

## 在不同課程順序下學生對鎖具構造概念建立之研究

### The study of the students realization to the lock structures under different curriculum orders

余安順

高雄市復華中學

An-Shun Yu

FuHwa Senior High School

#### 摘要

本研究是以相同的課程，不同的順序安排動手做與觀展活動，並以競賽方式促進學童在鎖具構造上的瞭解同時學習鎖具構造的興趣，本研究目的是希望瞭解何種順序的課程安排，有助於學童加深學習鎖具的構造和興趣，並藉由動手做與競賽策略，檢視學童是否達到鎖具構造概念的建立。本研究參加的探究組學童有 32 人，其中包含 24 個男生與 8 個女生；解說組的學童有 23 人，其中包含 16 個男生與 7 個女生。本研究利用問卷與學習單的方式評估學童參加活動前後的鎖具構造學習情形，研究結果顯示探究組學童在鎖具活動前後的科學學習興趣和自我效能均有顯著差異，而解說組的學童自我效能有達到顯著差異，科學學習興趣則未達顯著差異。此外，結合動手做與鎖具競賽活動可以有效幫助學童對於鎖具構造的了解。

本研究參加的探究組學童有 32 人，其中包含 24 個男生與 8 個女生；解說組的學童有 23 人，其中包含 16 個男生與 7 個女生。本研究利用問卷與學習單的方式評估學童參加活動前後的鎖具構造學習情形，研究結果顯示探究組學童在鎖具活動前後的科學學習興趣和自我效能均有顯著差異，而解說組的學童自我效能有達到顯著差異，科學學習興趣則未達顯著差異。此外，結合動手做與鎖具競賽活動可以有效幫助學童對於鎖具構造的了解。

**關鍵字：**博物館、鎖具、鎖具構造

#### Abstract

The aim of the study is to use the same curriculum but the different orders of the curriculum to discuss the students' various responses in learning the structures of locks. In the meanwhile, by the hand-on activities and competitions, it evaluates the students learning interests and acquisitions of the structures of locks. The investigation group has totally 32 students including 24 boys and 8 girls. The contrast group has totally 23 students including 16 boys and 7 girls. The data of the questionnaires and worksheets is used to discuss the differences of the students' learning before and

after the course. The results show that the investigation group has the positive improvement in learning interests and self-efficacy. At the same time, the contrast group only has the positive improvement in self-efficacy. Moreover, it is helpful for the students to learn the structures of locks through the hands-on activities and game-oriented competitions.

**Keyword:** museum、lock、structure of lock

## 壹、前言與研究目的

日常生活中，鎖具不過是一個工具，稍不留心很難注意到它的存在，但是鎖具在人類生活中卻扮演著重要的角色，而且從兩千多年前的漢代就已經有鎖具的存在，鎖具除了具有文化、歷史、技術、科學的面貌外，在科技的發展之下，現代的鎖具結構的變化，也與過去的鎖具的構造概念差異甚遠，當然拜科技所賜，現代鎖具有許多科技性的電子判讀裝置，但是卻少了幾分古人對於機械構造的巧思。鎖具的機械構造雖然有許多不同型態，但是主要的原理都是利用栓銷的作動讓鎖栓與鑰匙形成共軛的相對性，原理不難但是對於學童來說，因為鮮少接觸鎖具的內部構造，如果可以藉由大眾科學教育的管道去瞭解鎖具的機械構造，對學童來說是一項難得的體驗也是結合科學、技學與工程的學習。

博物館是大眾學習的場所，而且具有社會教育功能，不同屬性的博物館都有其特別的蒐藏物件，一般民眾到博物館能參與到的博物館活動，通常以瀏覽展示與教育學習活動為主，較少能夠實際動手做或是競賽。此外，博物館中教育活動往往以導覽或宣導式安排為大宗，如果一直以講述方式進行，對於學生族群不容易長時間吸引注意力，因此活動的順序安排與時間掌握便顯的重要。Holmes (2011) 指出學生不喜歡學習科技內容的理由，主要是這些內容往往伴隨許多記憶性的內容以及數學運算，太認知性質的學習引導容易導致學生對學習科學或是科技概念具有排斥的直覺反映。因此以博物館的教育推廣立場來說，讓參觀者或是學習者能快速吸引興趣、體驗以及建立基本概念為博物館主要目的，而動手做以及一些遊戲競賽最容易引發學習者興趣 (Gerstner & Bogner, 2010; Yilmaz, 2010)。2012 年，國立科學工藝博物館 (以下簡稱：科工館) 接受國立成功大學顏鴻森教授捐贈一批古鎖物件，該年底科工館便將這些藏品以中國古鎖為主題，規劃了一個鎖具特展，此特展除了展出館藏鎖具之外，也設計許多互動的鎖具機械裝置，讓參觀者可以實際從操作鎖具的開關過程，體會鎖具構造的原理。除了展示之外，同時結合科學教育活動，進行動手做與開鎖競賽的營隊，希望學童藉由參加營隊活動可以吸收到鎖具的相關知識。課程設計的順序安排對於學童的概念建立過程有不同的哲學觀點，建構主義者認為學習應該在認知基模上以探索方式建構知識；而目前

的科技教學則多傾向先傳授知識概念再去探索驗證。因此本研究目的是希望藉由博物館藏品的動手做體驗和競賽活動，以不同順序的課程安排之下，學童對於對鎖具構造概念的建立情形、並提升對於鎖具的探索興趣與自我效能，進而能欣賞古人在鎖具構造上的智慧與巧思設計。

## 貳、文獻探討

Bybee (2010) 認為要提昇學童的科學素養，面對 21 世紀的未來需著重在整合性的科學教育，所謂整合式的教育內容必須涵蓋科學 (Science)、科技 (Technology)、工程 (Engineering) 與數學 (Mathematics)。過去以認知性質為主的科學素養，現在應該是以培養問題解決與創造力的 STEM 素養為方針。為了建立統整性的知識與素養，利用多元的資源來達成學習目的為未來的趨勢亦是方針，除了制式教育的學習之外，學習者也應該利用非制式的教育管道，提升 STEM 的學習應用。Yilmaz (2010) 認為工程教育需要多元能力的整合，而動手設計並完成作品正好符合 STEM 的精神。Ralston、Hieb 和 Rivoli (2013) 的研究指出，美國從小學到大學都有以 STEM 為元素設計的課程，這些課程經過四年 2000 名學生的驗證發現，多元統整的工程教育是有效而且適於當代的課程設計主流，透過科學、科技、工程與數學領域的整合更能培養未來解決問題的人才。本文的教學場域是科學類的博物館，教學精神便以 STEM 為方針，教學策略則是以製作鎖具與開鎖競賽來建立鎖具的構造概念，充分的融入博物館資源在學習活動中。

