表演，並與其他人互動，也欣賞別人的創意排程，綜上所述，教育活動當中要多讓參與者「實際地」練習自己所學到的東西，印證出實際的成果，才能使得活動達到吸引預期的目的，加深參與者的印象。

表 7 對本活動課程規劃滿意度之間項得分分析 (n=193) (製表/蘇芳儀)

題項	平均數	標準差
我對本活動課程內容安排感到滿意	4.70	.578
我對授課老師的教學方式感到滿意	4.76	.495
我對活動場地與環境感到滿意	4.69	.582
整體而言，我對本次活動的成果感到滿意	4.75	.550

表 8 本活動中我最喜歡的課程單元為？（僅選一項）（n=193）（製表／蘇芳儀）

	題項	百分比 (%)
本活動中我最喜歡的課程單元為？（僅選一項）	圖控式程式教學	10.40
	飛行原理介紹	6.70
	DIY 無人機及操作飛行	74.60
	影片拍攝剪輯與製作	8.30



圖 4 圖控式程式教學（攝影／蘇芳儀）



圖 5 DIY 無人機及操作飛行（攝影／蘇芳儀）

（四）背景變項對通用學習成效及活動課程規劃滿意度之分析

先採獨立樣本 T 檢定探討「性別」對通用學習成效的差異，接著透過單因子變異數分析來探討「參加原因」對通用學習成效的差異以及「參加本館活動次數」對活動滿意度之差異。

1. 學員性別對通用學習成效之差異

從表 9 中發現通用學習成效的所有構面其變異數相等的 Levene 檢定中，其 F 值檢定統計量的顯著水準 (p) 均大於 0.05 即無顯著性，表示兩組變異數具有同質性。進一步使用獨立樣本 T 檢定，判斷兩母體的平均值是否存在顯著性差異，發現所有構面均未達 0.05 的顯著水準，表示學員性別對通用學習成效無顯著差異。兩組樣本平均數介於 4（同意）～5（非常同意）之間。以平均數來看女性學員的學習成效在所有構面均高於男性。

表 9 學員性別對通用學習成效之差異 T 檢定結果 (製表/蘇芳儀)

各構面	性別	平均數	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 T 檢定	
			F 檢定	顯著性	T 值	顯著性
增進知識與理解	男	4.6895	.520	.472	-.139	.889
	女	4.7014				
增進技能	男	4.5939	1.873	.173	-.315	.753
	女	4.6250				
態度或價值觀的轉變	男	4.6067	2.555	.112	-.850	.397
	女	4.6944				
愉悅感、啟發與創造力	男	4.6417	2.805	.096	-.707	.480
	女	4.7083				
行動與行為的改變	男	4.5748	.578	.448	-.468	.640
	女	4.6250				

*p<.05 **p<.01 ***p<.001

2. 學員參加原因對通用學習成效之差異

透過單因子變異數分析瞭解學員「參加原因」在通用學習成效上是否有差異，根據表 10 ANOVA 摘要表發現，五個構面顯著值都大於 0.05，所以在信賴水準 0.95 下，接受虛無假設，也就是說學員在通用學習成效上的差異，並不會因為「參加原因」而有所差異。但從平均數來分析，填答「爸媽要求參加」的學員，在通用學習成效中五個構面的平均數與另外五個參加原因相比都是最低的，這與黃珮琪 (2007) 之研究指出「學童參與民間才藝學習，動機為自己個人的興趣比動機為父母的意見或安排之學生抱持較積極的學習態度，其學習成效亦較佳」的結果相符。

表 10 參加原因在通用學習成效各構面之 One-Way ANOVA 摘要 (製表/蘇芳儀)

構面	參加原因	個數	平均數	標準差	F 檢定	顯著性
增進知識 與理解	爸媽要求參加	38	4.5461	.56609	1.011	.413
	對無人機主題有興趣	129	4.7229	.43328		
	親友同儕邀請	4	4.7500	.35355		
	師長介紹	3	4.7500	.25000		
	看過物聯網特展有興趣	12	4.7083	.48656		
	其他	7	4.8214	.37401		
增進技能	爸媽要求參加	38	4.4211	.65012	1.327	.254
	對無人機主題有興趣	129	4.6279	.51644		
	親友同儕邀請	4	4.6250	.47871		
	師長介紹	3	4.9167	.14434		
	看過物聯網特展有興趣	12	4.7292	.29113		
	其他	7	4.6786	.42608		
態度或價 值觀的轉 變	爸媽要求參加	38	4.4276	.62576	1.466	.203
	對無人機主題有興趣	129	4.6531	.56016		
	親友同儕邀請	4	4.7500	.50000		
	師長介紹	3	5.0000	.00000		
	看過物聯網特展有興趣	12	4.7083	.35086		
	其他	7	4.7500	.38188		
愉悅感、 啟發與創 造力	爸媽要求參加	38	4.5132	.59544	1.357	.242
	對無人機主題有興趣	129	4.6725	.49883		
	親友同儕邀請	4	4.8125	.37500		
	師長介紹	3	5.0000	.00000		
	看過物聯網特展有興趣	12	4.8333	.30773		
	其他	7	4.5357	.50885		
行動與行 為的改變	爸媽要求參加	38	4.3816	.61165	1.435	.214
	對無人機主題有興趣	129	4.6279	.56260		
	親友同儕邀請	4	4.6875	.47324		
	師長介紹	3	5.0000	.00000		
	看過物聯網特展有興趣	12	4.6042	.65243		
	其他	7	4.6071	.60994		

