

第五章 結論與建議



第一節 結論

壹、科工館「探索廳」之展場脈絡設計

由說明文內容與操作裝置兩方面分析可知，「探索廳」之展場脈絡不只注重操作的示範說明是否與日常生活連結，以促進有意義的學習，亦強調裝置的可操作性，並且在回饋方式上盡量設計為引導或自行建構科學概念的方式，此與 Hien (1998) 提出博物館學習理論模式的「發現式學習模式」及「建構主義式模式」相類似，也就是將觀眾置於博物館學習的主體地位，強調觀眾在參觀過程的認知主體性，至於知識是存在於個人之外或是由學習者自行建構，根據其教育特性活動進行檢核後發現「探索廳」雖然主動提供已設計的模式進行操作，但在探索過程亦以開放式問題鼓勵參觀者提出多元觀點自行建構科學概念，因此，「探索廳」的教育活動涵蓋「發現式學習模式」及「建構主義式模式」兩種模式。

貳、成人觀眾在科工館「探索廳」之學習特性

一、以檢索先備知識、經驗為主的學習特性

不論是觀察情境脈絡或是操作裝置、閱讀說明文，皆以豐富的先

備知識、經驗為聯結及檢索基礎，善於使用正確、精準的科學術語或關鍵字詞表達與推論科學現象，能快速判斷、辨別新舊知識，進而透過比較差異搭起建構科學概念的橋樑。研究者認為其建構歷程具有不斷與先備知識或經驗聯結、檢索，並且反思新知識正確性的循環模式，因此以「循環學習傾向之科學概念建構者」稱之，以受訪者〈A 先生〉為代表。

二、以判斷情境脈絡線索為主的學習特性

對於館中所提供的情境脈絡具有高度的敏銳性，當覺察到情境線索足夠時，則會進行裝置的操作，一旦覺察情境線索不足時，則採取閱讀說明文的方式以補足線索的不足。研究者認為其建構歷程亦具有不斷循環檢索情境脈絡線索的特質，因此也將〈B 先生〉歸類為「循環學習傾向之科學概念建構者」。

三、以嘗試錯誤為主的學習特性

接觸新的科學概念時，多採用「嘗試錯誤」的行為模式學習，其偏好「明顯的提示與標示」或「直接提供答案」的學習，也就是直到操作物件得到的反應如說明板或是情境脈絡提供檢核機制的答案時，則可確認自己操作成功。此歷程建構具有行為學派中「刺激＝>反應」的特質，其較少運用複雜或迂迴、多元思考等學習技巧，而是採用「線性」的思考模式，因此研究者將其命名為「線性思考傾向之科學知識建構者」，以受訪者〈C 媽媽〉為

代表。

參、成人觀眾在科學博物館中的科學概念建構策略

一、「循環傾向之科學概念建構者」科學概念建構之策略

（一）以先備知識、經驗為循環基礎之策略

在具有豐富的先備知識、經驗的基礎之下，以「聯結、檢索先備知識、經驗」之基本策略與館中環境脈絡互動，變通策略的運用方面，當無法掌握關鍵概念時，採取「快速瀏覽說明文」之策略，當先備知識、經驗比展示資源豐富時，傾向採取擴充相關實例的「學習遷移」之策略，使學習內容更顯豐富，而為達到快速累積科學知識的目的，則善用「推論」策略縮短學習的時間。整個學習歷程除了主動學習、成功的創造有意義的學習、及熟練的使用科學過程技能之外，亦能以不斷反思的學習態度來監督自我的科學概念建構之正確性。

（二）以判斷情境脈絡線索為循環基礎之策略

對情境脈絡所提供的線索具有高度的敏銳，因此，「搜尋情境脈絡線索」策略在科學概念建構的歷程扮演基本策略的角色，之後，再透過操作或是閱讀說明文的輔助，得以釐清關鍵概念或線索，而當操作造成數個改變結果時，會將變因一一釐清，並且聯