### 一、博物館資源與學習

學習在一般的定義中往往被認為是概念改變或是認知結構產生變化，在博物館中的學習雖然最終也是希望在認知上可以得到增長，但是方法與模式上與一般學習有所不同，主要因為博物館的環境屬於公眾教育的場所，博物館不是知識的守門員，所要傳遞的也不僅僅是知識而已，而是希望帶給觀眾一種學習的經驗與體驗，透過參觀體驗的過程得到知識。

博物館雖然是個教育的場域，但是因為其特殊的性質與限制，博物館的教育方針向來不以學習成效為依歸，反而著重於學習興趣的培養以及提升學習者的自我效能(張美珍, 2003)。博物館不像學校有固定的學習時間、因此觀眾在博物館往往如過客一般，因此如何在短暫的時間內讓觀眾或是學習者可以對某些主題形成重點式的概念，便成為博物館努力的目標。博物館促進學習的方式多以導引、探索、互動或是模仿的方式切入，在情境中建立知識概念(Falk & Dierking, 1992)。如此方式主要還是希望學習者能維持一定的學習興趣，學習興趣之所以得到支持來自於自我效能得到滿足，Bandura (1977) 早期提出的自我效能 (Self-efficacy)，其

含意是學習者自己對某種行為的能力批判，尤其在操作型的學習活動中，自我效能強弱幾乎決定了學習者是否願意動手操作，而動手操作的過程如果失去興趣，學習活動不但無法維持，甚至也無法建立學習概念。Yilmaz (2010) 的研究提到，利用營隊來進行動手做的活動，不只可以讓學生熱中於學習，並且藉由作品或是任務的完成，相對的可以提升學生的自我效能以及學習成效。Fantz、Siller 和 Demiranda (2011) 也指出學童若能在上大學前有更多的學前工程教育經驗，例如參加一些科技營、夏令營或是額外的科技比賽，將來若就讀工程相關科系會有較高的自我效能。因此利用博物館的資源來推廣教育活動對學童來說可以培養興趣、增加經驗，有助於他們日後遇到相關問題時的自我效能。

## 二、構造概念的學習策略

### (一) 動手做的學習策略

動手做 (Hands-on) 的理論基礎多引用杜威的做中學 (learning by doing) 經驗哲學，杜威認為經驗來自於生活中與環境不停交互作用自然產生的，在經驗中人們不斷的經過同化與調適，因此得以累積經驗，因此動手操作是最容易達到經驗事物的途徑 (Dewey, 1938)。在杜威的理論中，雖然動手操作是獲得初級經驗 (Primary experience) 的管道，但是要形成歸類、分析、形成抽象的概念或是理論則有賴於次級經驗 (secondary experience) 的過程。

教育部 (2009) 於 98 課綱中強調生活科技課程為培養學生應用科技與解決問題的能力，透過實踐與操作活動提升學生的學習興趣，在課綱中可以發現動手做能力的培養，已經成為既定的目標，並且以此作為學習策略規劃。Gerstner 和 Bogner (2010) 以及 Goodman, Freiburg, Rasmussen 和 Di (2006) 等人也提出動手操作的經驗，可以大幅提升學生的學習動機，在學習策略中融入動手策略，除了可以加速概念的建立，同時也可以澄清一些錯誤的認知理解。Yilmaz (2010) 過去在德州大學中舉辦針對高中生工程設計的夏令營，內容都以工程設計並且動手完成作品為內容，這些任務內容訴求不只是一要教導學生工程知識，更重要的是在動手做的策略中提升學生的學習興趣。由此可見動手做的學習策略足以讓學童進行概念的建立，本研究的機械構造概念尤其適合以動手方式進行概念建立，構造概念有別於其他抽象式的認知範疇，學習者不需由想像的方式建立概念，反而透過觀察以及實際的體會機械操作，更能加深學習者的印象。

### (二) 博物館的學習策略

參觀展示是博物館最主要服務模式，許多國內外經驗顯示，在博物館中進行教育活動，尤其面對學生團體時必須採取一些策略，除了基本的解說導覽外，亦可以使用活動單、探索

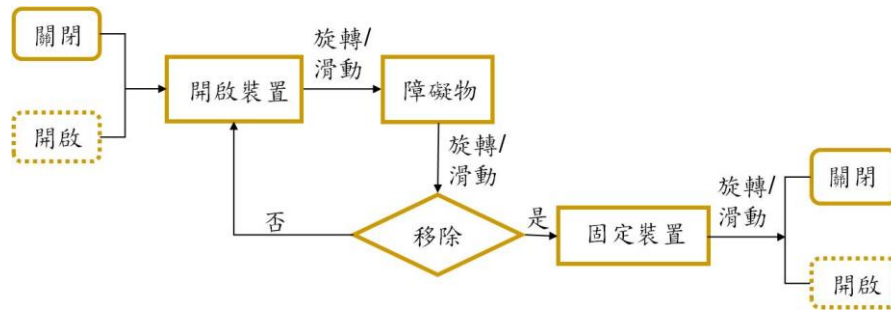
單或是專題任務導向的工作單輔助學習活動（張美珍，2003；朱耀明，2001；Dubin, 1994）。Madden（1985）的研究發現，到博物館民眾之中有 96% 是參觀展示，特別到博物館參加教育活動的觀眾只有 4% 左右（劉婉珍，2001）。參觀展示的過程就是一種學習策略，透過參觀展示的過程形成個人、社會與環境的互動歷程，在這個歷程中，將獲得的資訊融入心智結構中，透過走動的學習策略，學習不緊緊發生在個人身上，在個人與物件的互動中，學習不僅僅是著眼於看的見的教材，而是存在於整個環境與個人的社會脈絡中（Falk & Dierking, 1992；張美珍，2003）。Willde 和 Urhahne（2008）提到開放性的學習任務不容易獲得知識以及學習動機，參觀展示便屬於高度開放性的自我導向學習，因此在其研究中便建議至少需要學習單的引導設計在開放性任務中。遊戲與競賽總是容易吸引學童的目光與專注力，任何學習活動如果以遊戲或是競賽的方式出現，學童比較容易有興趣並且將注意力集中在競爭的意圖上（Smith, 1993；Straffin, 1993）。本研究所設計的競賽策略，有競賽之名確無競賽之實，雖然設計兩兩一同進行開鎖，然開鎖時間乃是個別紀錄，並未著重於兩兩競爭，但是卻可收競賽之效，提升學童在學習活動上的樂趣與專注。

### 三、鎖具構造的概念

鎖具的基本組成，可歸納為固定裝置、障礙物、及開啟裝置等三個部份。固定裝置用來連結兩個物件，使其難以被分離或開啟；以門板為例，其固定裝置為使兩扇門板固定而無法被開闔的設計。一般機械鎖具使用「門」為其固定裝置，旨在固結兩物件，達到鎖閉的功效。

