

博物館的兒童科技教育

曾瑞蓮

國立科學工藝博物館 助理研究員兼兒童科學園廳長

Hooper-Greenhill 在探討博物館教育的一些基本原則與課題時提出，任何一項教育性的節目，皆須使特定觀眾群感覺有趣和有意義，目標對象的成熟情形、興趣、注意力和教育程度，當地學校課程及授課內容，都是規劃者需了解且納入考慮的，才能提供參觀者更滿意的學習經驗 (劉和義譯，民 76)。輔助學校教育推廣是近代中外博物館的共同宗旨之一，論及博物館提供的兒童科技教育資源，就必須了解當前國小科技教育的內涵與重點，再依據兒童學習的特質與博物館展示的特性與優勢，說明科技博物館中兒童展示的規劃重點與實例，並對教師運用博物館為輔助學校科技教育資源的方法提出建言。

壹、兒童的科技教育

本文先以科技的實質概念來界定科技素養的範圍，對照九年一貫自然與生活科技學習領域能力要項，並配合科技教育執行的原則與重點，來進行國小階段科技教育的探討。

科技教育內涵

在討論科技教育的內容之前，科技的意涵應是值得參考的依據，朱耀明在 2004 年由眾多科技相關的陳述中，整理出六項科技的概念(朱耀明，2004a)：

- 一、 科技具有目的性：為了解決問題與滿足需求，科技因而產生；
- 二、 科技是創新的具體表現：美國科技教育學會(ITEA)認為科技是人類「創新」的行動；
- 三、 科技是資源整合的過程：在滿足需求與解決問題的過程中，需要統整各項資源，包含知識、人力、設備、材料、技術等；
- 四、 科技講求效率：如何能運用最少的資源達到最佳的效果，便是效益的表現；
- 五、 科技內容不斷更新與多樣性：不同的環境會有不同的需求，因此產生不同的科技，隨著時間生活環境的變化，科技的內容也不斷推陳出新；

- 六、 科技關係價值判斷：科技滿足人類的需求，自然有價值的導向作用。人類使用科技，同時科技也導引改變人類的生活，有關科技的價值判斷，更值得深切思考。

了解科技的特質後，始能對科技素養教育的範圍有了明確的界定，在民國九十年公佈施行的國民教育九年一貫課程中，清楚的提出了科技素養教育的重點在於教育一般國民具備適應科技社會生活中的各種事務的能力。意即具備且運用現代科技相關的知識、技術、資源與價值判斷，以便適應社會變遷、改善未來生活、解決相關問題、及規劃生涯發展的能力。而在自然與生活科技學習領域所培養之國民科學與科技素養，包含了八大能力要項，明白的顯示出教育的重點(教育部，2003)：

- 一、 過程技能：科學探究過程之心智運作能力的增進。
- 二、 科學與技術認知：科學概念與技術的培養訓練。
- 三、 科學本質：對科學本質之認識
- 四、 科技的發展：了解科技如何創新與發展的歷史與過程
- 五、 科學態度：處事求真求實、感受科學之美及喜愛探究等科學精神與態度
- 六、 思考智能：資訊統整、對事物能夠做推論與批判、解決問題等整合性的科學思維能力
- 七、 科學應用：應用科學探究方法、科學知識以處理問題的能力
- 八、 設計與製作：運用個人與團體合作的創意來製作科技的產品

科技教育的執行

陳文典教授(1999)針對課程的執行，提出一些原則性的建議：

- 一、 教材方面，以統整為原則，強調科技整合。
- 二、 主題選擇，應以日常生活上所常遭遇的問題為主，如此易於引發學習的興趣。
- 三、 教材結構方面，以「問題」為中心，運用「問題解決」活動來進行學習，在活動過程來獲取相關的知識和技能。
- 四、 教學實施方法上，以學生活動為主體來進行「做中學」的學習活動方式。
- 五、 教學目標多元化，學習不再限於科學知識和操作技能，應包括蒐集資料、規劃實驗、整理分析、歸納研判、推理應用能力以及科學、科技的運用對生活影響的體認等。

六、 強調教學及教材的生活化，以生活上的問題之解決過程作為學生學習的活動，藉此種學習養成解決問題的能力。

陳文典對課程執行的建議，開宗明義即為「統整」。對於國小階段的科技教育內容，Willian 建議較好的做法是融入現有的課程領域中，列出各科課程與科技認知有關的部分進行整合。Zaga 在 1988 年也提出小學科技教育在小學扮演的角色為支援各核心課程，於各學科間整合進行的活動。國內吳淑芬彙整諸多學者觀點後，也持有相同的看法(林雅玲、李大偉、林展立，2007)。事實上，中小學階段的兒童會同時在正式與非正式的學習環境中建構個人的知識，而在真實世界中所接觸獲得或形成的知識，經常會涉及多項學科，而藉由科際整合的課程方法，使學生能感受科技與其他學科間的緊密連結，才有辦法理解現代生活中的各領域相互交錯運用的的複雜狀況，也使學習更具體而有效益。