結先備知識或經驗，運用「控制變因」策略及合理的「推理」策略做出有意義的操作行為以建構個人的科學知識，而「後設認知」策略的運作在學習歷程中扮演非常重要的角色，因為經由不斷反思或後設認知的過程，成人得以時時監控自我的學習，更重要的是對於學習推論與結果的正確性產生了監督的機制。

二、「線性傾向之科學概念建構者」科學概念建構之策略

因先備知識不足、經驗不夠豐富，所以「嘗試錯誤」為其基本策略。當無法掌握關鍵概念之初，會先採用「假設」之策略進行主題聚焦，之後運用「尋找情境線索」策略、「聯結先備知識、經驗」策略及「類比」策略協助科學概念之建構，其學習特性偏好「明顯的提示與圖示」或「直接提供答案」。

肆、影響成人觀眾在科學博物館中科學概念建構的因素

一、影響「循環傾向之科學概念建構者」科學概念建構之因素

（一）個人因素：展品關鍵概念無法掌握

對於「循環傾向之科學概念建構者」而言，若在其參觀的過程無法釐清、確定展品設計的關鍵概念為何時，則無法與豐富的先備知識、經驗作聯結，而當情境脈絡亦無法提供足夠且適當的線索時，便成為阻礙科學概念建構之因素。

（二）外在環境因素

1. 展示說明輔助資源不足

因為說明板敘述太過簡化，針對較具深度的科學概念無法一一解釋詳盡，以致無法滿足先備知識、經驗豐富的「循環傾向之科學概念建構者」之學習需求。

2. 展品概念深度不足、操作方式過於單調

當展品關鍵概念設計過於淺白，操作方式過於簡易、單調，則無法提高「循環傾向之科學概念建構者」進行科學概念探索的動機與興趣。

3. 展品學習之相關資源不足

對於習慣以查書或上網找資料方式來解決問題的「循環傾向之科學概念建構者」，館中缺乏提供此類搜尋資源的管道或資源來滿足學習的需求。

二、影響「線性傾向之科學概念建構者」科學概念建構之因素

（一）個人因素

1. 先備知識有限

因「線性傾向之科學概念建構者」先備知識有限，並且缺乏使用科學專門術語來理解與說明科學概念，例如「定滑輪」、「動

滑輪」等科學用語，而造成「線性傾向之科學概念建構者」無法完全理解說明文內容，使得個人與說明文之間產生學習阻礙。

2. 科學過程技能不熟練

「線性傾向之科學概念建構者」因不瞭解如何正確的操作或觀察物件，由於無法理解物件的設計、無法正確操作物件及無法觀察出其中的變化與差異，使得學習產生錯誤，而導致錯誤的學習結論。

（二）外在環境因素

1. 展示說明過於冗長

字數的多寡會直接影響展示說明的吸引力與持續力（黃明月，1999），因此，如果說明文過於冗長，「線性傾向之科學概念建構者」會因而缺乏耐性逐字逐句閱讀與理解，而失去其扮演輔助資源的角色。

2. 展品學習之相關資源不足

當「線性傾向之科學概念建構者」不斷的嘗試後仍沒有得到新的發現，而且亦無法從情境脈絡、圖示說明、經驗中獲得協助解決的線索或答案時，最後則以放棄學習的態度去面對該物件。

第二節 建議

科學博物館是成人參與科學教育的重要場所之一，若能養成系統性與批判性思考則可以提升個人在科技社會中做出正確解決問題的能力（王鼎銘，1998），科學博物館需考量展示內容以及成人觀眾學習特性，提供成人觀眾在學習過程中所需的鷹架，而該鷹架的設計其支持程度也需要隨著成人觀眾先備知識與實際學習的情況而做彈性調整。因此，研究者根據研究結論而對「探索廳」展示內容與科工館的推廣教育方面提出以下建議。

