

# 出國報告（出國類別：進修）

## 國民中、小學科學課程與自然科學博物館 結合教學之研究

服務機關：台北縣立福和國民中學  
姓名職稱：教師 簡芊卉  
派赴國家：美國  
出國期間：九十九年九月二十一日  
                  至一〇〇年 一月二十日  
報告日期：一〇〇年二月二十一日

## 摘要

芝加哥博物館與紐約、華盛頓博物館區並列美國博物館區。科學博物館包含費氏博物館、芝加哥科學與工業博物館、雪德水族館、芝加哥兒童博物館、佩姬·諾特堡自然博物館、科技與科學博物館等。本研究以芝加哥市內之科學博物館以及與博物館具合作關係之特定中小學校之互動為研究對象，實地觀察當地學校如何利用博物館來增進科學教學。本計畫透過參觀、訪談與實地觀察，以取得完整之合作資訊與活動歷程以解答中、小學校如何與科學博物館互動來進行科學教學之研究問題。另外本研究期間研究者至巴的摩爾參與美國科學教師協會舉辦之研討會，包括拜訪巴的摩爾水族館，了解其結合科學教育之方式。報告中檢附博物館及學校實行合作活動照片，實可作為縮短博物館與學校間距離並協助教師利用科學博物館資源之參考。

## 目 次

壹、	研究背景.....	6
貳、	研究經過.....	11
叁、	參訪行程紀要與心得.....	13
	一、美國博物館教育文化與現況.....	13
	二、博物館簡介.....	14
	1.費氏博物館 (The Field Museum) .....	14
	2.芝加哥科學與工業博物館(Museum of Science and Industry).....	15
	3.雪德水族館 (Shedd Aquarium).....	16
	4.佩姬•諾特堡自然博物館 (The Peggy Notebaert Nature Museum)...	17
	5.芝加哥兒童博物館 (Chicago Children Museum).....	19
	6.科技與科學博物館 (Tech and Science Museum).....	20
	三、館務推廣—以四間博物館之教師之夜為例.....	21
	四、館校合作.....	25
	1.博物館主導型態-以科學與工業博物館之「教師工作坊」、雪德 水族館之「巴哈馬海域調查工作坊」、佩姬•諾特堡自然博物館 之周六教師工作坊為例	25
	2.博物館輔助型態—以佩姬•諾特堡自然博物館之「科學在轉角」 為例	29
	3.第三仲介者型態-以芝加哥科學教育處主辦之「E2SP」計畫為例	31
	4.教具箱服務-以費氏博物館「Harris Educational Loan Center」為例	33

五、校外教學觀摩個案觀察.....	34
1. 校外教學觀察個案一.....	35
2. 校外教學觀察個案二.....	36
3. 校外教學觀察個案三.....	38
4. 校外教學觀察個案四.....	39
肆、 結語與建議.....	42
附件： 美國國家科學教師協會-巴爾的摩地區會議報告	

## 壹、研究背景

### 一、國民中、小學科學課程與自然科學博物館結合教學與教育政策之關係：

博物館與學校的合作互動已有久遠的歷史，博物館的教育功能與學校的合作關係也越來越受到重視。依目前法律、命令及教育政策等規定，可看出學校應和博物館建立新的教育夥伴關係，讓學生在社教機構獲得學習的刺激與動機合作，共同佳惠學子。

教育基本法第十二條提及：「國家應建立現代化之教育制度，力求學校及各類教育機構之普及，並應注重學校教育、家庭教育及社會教育之結合與平衡發展，推動終身教育，促進社區發展。」。國民教育法第十五條：「國民小學及國民中學應配合地方需要，協助辦理社會教育，促進社區發展。」。1999年教育部訂定「國立社會教育機構推展終身教育辦法」，第一條明白指出社會教育機構的教育功能為以增進國民知能，提升生活品質，建立終身學習社會；第二條：「社教機構辦理終身教育應衡酌本機構教育資源及設備規劃開設，或結合相關機構、學校或民間團體共同辦理。」。2008年科技白皮書中，利用科技博物館來達到科技教育啟發普及。