因應九年一貫課程改革，各種的教學方法和教學策略正方興未艾，STS (Science / Technology / Society) 運動在其中形成改革的潮流。科學與科技在近代科學研究蓬勃與科技急速發展下，早已存在一種共棲共生的關係，而社會的需求與文化特性對其發展方向又具有引導的作用，三者密不可分。STS教育目標在於培養具有科學素養的人，了解科學、技學與社會三者之間如何互相影響，並能將所學內容應用於日常生活的決策上。將這套教育理念落實到課程中，是要以現實世界中的議題或人們所關心的事情為起點，使學生學得科學知識、科學方法、科學態度、以及對社會的關心，進而對社會上的重大科技決策，具備評斷的能力並能提出個人見解 (蘇宏仁，1996)。

另外國際科技教育學會(International Technology Education Association , ITEA) 指出：「科技教育是應用數學、科學以及科技來解決實際的問題」。近年來融合數學分析、科學探究與科技設計的 MST(Mathematics / Science / Technology)形式的科技教學活動，也逐漸成為先進國家中小學普遍的科技教育推動方式。數學、科學、科技普遍存在於兒童的日常生活之中，MST 的教學方法著重在帶給學童跨學科領域的真實生活經驗(林人龍、游光昭，2005)。

不管是「做中學」或是強調「問題解決」的活動形式，其學習的重點皆在於過程能力的培養，而非執行的成果。1973 年英國學校課程和測驗委員會編定 SCISP 科學課程，其課程目標便定在應用科學過程來推展科學概念。而美國 SAPA 課程也認為實施科學教育的最好方法，即是利用探討的過程，以觀察為中心，由

基本過程拓展為統整過程(歐陽鍾仁編著, 1988)。科學過程之內涵與範疇以美國科學促進會(American Association for the Advancement Science; AAAS)所提出的最明確、具體且完整。將科學方法分成八個基本過程: 觀察、應用時空關係、分類、測量、應用數字、傳達、預測、推論, 與五個統合過程: 形成假設、控制變因、解釋資料、下操作型定義、實驗。過去我國國小科學課程亦參考之, 當作訓練科學方法的依據。基本過程出現於低、中年級, 而較複雜的統合過程則出現於高年級的教材。九年一貫自然與生活科技領域國小階段過程技能則包含: 觀察、比較與分類、組織與關連、歸納、研判與推斷、傳達六大項目, 在課程統整的前提下, 這些過程能力的培養也應成為科技素養教育的重點要項之一, 而納入活動的規劃設計中。

貳、現代科學博物館的特徵

從貴族的私人蒐藏庫, 到為平民開放具備蒐藏、展示、教育、研究功能的現代博物館, 社會、經濟、文化的變遷, 再再影響著博物館營運的目標與方向。英國博物館協會(MA)於西元1998年的新定義, 「博物館讓觀眾探索藏品以獲得啟發、學習與樂趣」, 標示出學習、啟發和樂趣在博物館的重要性。美國博物館協會(AAM)與國際博物館協會(ICOM)的認定中, 有無藏品已不是認定博物館的標準, 因此, 科學中心或是兒童博物館, 都納入博物館的範疇。提供社會大眾學習、休閒、娛樂已成為現代博物館的重要使命。

自二十世紀後半開始, 受到電腦發明、新科技發展與材料科學更新的衝擊, 博物館展示逐漸演變出不同的面貌。由於傳播科技的影響, 視覺刺激已成為人類日常溝通的主要媒介, 因此以科學博物館為首, 展示也不再侷限於實物呈現的感動訴求, 轉而以新科技與新觀點切入, 運用多元的情境塑造、互動學習及虛擬實境, 讓參觀博物館成為充滿驚奇與愉悅的享受, 帶給參觀者有如親臨其境般的感受, 同時也提供體現新一代科技的運用的機會。

Danilov 在 1984 年歸納出現代科學博物館有以下四種特色: (于瑞珍, 2002)

- 一、 大量投注於物理學、生命科學、工程學、數學、工業及健康教育等領域。另外由於環境議題的重要程度日益提高, 博物館也開始將環境訴求融入各主題中或單獨成為一個主題, 如國立科學工藝博物館(以下簡稱工博館)的災害防治展廳, 以及 97 年度即將開放的節能屋展示。