障礙物的作用在於辨別與阻礙錯誤的開啟裝置，兼具防止固定裝置被移動的功能。鎖具的障礙物有不少種類，西洋鎖的障礙物大多為凸塊與制栓，而古中國鎖具則依其類型選用木栓或彈簧片。開啟裝置係指用以克服障礙物來解放或開啟固定裝置的鑰匙、數字、或密碼。上述三個裝置的運動方式又可分為旋轉或滑動兩類，藉由不同的組合，產生釋放與固結兩物件的功效，達到開鎖與閉鎖的目的。

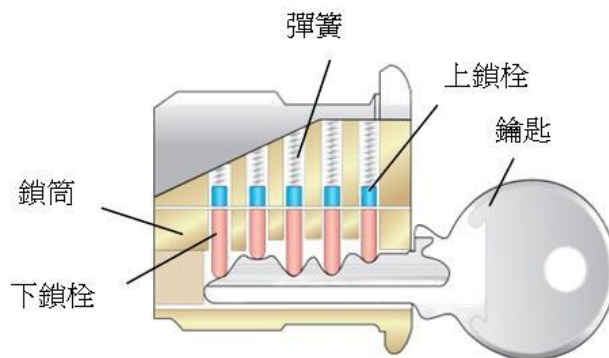
固定裝置、障礙物、及開啟裝置構成鎖具的基本作動，其關係如圖一所示。一般而言，當鎖具位於閉鎖（開鎖）的狀態時，便可開始開啟動作，此時開啟裝置應接受障礙物的判別，確認開啟裝置的正確與否；若為錯誤的開啟裝置，則應重新選擇正確的開啟裝置，方能進入開啟的動作。一旦通過障礙物的判定，便能釋放固定裝置，使鎖具進入開啟（閉鎖）的狀態，完成鎖具的作動。此外，少數鎖具為簡化鎖閉的步驟，亦設計由可開啟狀態直接進入驅動障礙物，並啟動固定裝置，達到閉鎖的功能。



圖一：鎖具構造組成與作動方式

美國 Linus Yale 父子於 1848-1861 年期間，發展出近現代普遍使用栓鎖制栓鎖，又稱為喇叭鎖、珠子鎖、及彈子鎖。栓鎖制栓鎖的機械構造原理是使用鎖栓來防止鎖具被打開，主要零件包含下鎖栓、上鎖栓、及彈簧。彈簧的作用是使兩件式鎖栓(上鎖栓與下鎖栓)確實落下，上鎖栓的尺寸相同，核心重點為長度不一的下鎖栓，正確鑰匙的缺口須與下鎖栓相配合，形成同一平面。開啟時，鑰匙插入使得上下鎖栓接觸的連線與鎖筒旋轉位置相同，藉由鑰匙旋轉，轉動鎖筒開啟鎖具。

由於栓鎖制栓鎖構造簡單與造型精巧，利用所研發的模子、刀具、及市售的工具機大量製作，其精度相同且價格便宜，成為最為常見且廣泛應用的鎖具。鎖具的種類繁多，設計原理也有多種不同形式，本研究所用的鎖具是以栓鎖制栓鎖(Pin-tumbler cylinder lock)為例。



圖二 鎖具內部鎖珠（鎖栓）與鑰匙之共軛相對性

## 參、研究方法

### 一、參加對象

本研究的探究組學童共有32人，其中包含24個男生以及8個女生，學童當中2年級有2人、3年級2人、4年級9人、5年級6人、6年級10人、以及7年級3人，4—6年級學生佔總參加人數的78%。解說組學童有23人，其中包含16個男生和7個女生，學童中5年級有6人、6年級5人、7年級5人、8年級4人、9年級3人。探究組的學童多為國小高年級到國一階段，解說組學童平均

年紀大於探究組，學童以國小高年級以及國中生為多數。兩組學童是以網路公告招募方式，開放讓有興趣的學生報名參加，由於科工館的教育活動多以科學為主題而且需要付費，因此報名參加的學童基本上對於科學都抱持著一定的興趣，

## 二、研究工具

### (一) 活動前後測問卷

本研究的工具問卷是引用Tuan, Chin和Shieh (2005) 研發之SMTSL (student's motivation toward science learning) 學生科學學習動機問卷當中自我效能 (self-efficacy) 面向之7個題目，以及劉嘉茹、侯依伶、邱美虹 (2009) 研發之科學態度量表對科學探索的興趣 (interest to scientific inquiry) 面向之4個題目，取其科學興趣與科學自我效能，改編以鎖具為主題施測，整份問卷共11題，原始問卷各面向之內部一致性係數Chronbach's  $\alpha$ 為各.82與.84，在本研究問卷中之 $\alpha$ 值為.85。為了更進一步探求每個面向的效果量 (effect size)，本研究以Cohen (1988) 提出的效果量來解釋每個面向所代表的效果量，d值的公式為

$$d = \sqrt{\frac{m2 - m1}{\frac{SD1^2 + SD2^2}{2}}}$$

Cohen指出當d值小於.2表示實際的顯著性為低 (small)，介於.2-.5 表示實際顯著性為低至中等 (small to medium)，而.5-.8之間表示實際顯著性為中至高等 (medium to large)，d值高於.8則表示具有相當大的實際顯著差異。

### (二) 活動學習單

本研究使用自編活動學習單收集學童在活動過程中的想法，活動學習單分成四個部分，分別為動手做鎖具、動腳看鎖展、動腦想鎖具以及「鎖」向無敵等。在動手做鎖具的部分是希望瞭解學童在動手組裝掛鎖的前後，對於鎖具內部構造的想像與瞭解，透過學童畫的鎖具剖面圖中可以得知學童活動前後對於鎖具內部構造是否有清楚的概念；在動腳看鎖展以及動腦想鎖具的部分是透過學習單問答的方式，讓學童在看展覽的同時可以閱讀展場的介紹，除了在展示看板上找尋答案之外，同時也觀察鎖具、解釋問題並提出未來的鎖具延伸應用；在「鎖」向無敵中則透過活動競賽的方式，讓學童去觀察鎖具的內部構造找出對應的鑰匙完成開鎖動作。

## 三、研究設計

本研究是以活動為起點，透過博物館活動提升學童瞭解鎖具、喜歡鎖具、探究鎖具的契機，過去許多研究顯示，在博物館中動手做的活動可以提高學童的學習的興趣，因此活動便以動手製作掛鎖的方式讓學童體驗鎖具的製作。博物館活動的優勢就是可以利用以展場為資源，讓展場與蒐藏品變成教室與教具進行教學活動。比賽活動通常最能炒熱氣氛，但是比賽活動往往比較難以評鑑學童的概念，本研究特別以學習單引導與競賽的方式，利用學童的學習單填寫與紀錄開鎖時間的長短評估學童的構造概念建立。三個階段的活動介紹如下：