教育政策方面，教育部在1997曾推動「學校利用博物館計畫」，其目標明白指出：應積極落實博物館與學校的互動，並舉辦研討會加強學校老師的認知。1998年，教育部發布「邁向學習社會」白皮書，指出應建立「學習不限於學校」的觀念，提供多元學習管道並得以相互交流，而學校應該根據課程目標、科目性質及學生興趣，精心設計各種校外教學活動，加強社區終身學習機構，如博物館之合作。九年一貫課程中亦強調學校本位課程及統整課程的理念，主張以學校為中心，結合全體教師和社區資源，發展學校本位課程。社區中的地方博物館正可以與教師合作，成為發展學校特色的資源。(教育部，2008)

在科學教育方面，九年一貫課程綱要-「自然與生活科技領域」的理念中表示，國中小之科學教育應具有適性教育、學習者的自主性、教學應掌握統整的精神、學校本位課程、科學的探討等特色，並且以學生為主體的教學方式，來達到這些教學目標。而科學的學習應與學生日常生活經驗連結，引發學生的學習興趣與動機，重視學生個人、社會與環境的需求，並應以統整、多元的面向來學習。根據課程理念，可知我國國民中、小學的科學教育不再是偏重知識的強記與背誦，而是要能與生活連結；教師須以多元的方式使學生主動的進行統整學習。

### 二、館校合作對學校教學的重要性

由開放的教育政策及統整多元的科學教育方向來審視科學博物館的情境，發現其特有的實物展示空間、自由開放的學習環境、具有探索式、啟發式的教學資源，可以說與現今的科學教育精神相互呼應。

張譽騰(1987)認為博物館教育活動具有1.以實物為主2.以活動為主3.可自由選

擇 4.以自導方式學習 5.以啟發誘導為目的等特色。透過博物館的展示、媒體、環境、教學、諮詢等多元豐富的教育形式及不同類型和不同層次的學習活動中寓教於樂。如此，學子可充分滿足於各種以自我導向為基礎的學習要求。正因上述優點，九年一貫所強調之統整課程部分，學校可利用與博物館結合，發展適合的統整性、互融性的課程(游貞華，2004；廖敦如，2005)。但博物館與學校教育在本質上確有不同，如表一，若以兩者的共通點為基礎進行資源整合，將有助於彼此的教育效能發揮極致，使博物館的學習環境除輔助學校教育外，更成為學校教育活動的延伸、統整與連結場所。

博物館的學校合作在國外教育中，已有相當的歷史和成效，其優點可以歸納為三方面：就資源缺乏的學校而言，博物館的館藏可提供豐富的學習材料。科學博物館中，針對實物直接的感官學習反而是學校中較缺乏的學習經驗，博物館中有豐富的標本、模型、精彩的媒體和操作式互動性展示，讓學生充分與展品對話與實作的過程中，讓學生獲得全感官的經驗，不再是教科書中平面得視覺符號：對博物館而言，可增加參觀人數，同時培養終身的支持者，另外學校擁有的各科系人才可以成為博物館運用的人力資源與青少年兒童心理、行為的諮詢對象；對學生而言，博物館教育活動的互動性可讓學生有機會能以各種活潑的方式與物件互動，給厭倦黑板之學童提供新鮮刺激並激發高層次思考的技能。若能將參觀博物館結合學校的課程，學生更易在自然的整合環境下，做知識的統整與學習。館校雙方的合作不但可以彌補學校教育的不足，兩者資源的整合更可達成教育雙贏的目標。(于瑞珍，2005；蘇麗英，2008；劉幸真，1997)。

表一：博物館教育與學校教育之相異處(引自游貞華，2004)