二、 以當代科技為主要訴求。和傳統科技博物館注重人類科技成就與歷史文物的保存與展示不同，現代科學博物館重視現代科技甚至未來科技的傳播，日本未來館即具代表性，著重於太空科技、生物科技、機器人等展示議題。

三、 以參與式、結構性的展示取代古老典藏品的展示。參與式或動手操作的展示為現代科學博物館所標榜，生氣盎然的科學中心甚至以無典藏品的面貌呈現，此點以美國探索館最具代表性。

四、 以大眾化和教育為導向，兼具娛樂與啟發功能。現代科學博物館以一般大眾為對象，配合現代人的休閒需求，甚至以遊樂園為競爭對手，將休閒娛樂列為博物館的重要功能之一。

美國探索館館長歐本海默曾提到，博物館可能成為學習的良好場所，它可使觀眾將學習過的東西串聯整合在一起，提供直覺及親身經驗的環境促進觀眾的學習效能，並使進一步的學習變得更加輕鬆愉快（蕭瑞棠，2004）。向來博物館皆把輔助學校教育推廣視為重要的責任，也一直在努力著，但經濟的發展，帶動一般民眾對休閒娛樂的重視，為了迎合參觀群眾的需求，也為了營收生存的壓力，部分科學中心逐漸有淪為遊樂場的趨勢，偏好運用機械化互動展示來引發觀眾參觀興趣，以商業取向迎合觀眾對娛樂的需求為主，大量運用炫麗的科技表現手法，忽略掉展品的教育特質（范賢娟，2007），博物館專業人員還是應尋回自身的教育專業，對每項展品的設計規劃，投入更細緻的評估才可。

參、科學博物館展示與科技教育

博物館展示是一種資訊傳遞的方式，運用多重媒材，在特定的空間中，創造出促進學習的最佳情境，使參觀者得到感動與理解，進而發現問題並探索解答（引自吳淑華，2001）。早在1967年Kimche便認為，博物館這種提供實物學習與參與式展示，讓學生親身體驗的環境，對強調動手操作及實物介紹為主的科技教育而言，是極為重要的輔助資源（黃志燾、余鑑，2007）。

中小學學童是科學博物館的重要觀眾群，多數展示主題的內容規劃，雖以一般民眾為目標族群，但也會將學童的參觀需求當成重要的考量。展示是博物館與民眾連結的直接管道，我們可以從展示規劃製作的各種要素，包含主題選擇與內容規劃、環境規劃、展品設計和說明圖文撰述等方面，來了解其中含納的科技

教育特色。另外也提出兒童展示的規劃考量，更能對照出博物館在輔助兒童科技教育上的努力。

一、 主題選擇與內容規劃

近年來「觀眾導向」的博物館營運概念積極在推展著，博物館會經由目標對象的需求調查，來確認主題與內容的選擇，同時確保目標對象對展示的接受程度。在科學博物館中，除了配合博物館特性與蒐藏品的呈現外，一般民眾生活中及社會上關心的議題，往往也會形成重要的展示主題。目的是藉由觀眾所關心的事件、生活上的經歷，去除一般民眾對科技的距離感，引發參與的興趣。例如工博館的「居住與環境」、「食品工業」、「服裝與紡織」等生活化主題，以及國立自然科學博物館 95 年全新製作完成的「生、老、病、死」展示主題皆有相同的特性。

生活化的議題，必然是牽扯到多元面向與多方觀點，在主題選定後，展示內容規劃，往往會以擴散性的思考出發，從科學的、歷史的、科技的、藝術的、社會的與文化的各種角度進行探究，再予收斂為清楚的脈絡。不僅會和學科課程相關，且為跨課程的(cross-curricular)的整合呈現(Stapf, 1999)。為化解科技硬梆梆的傳統形象，博物館會期待融合文學或藝術的方式來詮釋科技，用感動來引導觀眾切入科技的本質，以便提醒觀眾思考人類在運用科技改變世界時應負的責任(張美珍, 2002)。

二、 環境塑造

杜威認為學校是一個經過設計的教學環境，學校需提供一個「簡化」的環境。學校應儘可能排除環境中無價值的事物，這些對現代博物館的環境規劃而言，也是重要的參考依據，博物館內所提供的與一般隨機的教育環境有很大的不同，它是經精確的設計而成的，唯學習產生的時機與社會互動狀況是隨機的，所以在環境的安排上需更加用心經營，以誘導觀眾學習的產生。