(一) 動手做鎖具：為了引發學習動機，活動一開始便讓學童製作掛鎖，每一個參加活動的學童都可以取得一份鎖具的半成品材料包，材料包中均含有一個鎖體帶鎖鉤、鎖匙、鎖心、彈簧、鎖心固定釘、下珠（每一包材料包的下珠皆不相同），上珠和珠蓋為共同零件，且在組裝上珠的過程需要使用榔頭，為了避免學童發生危險，因此組裝的最後階段才在志工協助陪同，由學童敲打入鎖體。



圖三 掛鎖細部零件圖

(二) 動腳看鎖展：在組裝完鎖具之後，學童對於現在掛鎖已經具有初步的認識，但是對於整個鎖具的演變、型態與機械構造尚未有完整的認識，透過鎖具特展以及學習單，學



童除了聽解說導覽之外，鎖具特展中有許多互動性的展品，學童可以利用操作展品的過程，理解鎖珠與鎖匙之間的相對關係。

(三)「鎖」向無敵之開鎖競賽：競賽向來可以炒熱教室的氣氛，本單元設計是讓兩組學童彼此之間競賽，看誰開鎖的時間較短則給予獎勵，開鎖的設計是在鎖體上以圖示告知學童鎖具內部鎖珠的相對位置，另提供每位學童十把鑰匙，其中只有一把可以成功開啟鎖具，學童必須觀察鎖體上的鎖珠位置以及鑰匙上的凹凸齒痕，找出對應的鎖體與齒痕便可成功開啟鎖具。每一位學童可以在兩分鐘以內，挑選三次鑰匙進行開鎖，超過三次未能找出正確鑰匙以及時間超出兩分鐘皆以無法開啟紀錄秒數。

在課程安排上，探究組學童先進行動手做的探索活動，在尚未建立任何概念下，即發給鎖具的半成品材料，由學童自己摸索鎖珠、彈簧與鑰匙之間的構造關係。解說組的學童則由解說員先進行鎖具的課程，課程內容則是介紹古今鎖具的歷史、發展、材質最後講解掛鎖的內部構造。三段課程內容各約 90 分鐘，探究組和解說組的課程內容皆相同，惟探究組的學童先進行動手操作摸索概念並組裝鎖具，而解說組的則是先說明鎖具概念之後再進行組裝。

表一

不同組別學童課程安排表

組別	A.探究組	B.解說組
課程內容		
課程順序	動手做鎖具	動腳看鎖展
安排	動腳看鎖展	動手做鎖具
競賽	開鎖競賽	開鎖競賽

#### 四、 資料收集與分析

本研究的資料收集有兩個部分，一個部分是問卷的填答，另一部份為學習單和競賽紀錄。活動進行之前先進行問卷的前測，活動當中則以學習單的資料收集為主，活動結束之後在施以問卷後測，問卷中的兩個向度分別檢測學童的科學興趣與科學自我效能，並以相依樣本 t 檢定的方式分析前後測的差異。為了評估學童對於鎖具機械概念的建立，以學習單中的鎖具結構與開鎖時間紀錄，藉此評斷學童在鎖具概念建立的情形。利用在動手做鎖具單元前後，讓學童進行剖面圖的繪製，從剖面圖的分析比較中，可看出學童在動手做之課程前後，其概念改變的變化。開鎖競賽中，藉由學童尋找鑰匙的過程，時間越短表示學童越熟悉對於鎖具內部構造與鑰匙之間的關連，由兩次開鎖的時間紀錄，便可知道多數學童的構造概念理解程

度。學習單資料以 A 和 B 區隔探究組和解說組學生，以 S 做為學生資料編碼。

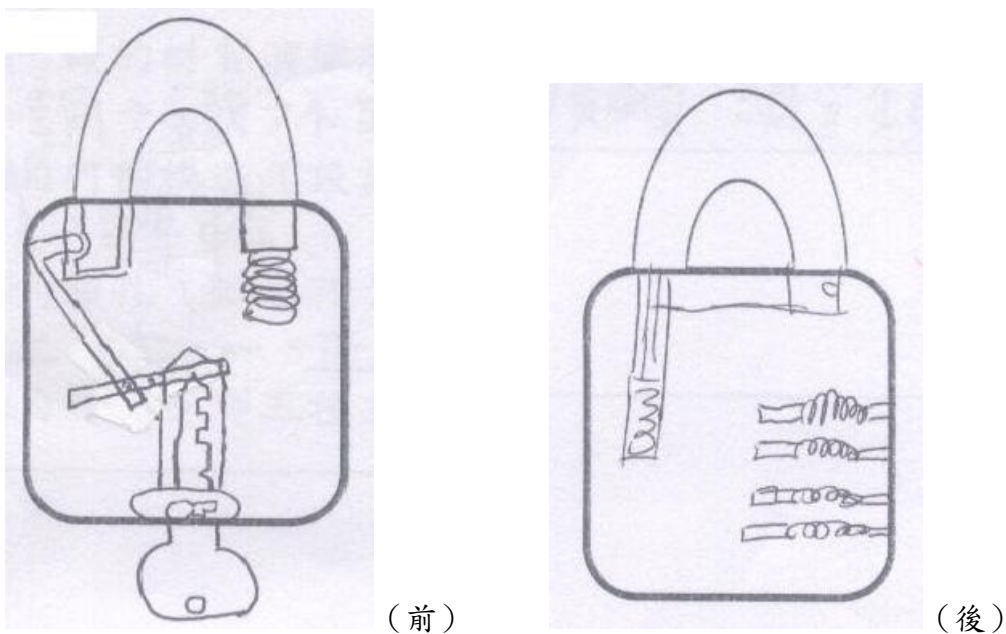
## 肆、結果與討論

### 一、鎖具構造概念之建立

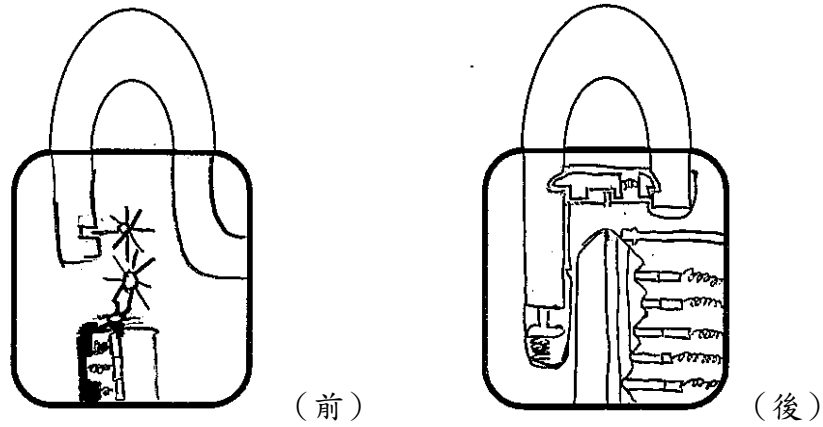
#### (一) 動手做鎖具-鎖具構造概念的轉變

在動手做鎖具活動前，以學習單的方式讓學童先猜想鎖具內部的機械構造，從學童作答資料中，可以歸納出幾種鎖具概念的的建立情形，在學童尚未建立鎖具構造概念前，大致上有幾種預想構造概念，分別為齒輪式、彈簧式與插銷式。