*p<.05 **p<.01 ***p<.001

3. 參與活動次數對活動滿意度之差異

檢驗「參與活動次數」對活動規劃滿意度是否有差異，根據表 11 發現，F 值等於 1.146， $P=0.332$ 大於 0.05，未達 0.05 的顯著水準，表示「參與活動次數」對本活動規劃滿意度無顯著差異，且滿意度平均數介於 4（同意）~5（非常同意）之間，顯示整體滿意度高。Oliver(1997)提出顧客忠誠度是指顧客對產品或服務，會有重覆性的購買，就算是情境改變了，也不會影響未來的購買行為。因此本次分析發現參與本館活動 3-5 次者，其滿意度高於從未參加及參加 1-2 次者，可能因為這些活動參與者是科工館忠實客戶，對辦理之各項活動給予肯定與支持。

表 11 參與活動次數對活動滿意度之差異之 One-Way ANOVA 摘要表（製表／蘇芳儀）

	參與次數	個數	平均數	標準差	F 檢定	顯著性
	0 次	23	4.5761	.63261		
活動 滿意度	1-2 次	110	4.7409	.45044	1.146	.332
	3-5 次	38	4.8026	.38184		
	6 次以上	22	4.6932	.57700		

* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$

五、結論與建議

博物館教育活動評量的結果對於教育人員修正教學方式、掌握活動方向、改善內容實質的效益。同時，評量不是為了證明誰是第一，或是誰好誰壞，而是為了改進（邱瓊儀，2010）。本活動引用通用學習成效評量的結果，來解釋學員參加活動的學習成效，從量化與質性資料的分析結果大都呈現正向的成效。綜合上述之分析結果，提出以下結論與建議：

（一）達到科普教育的傳播效果

通用學習成效的五個構面中在「增進知識與理解」平均分是 4.69，從中

細看這個構面中的題項，以「增進我對無人機的認知」平均數是最高(4.77)。增進知識與理解，學習事實或資訊，一直是博物館教育活動重要核心價值。可以肯定的是本活動達到了原先設定的目標，也順利地進行了科普教育的傳播。

而在背景變項對通用學習成效及活動課程規劃滿意度之分析，探討了「性別」、「參加原因」及「參加本館活動次數」，經統計分析後上述三項都未達顯著水準，顯示本活動不因「性別」而有所差異，而從「參加原因」對通用學習成效的平均數上發現，自發性參加活動的學習者比非自發性在學習成效上的表現較佳，同時「參加本館活動次數」3-5次者，其滿意度又高於從未參加過及參加1-2次者，顯現學員對科工館教育活動規劃有其一定之忠誠度，願意重覆、持續支持。

（二）更易聚焦活動的成效與回饋

從訪談中瞭解 K1 認為這套準則可以讓他更易聚焦活動的成效與回饋，在規劃及執行活動時較有方向，可隨時檢視自己的活動內容，調整並注意更多發展的面向。在學員部分，從問卷統計中，發現大多數學員對本活動都是給予肯定及滿意。筆者認為通用學習成效是一個模式，其實，不同博物館有其不同的教育活動類型，可以參考使用，再針對自身特色從五項構面中選擇符合的類型，調整其比重進行評量。

（三）彰顯博物館情境學習的獨有魅力

從問卷結果發現學員對於整體活動的滿意度平均分為 4.75，而最喜歡的單元為「DIY 無人機及操作飛行」，可見杜威之經驗哲學強調「有事可做」(something to do)更要「有事可學」(something to learn)，主張讓學生在經驗的學習情境裡「由做中學」(learning by doing)，透過學生主動的反省思考(reflective thinking)來領會事物之間的關聯，可以使得學習因而「水到渠成」(吳木崑，2009)，博物館的情境體驗學習，向來都是博物館教育獨有的魅力所在。

本活動的核心主軸，是以實際操作無人機為學習目標，結合授課講解、動手組裝、操控演練帶給學員不同的學習經驗，活動內容相當多樣，不單只有動手做，也有建構知識的課程，需要保持高度熱忱及專注才能完成學習。雖然從問卷結果發現學員均有顯著的成效，但在「行動與行為的改變」上的平均分為 4.59，相對其他構面而言是較低的，學員們的好回饋並不足以引領他們持續地關注無人機相關議題，從評量博物館教育活動的角度而言，值得詳實探究其原因，建議可作為後續研究的方向，應該可以於每一個各別課程中，加入觀察或訪談來瞭解學員的回饋，更聚焦於每一個各別課程的學習成效。