Vygotsky 認為學習與認知是一種社會文化現象，而個體思想的型式(thinking patterns)或心智技能(intellectual skills)並非自然生成，而是受到社會文化的經驗所塑造而成。這樣的認知主張，近幾年在博物館學習的運用上，也引發了特別的探討，鼓勵博物館在進行展示規劃設計時，關心到建築與展覽的安排能引起討論嗎？會激發觀眾去討論、分享與發現嗎(林彩岫譯, 1997)？使博物館不再只定位於知識呈現的地方，進而成為知識生成的所在。

情境的設計是情境教學理論中極為重要的一環，不分年齡，人對於不熟悉的領域，還是需要透過具象的實物，或實際的操弄才能將之內化，建立自我的理解和意義 (蔡秉宸、靳知勤，2004)。博物館往往耗費巨資在於展示情境的鋪陳，期待營造適合展示主題意象的氛圍，吸引觀眾參與或勾起觀眾記憶，使展示內容變得有魅力或可親近。

以工博館台灣工業史跡館為例，用真實比例複製的騰雲號火車頭矗立其中，果然給人有清末那種噴煙怪獸的感受，讓這段歷史記憶鮮活起來。60年代家庭即工廠的場景也搬入展場中，多少家長指著那個小小的客廳告訴小孩，從前奶奶就在這樣的家中做著小加工貼補家用，一幕景象清楚的交代了那個時代的生活點滴，勝過說明板上的千言萬語。

學習者常經由團體互動中進行知識的協議，建構出個人的知識。人們在共同的環境、事物上有共同的經歷與互動，即擁有共同的認知結構，才能互相溝通知識 (郭重吉，1992)。Bitgood 將促成觀眾互動列為展示設計的常用技巧，例如展座空間的安排是否為多角形，便利小團體的共同參與。因為參觀博物館主要是種社會活動，因此這種社會互動的發生應運用空間的安排與互動設施的處理來予以促成，特別是對有小孩同行的團體格外重要(李惠文譯，1997)。

三、 展品設計

引用 Ansbacher 的觀點(范賢娟，2007)，每個人的探索過程都是獨特的，這與個人的過去經驗和具備的過程技能有關，但環境在探索過程中可扮演重要的支援角色。對博物館而言，形形色色的觀眾其心智歷程無法預設和操控，但展品設計可以從增強觀眾理解所需要的支援著手，才能有效的提高觀眾參觀經驗品質。

建構主義的學習理論在現代科學博物館與兒童博物館運用已久，在展示設計上為重要的基礎理論。自從參與式展示(Participatory Exhibition)在世界各地蔚為風氣之後，這種動手做(Hands-on)、與展示互動的學習方式，也形成科學博物館的新趨勢。另外新科技的大量使用，也對博物館的展示型態產生極大的影響，以下分別討論之。

建構取向的展示設計

建構主義認為知識並非被動的接受，而是由個人主動建構而成。而建構的過程中所憑藉的是學習者的過去經驗，歷經不斷的同化與調適的歷

程，透過反思(reflection)與認知衝突而形成有意義的學習。

郭重吉(1992)引述 Weatley 的觀點，他提及知識的建構是一種主動的歷程，我們在嘗試與人溝通時，所表達的語言只能引起對方形成他個人的意義，同樣的話對不同的對象可會引發不同的意義。因此雖然教學者非常願意直接把觀念灌輸到學生腦中，但學生還是必須自行建構出個人的意義。認知是具有適應性的，它的功能在於整合個體過往經驗而形成組織，並非發現客觀存在的世界，我們只針對個人的經驗發展出適用的或可行的解釋，不是找到事實或真理。

在進行展示規劃時，其實並無法確認未來參與觀眾的知識背景與過去經驗，展示本身所能提供的，僅是規劃良好的嘗試、體驗工具，盡量從生活中出發，排除掉會引發錯誤概念的不必要包覆與為提高展示效果的「假」的手法，用真實的呈現來提供參與者第一手的體驗。或者觀眾限於個人背景經驗而暫時得到自以為是的迷思概念，但正確的呈現所引發的迷思概念，當未來某一天與觀眾的新習得的經驗相衝突時，調變的結果，通往真理的大門便容易敞開。