圖四是學童 AS7 所描繪的鎖具，活動前學童認為鎖具內部是類似像槓桿原理一樣，是由機械桿與支點的相互作用帶動鎖具的閉合。而活動後描繪的剖面圖中顯示，學童雖然已經具備彈簧與鎖珠的概念，但是鎖具長短與鑰匙之間的關連卻無法從圖中得知，顯示學童對於鎖具的內部，僅有材料與構造的概念，尚未建立鑰匙與構造間的完整概念。圖五是解說組學童的前後概念比較圖，圖中發現學童在學習前對鎖具內部構造經常出現齒輪的概念，顯見在日常生活中，學童對於齒輪機械帶動的概念經常出現，因此學童多數會以為鎖具內不是一連串的齒輪交疊，而 BS8 學童在學習後，幾乎可以畫出完全正確的鎖具構造圖，顯示在學習過程中已經造成相當大的概念轉變。

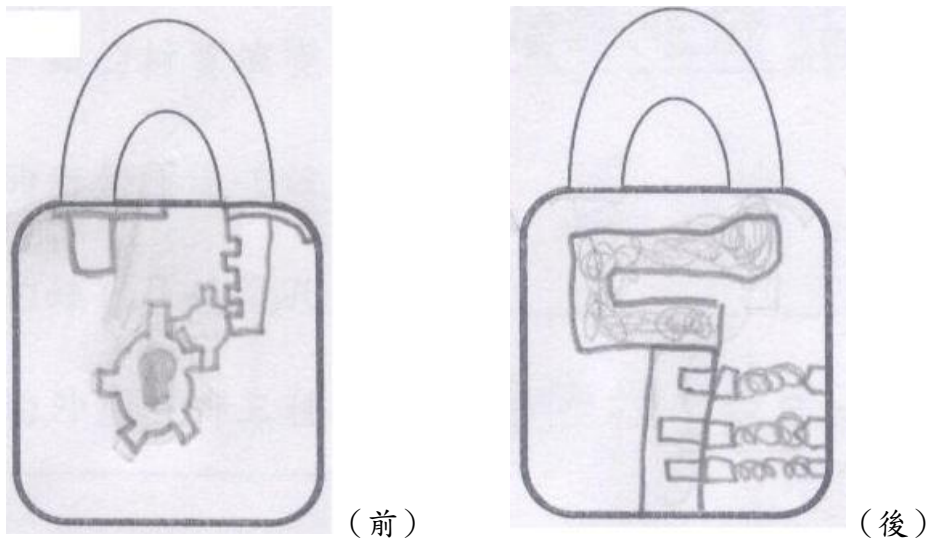


圖四 學童 AS7 鎖具內部前後概念比較圖

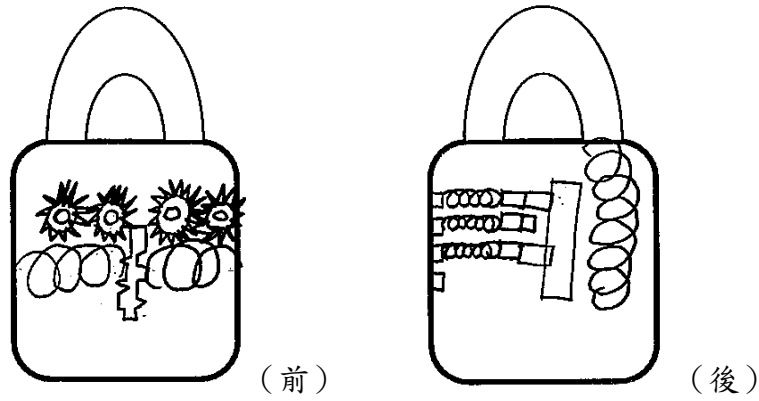


圖五 學童 BS8 鎖具內部前後概念比較圖

不只是解說組的學童，部分探究組學童學習前也認為鎖具內部是以齒輪式的互相嵌合方式作動，圖六和圖七是由學童 AS25 和 BS11 畫的剖面圖，可看出學童在動手做鎖具活動之前，其認為鎖具內部應該有大大小小的齒輪所組成，藉由大小齒輪帶動鎖鉤，達到開閉鎖具的作用。在活動後的內部構造概念圖中，則可以清楚看出學童在概念上，已經有彈簧帶動鎖珠的概念，並且在鎖珠的長短變化上也可以從圖中解讀，顯示學童已經建立鎖具內部的構造基本概念。