特徵	學校教育	博物館教育
教學者	教師	博物館教育人員
對象	學生、同質性高	社會大眾、同質性低
學習目標	強調特定知識、技能的學習	啟發學習者好奇心、創作力 多元智能的學習觀
學習特性 意願	強制性的、學生被動的學習	自主而非強制性的學習；可 獨立或團體學習
學習方式	循序漸進、教師導向	片段式、自行選擇、學習者 導向
學習內容	學習領域(統整知識)	展覽主題或標本模型等物件 對於非正式課程、虛無課程 的補強
學習環境	教室，有時間、空間和設備 的限制	展場、視聽教室、自然教室 等開放式、自由式的學習環 境
課程設計	具階段性、連續性課程，少 變化	主題或單元性，變化大。可 以概念延伸的方式
教材選擇	多以文字、圖片說明	實際操作與互動式的展示、 模擬、演示、視聽等多樣性 的情境設計
教法運用	多以文字、圖片說明	解說、探索、發現式學習
評量方式	定期測驗	多元評量

### 三、國內館校合作現況與教師的重要性

台灣四所主要博物館-台北科學教育館、台中科學博物館、高雄科技工藝館與屏東海洋生物館，於館校合作中扮演重要角色。台中科學博物館推出劇場教室、常設展解說教育課程、教師工作坊、植物園步道、種子收集等教育活動，並在各校成立科老師制度協助館藏資源的應用，特展展品外出至偏遠地區、並加入退休教師資源等推廣博物館之科學教育。

高雄科工館在加強教育服務的方面，邀請領域教師為常設展量身打造適合國小、國中甚至高中學生之教案、活頁學習手冊、活動及評量，教師可依需求選擇並配合館內展示發展教學活動，藉以引導學生解決問題等。在促進教師使用博物館方面，透過教師研習、博物館大使、融入式課程開發、依課綱提供適合教案等。科工館本身亦提供偏遠地區教育箱及活動展示，其間訓練學生擔任解說員，對提升原住民部落自我肯定與刺激文化交流方面有很大的助益。

屏東海洋生物館在促進教師使用博物館資源方面，於暑假舉辦全國及分區海

洋種子教師四天三夜之營會活動，使教師親自接觸海洋生物獲得第一手資訊以及熟悉博物館教育資源。平時則辦理教師工作坊、外借大型生態照片並提供相關小禮物至全國中小學課堂，增進學童對海洋生物之認識。另外，海洋生物博物館透過邀請國民中小學申請海洋學校、海洋教案比賽等鼓勵學校教師提供創意點子，使教師在課程中結合博物館之海洋生物資源。在各博物館網路上也可以找到相關科學、生物內容圖片、說明、甚至線上小遊戲並提供教師諮詢服務等。

台北科學教育館長期辦理中小學科學展覽，累積相當經驗與資源，另外在提供教師網路資源方面，打破分科設立的展示區，將展館依主題式分類導覽並將演講錄影上網，做為網路教材、發放電子報等。亦辦理教師教案競賽，鼓勵教師結合展館資源發揮創意。

台灣博物館改變行銷推廣策略，無不就是希望能將館藏資源及服務帶入學校中，包括補助偏遠學校交通費用、門票，甚至設立巡迴車，舉辦在地的科學園遊會等大型活動，藉以接觸更多學生與教師。

劉婉珍(2002)曾針對美國館校合作現況歸納出六種型態，分別為提供與接受、博物館主導、學校主導、社區博物館學校、博物館附屬學校、第三仲介者。廖敦如(2005)認為，因台灣中小型博物館大量興起，博物館教育受到重視，又為因應教改理念強調社會資源的融入與利用，所以台灣較有可能實施以「博物館主導」與以「學校主導」的型態。前者是由博物館主動邀請學校教師共同參與活動規劃，博物館透過系列研討訓練、培養種子教師，幫助參與的學校教師成為活動規劃的主導者與合作夥伴。後者則為學校教師主動向博物館提出學期活動的構想，博物館與教師溝通配合，以達成共同設定之教學目標。游貞華(2004)認為台灣實施現況以「提供者跟接受者模式」與「博物館主導模式」較常見，多為由學校帶領學生團體入館參觀(校外教學)或由館方人員的強勢主導展覽及活動為主。根據研究者之觀察，亦認為台灣館校合作現況多以學生團體入館參觀並直接由旅行社業者安排人員帶領、導覽為主。並因近年經濟環境及學校合作意願等多項因素，博物館與校方合作相較不密切，兩者亦缺乏對話的空間與管道。較為可惜的是，博物館方面有豐富的資源，但學校缺乏合作意願、無力改變現場教學習慣。