以工博館兒童科學園夢想號展廳飄浮球單元為例，單純使用一個空壓機與出風口蛇頸的裝置，觀眾按下開關後，氣流由出風口吹出，可使充氣塑膠球飄浮在出風口上端，轉動出風口角度，球會隨之偏移，目標是要將球投入距離約 1.5 米的高低球框之中。不同觀眾對本項展品會有不同的解讀，小朋友會認為是氣流衝出由下往上的力量把球撐在半空中。學過流體力學的學生會以氣流流速引發的壓力差來解釋為何球會被穩定的浮在半空中。有人會亂搖蛇頸故意讓球掉下來，有人把手伸在氣流出口擾亂氣流想看看球的高度是否下降或會掉落，各式各樣的行為嘗試會形成一種經驗，努力完成投籃動作更是一種獎勵，不管是原來舊經驗的增強，或是成為腦中的背景經驗留待日後學習相關知識時引發認知衝突或印證，都有助於學習者的認知建構。

參與式展品

實體展現是博物館異於其他教育機構的特別之處，博物館應將自己定位為提供參觀者豐富經驗的探索環境，讓觀眾藉由第一手的親身經歷，產生對個人心智有價值的意義。在進行展品規劃時，應對每個展示去發展

一套探索的過程，思考如何促成觀眾對展品的互動投入，以擴展觀眾的經驗內涵，提高參觀成果（范賢娟，2007）。

為能有效將學習策略應用於展示規劃上，Screven 認為在進行展品設計前，首先要將單元展示目標詳列出來，做為規劃設計的指導依據。此目標要素包含三方面：（引自朱耀明，2004b）

- 一、 希望觀眾參觀展示時，期望它使用的行為動詞，如摸摸看、聽聽看等。
- 二、 期望這些行為發生的條件，如：具吸引力的環境佈置、音效的引導。
- 三、 可接受參觀者的最起碼表現，如：觀察、動手操作等

以上可知，觀眾參觀行為的動態表現是展品學習效益是否彰顯的指標，這也是參與式展品的特色。憑藉著電腦、機構、模型和實驗器材與觀眾進行互動，使觀眾能由嘗試錯誤(Try and Error)與直接回饋中體會到發現的快樂，同時培養出個人解決問題的能力。其問題導向、運用觀察、探究、實驗的特色，與科學過程的內涵不謀而合，且科學過程的技巧可以普及到一般生活之中的特性(熊召弟等，1996)，更切合科技博物館提昇大眾科技應用能力的取向。

參與式展示的形式非常多元，以工博館夢想號展廳的飛球投籃單元為例，球從斜坡上滾落，歷經底部一個小拋物線的軌道，究竟能飛進前後配置的三個圓框中呢？還是掉落在外？這個操作的歷程，觀眾往往會多次的嘗試球的起始高度，高一些、低一些，漸漸的投進了一個圓框，接下來投進其他圓框所需的實驗時間便明顯變短，找出規律後，要當個神射手就不是困難的事。解決了一個難題，不分年齡老少，大家都成就感十足。

新科技的運用

科技的應用一直在情教學理論中被廣泛的運用，在科學研究與科技運用中，有部分情境無法以真實的樣貌呈現出來，博物館中便能採用科技模擬的方式提供臨場般的情境。

西元 2000 年英國以世界矚目的超大型的博物館展示案來迎接千禧年的到來，標榜運用各類尖端科技的展示規劃，結果褒貶不一。新科技的運用，對展品是華麗的包裝，彌補了部分無法將實境或實品帶入博物館中的缺憾，但過度使用的結果，也會削弱博物館帶給觀眾的那種實物的感動。

現代生活中，充滿著傳媒聲光的刺激，博物館不能免俗的也藉助科技之力，以擴展展品的生動性與可看性。擴增實境技術的運用，讓觀眾可以不用配帶任何感應器，便能自在的與地面牆面投影的花、草、蟲、魚等互動，增添不少樂趣；電影中主角對著空氣指指點點，便能操控電腦進行資料搜尋處理，這種情節也可以在博物館中親身體驗；日本未來館著名的「地球環境即時監控球」，用數以千計的液晶板建置懸吊在半空中的大地球，即時表現出地表各地區的環境氣候狀況，高科技的呈現令人嘆為觀止。這些科技的運用，不僅只能吸引觀眾參與，增加互動樂趣。在讓觀眾能認識新科技、具備操作科技的技能、適應科技社會與體驗科技的應用上方面，也有其科技教育的價值存在。

四、說明圖文撰述

李如菁(2000)在工博館兒童科學園，運用現場觀察研究 78 例親子團體後，提出觀眾不喜歡閱讀說明圖板的結論，觀察對象中僅有 2 位成人短暫的閱讀說明圖板，其餘的成人與兒童對圖板皆缺乏閱讀興趣。長篇大論的說明圖文令人望而生畏，無從尋找自己需要的資訊，這並非運用鮮明的色彩或有趣的圖板造型便能吸引觀眾閱讀。