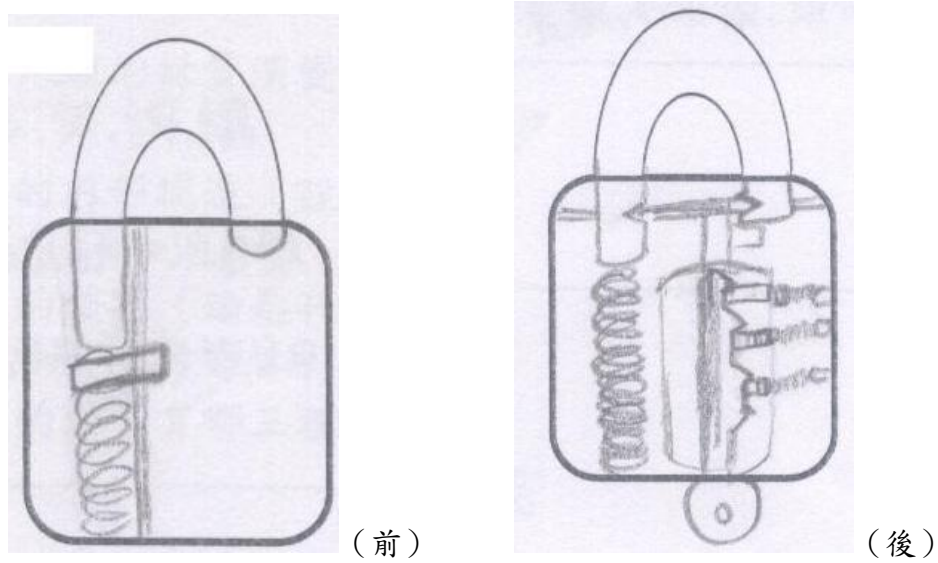


圖六 學童 AS25 鎖具內部前後概念比較圖

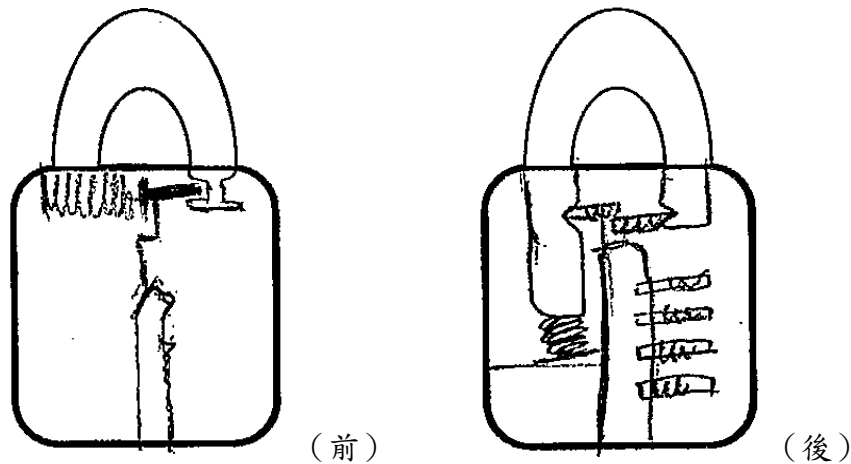


圖七 學童 BS11 鎖具內部前後概念比較圖

圖八和圖九分別由由學童 AS32 和 BS1 所繪，活動前的鎖具內部剖面圖可看到，學童認為鎖鈎會彈起是因為裡面彈簧導致鎖鈎可以彈出，但是對於鎖鈎與鑰匙之間的閉合，卻完全看不到任何箝制裝置，顯示學童在活動前對鎖體內部構造是無概念存在。而活動後的鎖具圖中，明顯可以看出，學童已經具備鎖珠與彈簧的作動方式，甚至將鑰匙與鎖珠之間的共軛關係也清楚的描繪出來，顯示其鎖具構造概念的完整。



圖八 學童 AS32 鎖具內部前後概念比較圖



圖九 學童 BS1 鎖具內部前後概念比較圖

從學童的學習單中可以發現，第一階段的動手做活動後，大多數的學童在鎖具的結構認知上可以建立機械材料的安排與作動方式，但是在鑰匙與內部鎖珠的相對關係部分學童可以理解，但是有些學童尚無法完全確立鑰匙與鎖具構造的相對關係概念，因此在活動安排上，以參觀特展活動，讓學童透過展場解說講解與走動式參觀，透過鎖具的展示物件與解說牌完成學習單上的問題。鎖具展場中亦有許多展示互動裝置，提供學童動手操作鎖具，鎖具和鑰匙皆以透明壓克力製作而成，因此學童可以藉由操作過程，理解鑰匙與鎖具的原理。

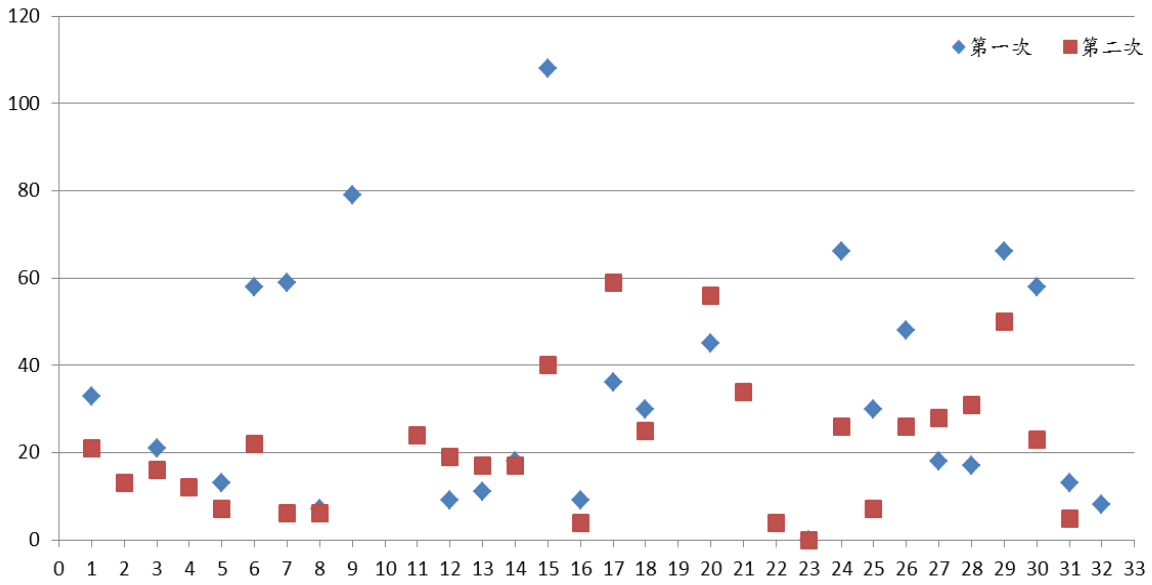
本研究結果相似於 Gerstner 等人 (2010) 和 Yilmaz (2010)，他們都強調動手做與經驗的重要，本研究以動手做鎖具作為活動的起始點，在學童對鎖具完全陌生之下即進行鎖具組裝的探索，這種陌生經驗的建立是博物館的長處，如 Falk 和 Dierking (1992) 所認為的，初次的經驗總是令人印象深刻，在博物館中尤其容易建立初次經驗，不管是接觸展示品或是與物件互動，甚至是社會脈絡的交流，這些經驗效果都會成為未來的學習養分。尤其本研究結果更證實了學童在動手做之前對鎖具構造是充滿想像力，從齒輪、槓桿或是彈簧，各式各樣可能的機械制動構造在動手做後得以一一釐清，如此的經驗與概念建立是從想像中建立，從實做中解答，從學習單的圖便可以清楚的看出學童在概念上的轉變與差異。