學校要能有效實施館校合作，首要是教師肯花心思把博物館物件特性結合學生的興趣，統整發展為其學校本位課程，教師是否能善用博物館資源，成為學生是否能接觸到博物館的關鍵。以校外教學為例，教師具有消費決策權，館校合作時教師的角色對此關係的實施成效影響甚大。由於教師能影響其廣大的學生群，且能協助學生培養利用博物館學習的經驗，所以被認為是博物館教育環節中最值得與可以開發培訓的一群(蘇麗英，2008；靳知勤，1997)。教師須適當地引導或協助學生將博物館裡接觸到的新事物、新經驗與其先備知識或想法連結，特別是與課程經驗結合，而構成一個有意義的學習，透過印證、體會、觀察和省思來強化並重塑學生既有之知識，否則博物館中自由自在的學習型態，沒有明確的目標和評量，可能淪為學生走馬看花的體驗而已。(游貞華，2004)。

然而教育現場的靈魂人物—教師在利用博物館從事教學中，是否會遇到困難



呢？在黃釗俊(1991)、靳知勤(1997)、高慧芬(1998)、蔡怡君(2004)等人研究中指出教師在館校合作上，的確有所障礙：包括教師未受相關訓練、自認專業不足而裹足不前、對博物館可提供的資源認識不足、參觀博物館時的自我角色定位不明、對博物館諮詢管道不清楚等。教師因對博物館教育資源的認識不足，常阻礙其運用資源的意願，而縱使是選擇博物館為校外教學的場所，教師也未必能設計出適合學生的課程活動，教師本身在博物館中的參觀活動也常如一般觀眾般的缺乏組織，如此非但校外教學之成效不彰，同時也浪費了教師本身的教學潛能(靳知勤，1997)。學校教師如何落實善用博物館資源，確實為一項值得深入探討之課題。

## 貳、研究經過

本研究期間自民國 99 年 9 月 21 日起至民國 100 年 1 月 21 日止，進行芝加哥地區主要自然科學博物館與其國民中、小學教學結合之觀察。所觀摩的自然科學博物館包括：

1. 費氏博物館 (The Field Museum)  
特別活動：教師之夜、教師工作坊、校外教學、館員訪談、學生實作課程
2. 芝加哥科學與工業博物館 (Science and Industry Museum)  
特別活動：教師之夜、教師工作坊、校外教學、館員訪談、實驗室課程
3. 雪德水族館 (The Shedd Aquarium)  
特別活動：教師之夜、校外教學、館員訪談
4. 佩姬·諾特堡自然博物館 (The Peggy Notebaert Nature Museum)  
特別活動：教師之夜、教師工作坊、校外教學、館員訪談
5. 芝加哥兒童博物館 (Chicago Children Museum)  
特別活動：教師之夜、校外教學、館員訪談
6. 科技與科學博物館 (Tech. and Science Museum)  
特別活動：校外教學、實驗室課程

所觀察的國民中小學為：

1. 公立 Perspective 中學 (課堂觀察、校外教學、教師訪談)
2. 公立 Mokena 小學 (課堂觀察、校外教學、教師訪談)
3. 公立 Haine 中小學 (課堂觀察、E2SP 計畫、教師訪談)
4. 公立 South Loop 小學 (E2SP 計畫、校外教學)
5. 公立 Blaine 小學 (課堂觀察、科學在轉角計畫)
6. 私立芝加哥 Montessori Academy 小學 (校外教學、教師訪談)

活動觀察期間使用田野筆記、攝影、錄影做紀錄。蒐集相關紙本文件、多媒體資料、翻拍教師成果檔案、學生紀錄檔案做為資料，並與活動中或結束後詢問執行者相關細節，必要時進行個人訪談。

研究者於研究期間至巴爾的摩參與美國科學教師協會(National Science Teacher Association，簡稱 NSTA )舉辦之研討會，與會行程包括拜訪 巴爾的摩水族館，了解其結合科學教育之方式，詳細內容另於研討會報告中提出。