Ansbacher 也認為許多博物館具備實物的特色，且對展示呈現的趣味性極富自信，但在解說文字的處理卻用單純的知識傳遞方式來表達，是互相矛盾的。他認為解說文字要能引導觀眾從觀察到的現象中發現規則和關聯，提示民眾應該如何操作、如何觀察並應該觀察什麼、如何將操作結果和觀眾的生活和知識經驗相連結。事實上這種表達方式比原理原則的解說困難許多(范賢娟，2007)。

幸運的，在歐美專為兒童規劃的科學類博物館中，近幾年來不乏看到運用「LOOK」、「TRY」、「WHY」三段式的說明文撰述方式，來替互動式展示做最好的參觀指引。其中「LOOK」提示兒童觀察哪裡、觀察什麼；「TRY」引導正確的展品操作程序，再以「WHY」來進行生活應用面與科學原理的介紹與連結。影響所及，在工博館 93 年開放的科學開門探索廳與即將在 97 年底完工的兒童科學園第三期展廳，皆以此形式進行說明文字、圖說的撰述與編排，這些促成觀眾正向行為的圖說，提供觀眾自導學習、挑戰個人的提示，並給予親子團體或小組成員互動討論的合理參考依據。

五、 兒童展示

科學博物館在展示的呈現上，必然以彰顯科學(技)教育功能為訴求，但兒童觀眾由於生理與心理的需求與限制，在展示空間與預設行為的安排上，會有特殊的考量。一九六一年擔任波士頓兒童博物館館長 Michael Spock，是第一位將皮亞傑的認知理論於博物館中付諸行動者。強調展品與觀眾的互動，並將如何引發兒童興趣列為先決條件，把觀察、探究、尋找答案等基本發現學習方法，融入大眾日常生活議題中，來進行兒童博物館的展示設計。之後，全世界的兒童博物館便有了新的面貌(葉英晉，1998)。

許多教育學者都認為「遊戲是學習的途徑」，Bruner 認為遊戲可增加兒童對行為的選擇，而促進其對問題解決的能力。遊戲可以讓兒童預先經歷可能發生的事件，學習並形成經驗來協助提高對周圍事物的理解，並作為未來實際生活的準備(潘怡吟、王美芬，2003)。Semper 認為對科學教育而言，遊戲有助於觀察和實驗技巧的發展，提供獨立發現機會，新的構想也可以在遊戲中實驗(于瑞珍，2002)。所以大多數博物館為兒童設置的活動與展示，都會強調融入遊戲的成分與形式。

陳玫岑(2000)曾依據馬斯洛的「需求層次理論」，按照不同的需求層面，提出博物館兒童展示規劃的原則。在此我們也以需求層次為原則來進行探討，並與科技教育的學習原則進行對照。

在基本的生理需求層面，展示品台面、操作點、觀察點都需符合兒童的生理尺寸，便利操作。兒童是天生的科學家，喜好動手與操作，兒童展示的規劃一定要能將動手做的特性納入才會具備吸引力。而在安全需求方面，兒童的天性是活潑而不受拘束的，活動性大且體能協調性尚未發展完全，而博物館所提供的是一個能自主學習的場域，所以需特別注意到環境與設計細節的安全性，讓兒童的任何選擇都不會有危險的結果(Waterfall & Grusin, 1988)

在社會需求方面，展示的規劃需能提供親子或朋友間的社交互動機會，這同時也是博物館學習發生的要件之一。展示設計會運用情境造景和視聽效果來引發參觀動機並引起話題，而在手法上則會運用鼓勵親子或同儕互動討論的空間、情境與機構佈置，包含可同時容納多人的多角形展示台座或觀察空間，多人合作驅動的互動機構，期望能讓兒童在合作、互動的狀況下促成學習，解決難題並同時建構知識。工博館兒童科學園中「會說話的鸚鵡」展

品，現場可供多人一起輪流操作，聲音的回饋公開且直接，觀眾可直接互相比較效果，有效引發同行觀眾間的互動，明顯觀眾停留時間較長，操作興趣也較高（李如菁，2000）。

在自尊需求方面，展示的設計應使兒童有受尊重的感覺，包含操作的難度與說明文字容易理解程度，以及主題是否貼近兒童的生活或經驗等都是值得注意的。兒童的經驗與背景知識有限，需藉由藝術、人文的連結，運用各式互動與故事鋪陳手法使兒童對展示內容產生感動與理解。博物館中的學習以體驗、感受為主，沒有標準的成功定義與特定的進展程序，兒童可依據個人興趣與判斷，自由的參與展示或退出，在這樣的場域中，兒童較易表現出自信與獨立的行為。同時在無壓力下操作展示，用各種方式嘗試的結果，也易於引起同儕或同行人員的共鳴與仿效，建構討論的話題，從中得到個人的認同與價值感。以日本科學技術館鏡子的展示為例，人立於兩面落地大鏡子中間，移動兩面鏡子的相對角度，鏡子內個人的成像數量便會不同，當兩面鏡子接近成平行的狀況時，便有多重反射的效果，兒童會在其中運用肢體擺出各種姿勢，鏡面呈現的就如同電影上功夫大俠般的多重疊影，往往學童們各種模仿、討論的行為就會在此產生。