## (二) 以競賽方式確立鎖具概念建立

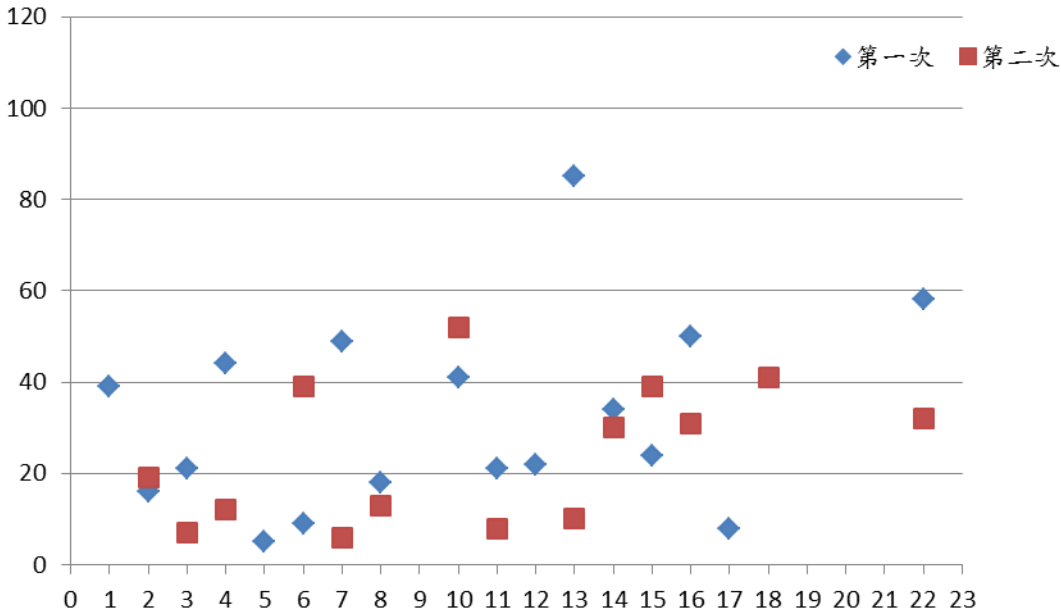
競賽向來可以提昇學童的參與注意力，雖然活動設計讓學童兩兩競賽，但是在成績的記錄上，本研究則以個人方式進行登錄，用以確定學童個人開啟鎖具的歷程。從圖十探究組的結果顯示，有近 69% 的學童兩次的開鎖中，皆可以在時間內找到對應鑰匙，表示這些學童完全可以理解鎖具構造與鑰匙之間的對應關係；結果中有達 94% 的學童在兩次記錄中，至少有

一次可以在兩分鐘內找到對應鑰匙。在兩次都完成開鎖的 22 人中，有 16 人在第二次開鎖的秒數低於第一次，進步者達 72%，顯示經過多次的觀察練習，學童多數已經建立鎖具的構造概念，並且透過多次的練習，觀察的能力會越來越進步。從圖十一解說組的結果顯示，兩次都完成開鎖的有 13 人，約佔 57%，有 78% 的學童兩次中至少有一次可以完成開鎖，有 9 人第二次開鎖秒數低於第一次，進步者為 39%。從表二的比較之下，發現探究組的學童兩次中至少完成一次開鎖比例明顯高於解說組；兩次都完成的比率，探究組的也略高於解說組；最明顯的差別可從進步的程度來看，探究組的學童在開鎖的進步比率上，比解說組的學童高出許多，由此可見探究組的學童在鎖具概念上，是比解說組學童來的深刻，對鎖具的結構也比較熟悉。

Dewey (1938) 從反思經驗中去定義次級經驗的建立，對照本研究結果證實多次的嘗試開鎖，學童可以在第一次的經驗中獲得增強。成功開鎖的學童在掌握挑選鑰匙的技巧下，第二次開鎖便可以依循第一次經驗而減少時間；而第一次未成功開鎖的學童，經過第一次的嘗試之後，多會與同組學童討論、討教當中的秘訣，如 Falk 和 Dierking (1992) 所言，社會脈絡經驗也是博物館經驗中，相當值得重視的一環。朱耀明 (2011) 曾提及經驗間的連接與統整，在本研究也可以看出鎖具經驗的連續性，從鎖具組裝的過程中，內部機械構造的概念基本上就已經建立了，而這個概念延續到開鎖競賽是有跡可尋，因為鎖珠構造與鑰匙齒痕具有共軛特性，以數學概念來說即是 0 與 1，+ 與 - 的相對概念，此概念可回應到 STEM 的精神，鎖具的制動是科學的概念，鎖具的製作與構造則是科技與工程的範疇，而鎖具與鑰匙的關係則充分是一種對應的數學理念。本活動成功之處在於結合了 STEM 精神卻又讓活動不失樂趣，此可歸因於動手做與競賽策略，Holmes (2011) 主張的科技學習或是數學學習之所以令學生反感的原因，在本研究中，學童一樣需要認知性的記憶或是數學的運算，因為他們需要瞭解鎖具的構造與制動方法；開鎖競賽時，他們也需要去觀察鎖具構造去運算出相對的鑰匙齒痕，本研究中汲取 Holmes (2011) 的教訓並已以符合 Gerstner 等人 (2010)、Yilmaz (2010) 的提議，多以動手做作為經驗的概念基礎來發揮，此結果可供後續科技性教育推廣課程設計重要參考。



圖十 探究組學童開鎖競賽完成之時間分佈圖



圖十一 解說組學童開鎖競賽完成之時間分佈圖

表二

探究組與解說組學童進步比較表

	兩次中至少有一次完成	兩次都完成	第二次比第一次進步
探究組	94%	69%	72%
解說組	78%	57%	39%

## 二、有效提升鎖具的探索興趣與自我效能

從表三的結果顯示，探究組學童對於鎖具的學習興趣達到顯著差異 ( $p=.012$ )。顯示學童在鎖具活動前後興趣有差別，且效果量達到.45 的中度效果量。自我效能方面，前後測的結果亦達到顯著 ( $p=.002$ )，效果量方面則達到.62 高度效果量，表示學童在活動過程的確在學習興趣以及自我效能上有成長。

利用博物館的資源協助學童進行鎖具構造概念的建立，不論是探究組或是解說組學童，從本研究的結果都呈現顯著的成效。在動手做、參觀特展與開鎖競賽的學習策略下，學童均能清楚的建立鎖具構造的概念。從鎖具探索興趣與自我效能的前後測發現，探究組的學童皆有達到顯著差異；解說組學童則只有自我效能達到顯著，結果顯示探究組學童在興趣的提升上比解說組學童高。在自我效能方面結果則顯示，解說組學童在經過解說、動手與競賽的過程，自我效能成長的幅度會比探究組學童高。

表三

探究組學童鎖具探索興趣與自我效能 t 檢定表

	前測		後測		t	p	Effect size
	M	SD	M	SD			
對鎖具學習的興趣	4.16	.63	4.45	.65	2.68	.012*	.45
自我效能	3.73	.83	4.18	.58	3.30	.002*	.62

表四的結果是解說組學童的前後測差差異，表三中顯示，解說組在自我效能部分達到顯著差異，且效果量非常高達到.96，而學習興趣則未達顯著，顯示解說組學童在學習興趣上前後並無太大差異，但是經過活動後，對自己的在鎖具上的信心卻加強不少。

表四

解說組學童鎖具探索興趣與自我效能 t 檢定表

	前測	後測
--	----	----



	M	SD	M	SD	t	p	Effect size
對鎖具學習的興趣	3.88	.57	4.07	.76	1.23	.231	.28
自我效能	3.45	.66	4.14	.77	4.15	.000*	.96