一、「探索廳」展示內容方面

（一）展品學習的輔助資源多樣化

成人觀眾除了與展品互動之外，博物館方面需考量先備知識或經驗不同的參觀者學習特性與需求，因此研究者提出建議如下：

1. 提供可查詢的圖書、資料庫

現場提供圖書或資料庫的查詢以滿足不同知識背景之成人觀眾學習的需求。

2. 設置諮詢台

讓成人觀眾在參觀過程若遇到科學疑問或困難時能向具有科

學專業背景的導覽員或志工詢問。

3. 定時定點的導覽活動

成人學習者的自尊程度表現較高（黃富順，2002），因此可設置定時定點的導覽活動，讓成人觀眾在未主動尋求幫助下也能有機會吸取科學知識。

（二）考慮成人觀眾背景差異性

1. 裝置設計方面

博物館需考量成人參觀者先備知識、經驗的差異，針對相同主題設計難易度不同的裝置，並在裝置造型或是操作方法上增添些許創意，讓先備知識豐富的成人觀眾在學習的過程感到有挑戰性，而先備知識不足的成人觀眾也能從參觀中學習基礎的科學概念。另外，在操作步驟的說明必須更簡單明瞭，可利用圖示輔助文字說明，讓觀眾操作零障礙。

2. 情境線索方面

對於依賴情境線索建構科學概念的成人觀眾而言，博物館若能提供清晰、明確且具吸引力特質的情境線索是相當重要的，清楚且具吸引力的情境線索可減少錯誤的摸索時間，亦可增進建構正確的科學概念的機會。

3. 說明文方面

說明文中科學概念的陳述能考量知覺感受的表象層次、事實定律的認知層次及邏輯創設的思考層次，此由淺至深的科學概念鋪陳才能滿足不同學習需求的觀眾。另外科學專門術語應注意不可太過艱澀，或說明過於冗長，以降低館方提供的科學知識與個人科學知識之間的落差，因此可適當的簡化說明，而除了以文字方式呈現之外，亦可使用圖例、公式協助說明，以滿足不同學習偏好的成人觀眾。

（三）提供科學概念建構結果之檢證資源

1. 播放示範操作的影片

依據展場脈絡分析得知「探索廳」所提供的文字板說明大約有一半並未明確的指出操作結果為何，所以建議館方可以將各區裝置的操作步驟與方式製作成影片，放置展場內循環播放，一方面提供先備知識較有限的成人觀眾或識字力較差的老年人、外籍配偶得以藉由直接模仿操作獲得科學概念、知識；另一方面也可以讓自行摸索操作者檢證自行建構的科學概念的結論是否正確。

2. 編製操作手冊

目前科工館「探索廳」內各裝置旁皆設置文字或圖表說明，

參觀者必須自行探索，並且需具備將文字說明與裝置操作做聯結的能力，此一複雜的任務並非人人皆可達成，因此，建議館方可編製操作手冊供觀眾索取，一方面可以讓觀眾擁有自主學習的工具，一方面也可以讓情境聯結能力較弱的觀眾擁有較具組織結構的學習教材以促進學習。

二、博物館推廣科學教育方面

（一）舉辦科普研習與講座

科工館可利用假日或寒暑假期間多舉辦與探索廳主題相關的科普研習或講座，因為成人學習特性是以生活及解決問題為中心，所以研習內容應以應用科學解決日常生活問題或具有立即實用的科學知識為主，以促進科學概念與成人生活經驗的聯結。

此外，除了科學概念、知識的傳播，亦可在研習的過程教導相關的科學技能，因為擁有熟練的科學過程技能可以增進科學概念的建構，因此，舉辦的研習或講座亦可著重科學過程技能的培養以利日後科學概念的建構。

除了科學技能的學習之外，亦可藉由參與研習或講座教導成人觀眾培養良好的科學學習態度，因為成人雖擁有豐富的

經驗，但經驗卻有可能成為學習的助力或阻力（黃富順，2002），因此成人必須要瞭解這些經驗所形成的個人科學知識與專業科學知識是有所差異的，所以成人更需要反思自己是否時時抱持開放的心胸接納各種科學發現。

（二）培養科普研習、講座人才

科工館在舉辦研習或講座時需考量成人觀眾的學習特性，因此聘請講師時必須考量其是否瞭解成人學習特性及學習需求，才能在傳達、講述科學概念、知識的過程以聯結生活經驗代替生硬、艱澀的科學理論，才能提高成人觀眾親近科學、學習科學的動機。