在自我實現方面，博物館中所提及的互動展示，不僅只於按鍵而已，設計良好的互動展示會保留操作、實驗和改變的機會，同時提供及時且適當的回饋，讓兒童在自發的狀況下，依據觀察結果嘗試各種假設與可能的解決方案，建構規則和關聯，來達到自己認為最佳的成果或最終的目的，得到勝任感與成就感。以常見的「有色的影子」展示為例，三原色光以不同角度投射至觀眾身上，背後的白色螢幕就會有色彩不同的三個影子出現，觀眾可以個別調整色光的強度或關掉，影子便會隨之變色，亮度也會改變。這是一個需要合作的展示，當兒童了解如何操作本展示後，往往也會停留許久，擺出各種 pose，成功的留下各種色彩的影子。

科技類博物館展示的特質和優勢有其一致性，但使用者的特質與行為卻會因社會環境的不同而有差異，文化的差異是博物館規劃者不得不面對的問題。東方文化注重「效能」，經常期待能依據標準程序來解決問題，不鼓勵兒童嘗試新的程序和做法；西方文化鼓勵質疑與創新，注重過程勝於目標的達

成。因此兒童的行為模式會有所差異(陳玫岑, 2000)。在台灣博物館中常可發現, 當有陌生人注視時, 很多兒童而會覺得不自在而放棄正在操作的展示, 而在有親友陪伴或同儕團體互動時, 舉止行為便會變得較主動而自在。因此營造鼓勵操作與適合小團體共享的環境塑造就變得非常重要。

肆、結語

科技因應人的需求而產生, 所以自然無法獨立於人所關懷的各種面向之外, 科技博物館在進行展示主題建構時, 往往會以歷史的、人文的、社會的與藝術的面向來進行連結和思索, 跨領域的整合結果, 使科技擺脫冷冰冰的樣貌, 提高觀眾的接受度。同樣的, 過去中小學學生也會因為這些科學與科技類知識獨立傳授並與生活脫節而接受度低, 經過特定主題進行跨學科的整合後, 「學習」有了用途與連結, 一下子變得具體起來了(曾瑞蓮, 2000)。兩個皆致力於提高學童科技素養的教育體系, 所欲傳達知識主題的關聯性直接, 同樣注重實物感受與動手操作的真實體驗, 以培養過程技能和解決問題能力為規劃重點, 在建構方式與目標可互相搭配的狀況下, 如何使博物館耗費鉅資構築的學習情境與有趣的互動展品, 能夠發揮輔助學校科技教學的最大效益, 便需要教師與博物館雙方的努力了。

愛因斯坦認為: 問題的表述往往比問題的解答更重要。解答所需要的可能只是一種數學或實驗的技巧而已, 但提出新問題、新的可能性, 或是從新的角度來思考舊問題, 需要的是創意的想像, 這才是科學的真正進展。一般老師在安排博物館參觀行程時, 總會期待館方能提供發展成熟的活動單供學生使用, 但其實允許學習者對週遭環境自由表述的學習環境, 最有助於學習成效的提升(引自蕭瑞棠, 2004)。現代博物館大多會在網站上公告相關學習資源供觀眾直接運用, 但日本未來館所提供的工作單非常值得推薦使用, 它所強調的是參觀紀錄, 內容包含三階段: 「厲害! 發現」聽完展品解說或參觀完展廳後, 學生紀錄個人覺得厲害的展品。「做對話, 總結!」紀錄與現場解說員的對話, 或因操作和觀察而產生的問題。「發表」依據自行紀錄的工作單內容與現場發現的問題探究, 進行三分鐘的心得簡報。這些過程皆在教師與現場人員的協助下進行。未來館相當鼓勵學生在完成參觀後, 回學校繼續進行延伸性的發展, 學生會將參觀成果做成海報或以發行報紙等方式紀錄、分享成果。