參考資料

- 王星為，2014。無人機光達系統整合與精度評估。國立臺北科技大學土木工程系土木與防災研究所。
- 王啟祥，2000。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。
- 李莎莉，2003。博物館教育推廣與資源整合—台灣地區的實踐典例。博物館學季刊，16（4）：133-151。
- 吳木崑，2009。杜威經驗哲學對課程與教學之啟示。臺北市立教育大學學報，40（1）：35-54。
- 黃珮瑛，2007。國小學生對學校與民間視覺藝術課程學習態度之研究—以台中縣清水鎮為例。國立新竹教育大學美勞教育研究所碩士論文，未出版。
- 邱瓊儀，2010。博物館教育活動實施成效之研究—以史前館教資中心為例。國立臺東大學教育學系文教行政碩士在職專班碩士論文，未出版。
- 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。
- 高慧芬，2001。以展示為基礎的博物館教育活動規劃及其評量設計。博物館學季刊，15（2）：91-106。
- 教育部，2020。檢自：<https://reurl.cc/EKqEVn>（瀏覽日期：2020年2月29日）。
- 張崇山，2004。博物館展示的科學與藝術。科技博物，8（4）：23-36。
- 蔡海廣，2013。通用學習成效應用於教育活動規劃的成效：以國立自然科學博物館「歡迎光臨絲樂園」活動為例。科技博物，17（3）：87-116。
- 劉冠任、章晨玫、張鈞翔，2017。科學博物館「探尋臺灣哺乳動物化石」系列教育活動成效評量。科技博物，21（2）：52-76。
- 劉婉珍，2002。美術館教育理念與實務。臺北市：南天書局。
- 劉婉珍，2011。博物館觀眾研究。臺北市：三民書局股份有限公司。
- Bucaw, G. E., 1997. Introduction to Museum Work. Walnut Creek, CA: Alta Mira Press.
- Cuieford, J. P., 1965. Fundamental statistics in psychology and education. New York, NY: McGraw-Hill.

Commission on Museums for a New Century, 1984. *Museums for a new century*. Washington, D. C.: The American Association of Museums, AAM.

Hooper-Greenhill, E. (Ed.), 1994. *The Educational Role of the Museum*. London: Routledge.

Oliver, R. L., R. T. Rust & S. Varki, 1997. Customer Delight: Foundations, Findings and Managerial Insight. *Journal of Retailing*, 73(3): 311-336.

附錄：

「DIY 無人機」展示教育活動教案

一、活動名稱：「DIY 無人機」展示教育活動

二、活動主題：透過程式設計、操作組裝與實際試飛帶領民眾認識無人機程式編撰、瞭解飛行原理及無人機的應用。

三、活動目標：

活動項目	活動性質	活動目標
無人機的智控指南	程式設計課程	學習無人機程式語言的編寫邏輯及語法。
飛上青天的奧妙	建構飛行知識	認識飛行原理、機翼、螺旋槳及無人機的應用。
來「造」飛機了！	動手組裝與測試	實務操作，動手組裝無人機並進行校準測試。
我和我追逐的無人機	實際試飛、挑戰障礙與剪輯紀錄	正確操控，完成飛行任務並記錄飛行狀況。

四、主講人與活動所需人力：2-4 人

五、對象：國小中年級以上（親子）

六、參加人數：20 人

七、活動所需時間：12 小時

八、活動器材：

類別	名稱	備註
道具設備	投影機、電腦、平板電腦、無人機 AIRBLOCK、無人機 SMRC S7HW、玩具直昇機、立桿、呼拉圈、降落標的指示牌、塑膠地板	參與學員自備手機
工具及材料	剪刀、美工刀、斜口鉗、標籤紙	

九、活動內容及時間分配：

活動項目	活動內容	配合器材
無人機的智控指南 (4 小時)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 瞭解 AIRBLOCK 編寫工具，元件及使用環境。 2. 基礎程式：起飛、降落、燈光、旋翼轉速、翻轉特技。 3. 進階程式：組合程式、四方飛行程式及自行創作。 	投影機、電腦、平板電腦、無人機 AIRBLOCK
飛上青天的奧妙 (2 小時)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 解釋飛行原理、飛行四力、柏努力定律及康達效應。 2. 認識機翼跟螺旋槳，多翼與單翼的不同。 3. 透過多部科普影片及道具模型解釋飛機能上天的基礎原理。 	投影機、電腦、玩具直昇機
來「造」飛機了! (2 小時)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 解說 SMRC S7HW 無人機零件內容，教導組裝過程。 2. 動手組裝、測試相機影像及操控技巧。 3. 學習校準機身的方式。 	無人機 SMRC S7HW、剪刀、美工刀、斜口鉗、標籤紙
我和我追逐的無人機 (4 小時)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 練習飛行、實際飛行、展示飛行。 2. 調整及修正飛行程式。 3. 無人機攝影實地操作並抓取合適的素材。 4. 影片剪輯及作品分享。 	無人機 AIRBLOCK、無人機 SMRC S7HW、立桿呼拉圈、降落標的指示牌、塑膠地板、平板電腦