研究結果如同 Fantz 等人 (2011) 所言，參加工程的營隊活動有助於學童增加學習興趣以及自我效能，在本研究結果中的確也證實這樣的效果，但是這樣的興趣或是自我效能能持續多久，Fantz 等人 (2011) 的研究也是用回溯的方式去探討過去的工程營隊經驗。博物館經驗是種很奇妙的經歷，Falk 等人 (1992) 認為博物館經驗所產生的對某些事物的學習興趣，往往是在博物館經驗後好幾年才會發酵，這需要長時間的追蹤研究，然而不管這種經驗能持續多久，學習興趣一旦產生，未來遇到可類推的學習概念，便可以很容易的類比與學習遷移 (Dewey, 1938)。

## 伍、 結論

利用博物館的資源協助學童進行鎖具構造概念的建立，從本研究的結果呈現顯著的成效，在動手做、參觀特展與開鎖競賽的學習策略下，學童均能清楚的建立鎖具構造的概念。博物館是社教機構之一，許多文獻也都支持利用博物館進行學習是不錯的管道，本研究也證實在博物館中學習概念知識，在不以評量為目的的基礎之上，仍然得以建立良好的認知概念，此結果與 Yager (1996)、朱耀明 (2001) 等人的研究結果有相似之處。在博物館的教育活動中，學習的自主性與活動的彈性都比較大，但是也並非是漫無約束的閒逛，博物館教育活動依然有其規劃的流程與教學規劃，在有限度的規劃之下自由學習。如同朱耀明 (2001) 提到的，那怕是利用活動單的引導，適當的引導以及有效的學習策略可以幫助學童進行高層次的思考，一如同杜威所言的次級經驗 (Dewey, 1938)。

次級經驗即反思經驗，透過次級經驗的反覆練習，在正增強作用下便可以有效提升學童鎖具的探索興趣與自我效能，學習的動機與興趣是學習的根本，教育活動雖然都很短暫，但是維持長遠的學習興趣在學童的心中，便可以在日後適當時機萌芽，只要維持對學習高度的興趣與堅強自我效能的信心，未來不管在課業上或是其他領域遇到類似的問題，都可以保持一定的學習動力。雖然本研究在學習興趣與自我效能上和過去研究都呈現正向的顯著差異 (Dubin, 1994; 劉婉珍, 2001; 張美珍, 2003)，但是在統整課程 STEM 上，由於活動的時間稍短，比較難看出學童長遠的影響及效益，關於 STEM 的素養能力培養在文化層面的內涵不容易從問卷或是活動紀錄中得到，畢竟現在的學習經驗何時會影響未來每個人也有許多的個別

差異。

本研究證實結合動手做與競賽的策略設計對學童建立鎖具構造概念有幫助，可提供許多未來的課程思考，諸如特展活動有其時效性，如何延續特展活動的資源在鎖具活動中，便是一項考驗；再者，除了動手做與競賽的學習策略之外，如何再引進其他的學習策略在教育活動中，也是值得關注的議題，只要對學童概念建立有益處，博物館課程的彈性都可以因應需要做更迭，這是非制式教育的好處同時也是特色。

本研究中可看出不同課程的順序安排有不一樣的效果，針對不同目標則可選擇不同的單元順序安排，如需要提升學童興趣者，則可安排先動手探究活動；若需要提升學童自信者，則可先以解說概念課程安排，再行動手做的活動。

致謝：

本文承蒙國科會專題研究計畫 NSC 101-2511-S-359-001 於經費上之補助與支持，得以順利完成，特此致謝。

## 陸、 參考文獻

- 朱耀明 (2001)。博物館活動單設計—高層思考技能的探討。 *科技博物*, 5(2), 18-32。
- 朱耀明 (2011)。「動手做」的學習意涵分析—杜威的經驗學習觀點。 *生活科技教育月刊*, 44(2), 32-43。
- 張美珍 (2003)。從探索學習的觀點探究博物館參觀活動單的運用。 *科技博物*, 7(2), 63-79。
- 教育部 (2009)。「生活科技科」補充說明審查資料。高級中學課程標準暨綱要 Retrieved Feb, 28, 2013, from [http://www.edu.tw/files/site\\_content/B0035/16-「生活科技科」補充說明審查資料.pdf](http://www.edu.tw/files/site_content/B0035/16-「生活科技科」補充說明審查資料.pdf)
- 劉嘉茹、侯依伶、邱美虹 (2009)。探討九年一貫課程實施前後國三學生科學態度變化研究。 *科學教育學刊*, 17(5), 409-432。
- 劉婉珍 (2001)。以展覽為核心的博物館課程。 *博物館學季刊*, 15(4), 3-18。
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM Education. *Science*, 329(5995), 996.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associate, Inc.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York, NY: Macmillan.
- Dubin, G. (1994). Improving worksheets, in Hooper-Greenhill, E.(ed). *The Education Role of the Museum*, London: Routledge.
- Fantz, T. D., Siller, T. J. & Demiranda, M. A. (2011). Pre-collegiate factors influencing the self-efficacy of engineering students. *Journal of Engineering Education*, 100(3), 604-623.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (1992). *The Museum Experience*. Washington D. C.: Whalesback books.
- Gerstner, S. & Bogner, F. X. (2010). Cognitive Achievement and Motivation in Hands-on and Teacher-Centred Science Classes: Does an additional hands-on consolidation phase (concept mapping) optimise cognitive learning at work stations? *International Journal of Science Education*, 32(7), 849-870.
- Goodman, B. E., Freeburg, E. M., Rasmussen, K., & Di, M. (2006). Elementary education majors experience hands-on learning in introductory biology. *Advances in Physiology Education*, 30(4), 195-203.
- Holmes, J. A. (2011). Informal learning: Student achievement and motivation in science through

- museum-based learning. *Learning Environment Research*, 14, 263-277.
- Ralston, P. A. S., Hieb, J. L. & Rivoli, G. (2013). Partnerships and experience in building STEM pipelines. *Journal of Professional Issues in Education and Practice*, 139(2), 156-162.
- Smith, J. M. (1993). *Evaluation and theory of games*. Retrieved April, 10, 2013, from [http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4684-7862-4\\_22#](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4684-7862-4_22#).
- Straffin, P. D. (1993). *Game Theory and Strategy*. Washington DC: The Mathematical Association of American.
- Tuan, H. L., Chin, C. C. & Sheh, S. H. (2005). The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning. *International Journal of Science Education*, 27(6), 639-654.
- Wilde, M. & Urhahne, D. (2008). Museum learning: a study of motivation and learning achievement, *Journal of Biological Education*, 42(2), 78-83.
- Yager, R. E. (1996). *Science/technology/society as reform in science education*. State University of New York press, Albany, NY.
- Yilmaz, M. (2010). Hands-On summer camp to attract K-12 students to engineering fields. *Education*, 53(1), 144-151.