此種進行方式，需要教師全心的配合投入，科學博物館期待提供的是一個不同於學校的學習環境，它可以刺激想像力，使觀察力更敏銳，重新喚起或引發學童的好奇心，感受體驗探究的樂趣，有助於科技素養的成長。但這樣的期待需與觀眾的期待一致，才能發揮真實的效益。以參觀的學生團體來說，學生並非不了解校外教學會發生什麼事或應該發生什麼事，這些想法的來源當然與過去經歷有關，但也源自於老師的行前交代和態度。究竟博物館是一個教學資源寶庫，還是另一個寫作業抄答案的地方，還是大家休閒玩樂的場域？教師與學童對博物館形象的理解和認同，才是博物館教育功能是否彰顯的決定因素。結合科學博物館的努力和科技教師的參與，才能使博物館發揮該有的功效，達成輔助學校科技教育推廣的教育目標。

參考文獻

- 于瑞珍(2002)。科學博物館輔助學校科技教育教學資源之探討—以國立科學工藝博物館為例。科技博物，6(6)，4-18。
- 朱耀明(2004a)。科技教育與教育科技之關係。生活科技教育月刊，37(6)，2-8。
- 朱耀明(2004b)。九年一貫探索館展示廳自然與生活科技展示內涵之研究。國立科學工藝博物館 93 年委託研究計畫。
- 李惠文譯(1997)。有效展示的設計。博物館學季刊，11(2)，29-39。
- 李如菁(2000)。兒童觀眾和參與式展品互動之探討。科技博物，4(6)，46-60。
- 吳淑華(民 90)。博物館展示淺論。科技博物，5(3)，5-14。
- 林彩岫譯(民 86)。建構主義者的博物館學習理論。博物館學季刊，11(4)，27-30。
- 林雅玲、李大偉、林展立(2007)。科技教育的研究與展望—從教學設計的角度探討。生活科技教育月刊，40(8)，5-20。
- 林人龍、游光昭(2005)。水平整合的思考：以 MST 為導向的九年一貫生活科技課程設計。生活科技教育月刊，38(8)，24-41。
- 范賢娟(2007)。以經驗為基礎的博物館學習理論。博物館學季刊，21(1)，73-83。
- 高明瑞(1999)。觀眾參觀行為之研究。國立科學工藝博物館委託研究計畫。
- 陳玫岑(2000)。科學博物館的兒童尺度：人性因素探討。科技博物 4(6)，61-72。
- 陳文典(1999)。「自然與科技」學習領域課程。載於邁向課程新紀元 - 九年一貫課程研討會論文集。 http://www.trd.org.tw/dresource/NINE/4_1.htm

- 郭重吉(1992)。從建構主義觀點探討中小學數理教學的改進。科學發展月刊, 20(5), 548-570。
- 曾瑞蓮(2000)。從維高斯基的社會文化論壇博物館兒童探索空間之設置規劃。科技博物, 4(6), 18-30。
- 張美珍(2002)。從建構主義取向探討博物館教育活動的規劃設計。科技博物, 6(6), 19-30。
- 教育部(2003)。國民中小學九年一貫課程綱要：自然與科技領域。台北：教育部。
- 黃志燻、余鑑(2007)。科技教育的研究與展望---從教學環境的角度探討。生活科技教育月刊, 40(8), 25-44。
- 葉英晉(1998)。從「請勿動手」到「請你動手」-談兒童博物館的功能。歷史文物月刊, 8(4), 73-84。
- 熊召弟、王美芬、段曉林、熊同鑫譯(1996)。科學學習心理學。台北市：心理。
- 蔡秉宸、靳知勤(2004)。藉情境學習提升民眾科學素養：以科學博物館教育為例。博物館學季刊, 18(2), 129-137。
- 劉和義譯(民 76)。博物館教育的一些基本原則與課題。博物館學季刊, 1(3), 9-16。
- 潘怡吟、王美芬(2003)。遊戲型態教學對國小學生「自然與生活科技」學習之研究。臺北市立師範學院學報, 34, 157-172。
- 歐陽鍾仁編著(1988)。科學教育概念。台北市：五南。
- 蕭瑞棠(2004)。博物館環境：另一種學習理念初探。博物館學季刊, 18(1), 63-71。
- 蘇宏仁(1996)。科學課程模式—科學、技學、社會 (STS) 為導向的科學教育。科學教育月刊, 190, 2-11。
- 張玉山。科技創造力教學模式在國小「自然與生活科技」學習領域中的應用。
<http://140.122.91.41>
- Waterfall, M. & Grusin, S.(1988).Where ' s the Me in Museum. Virginia : Vandamere Press.
- Stapf, B. (1999). Developing education strategies and support materials for children. In H. Moffat, & V. Woollard (Eds.), Museum and Gallery Education: A manual of good practice (pp.42-55).London; The Stationary Office.