### 叁、參訪行程紀要與心得

#### 一、美國博物館教育文化與現況

博物館經驗是美國學童學習過程中不可或缺的一環，觀察發現，美國公立學校與博物館合作較台灣館校合作頻繁，校外教學頻率最高可達每月兩次，相關課程頻率最高可達每月三次。伊利諾伊州政府補助所有公立學校學童免費進入博物館，並該州教師可持教師證免費進出博物館，方便教師及學童利用博物館資源。館校合作得以成功，需要各方的配合。以學童進入博物館最主要的方式-校外教學為例，校方負責安排學童交通及相關經費；教師則負責策劃此次校外教學的學習內容及學生管理，有時教師須負責寫出預算計畫書並連絡相關事宜；另外因博物館要求 10 名學童須有一名成年人陪伴，學童家長則協助擔任陪伴員一同前往校外教學場所；博物館視情況提供與展品相關之教學資源，如教師手冊、學習單。校外教學的地點除科學博物館外，還包括森林保護區、保育中心、歷史建築、美術館、歷史博物館、劇院、古蹟建築等。

布希政府推動的 No Child left behind 教育改革計畫，主導目前美國教育走向。該計畫設定在三、六、八年級舉行全國檢定考試，科目為閱讀與數學，而伊利諾州在四、七年級額外增加科學考試。學童考試成績將成為該公立學校獲得補助款的依據，若學童的學業成績一直未提升，學校經費將減縮而必須資遣教師。研究者認為此政策對博物館教育的影響有二，一是因經費減少而產生許多流浪教師，有些教師轉換跑道，進入非正式教育機構，如博物館擔任專案人員，因其具有教學現場的經驗，而為博物館教育部門帶入新的能量。二是考試項目僅有閱讀、數學卻不考科學，導致教師花更多時間在加強或指導學生考試，亦因類似台灣考試領導教學的現象，反而減少學校使用博物館資源的機會。

另外，美國中小學教師與其他職業相比，未如台灣中小學教師具有較高的社會地位與收入。在美國若要成為教師，須具備教育學分、通過檢定考試與實習，即可取得教師資格，取得資格後，再到各校應徵取得教師職位。一般就讀科學相關學系的畢業生都可以覓得比教師收入更好的職業，因此學校科學教師的素質一般不佳。小學教師因不需有科學背景，其科學方面的教學較弱，普遍對教科學沒有信心，會擔心無法回答學生的問題。因伊利諾州另外規劃科學考試，才促使該州教師學習如何教好科學的動力，因此芝加哥許

多科學博物館的核心目標，即在提升學校的科學教育。博物館開設教師研究坊來促進教師的專業發展，設計非常多樣化的教師專業發展方式來協助教師利用博物館資源以及進行科學教學。芝加哥市政府教育處也因此辦理博物館舉辦教育伙伴工作坊來提升科學教師的專業能力，進而提供學生更好的教育。

美國科學教師大多對博物館資源缺乏了解，此點與台灣教師類似。但在參與研習、工作坊的態度上還顯積極。研究者觀察後歸納出以下二點原因，第一：教師進修時數及修習學位可做為加薪的依據。博物館在辦理教師研習時與附近大學合作，具有將研習時數認定為學分的系統，可抵免將來教師研讀在職碩士班的學分。少數獲得補助的計畫，甚至提供教師研讀碩士班學分半價或更少的優惠方案，校方為鼓勵教師進修，也補助教師參與研習課程。第二：美國教師進入職場十年後，才具有類似台灣教師之工作保障，因此新進教師必須設法提升自己的競爭力，以在經濟不景氣的環境中，謀得一職。另外，政府規定教師需在五年內要有 120 個小時的進修時數(各校要求略有不同，私立學校需要更多)，若沒有達成則無法續約。以上皆提升教師參與研習的動機。關於博物館如何與大學合作，推動鼓勵方案將在接下來的館校合作的案例中，做進一步的報導。

以下先就研究者主要觀察的六間博物館進行特色簡介。

## 二、博物館簡介

### 1.費氏博物館(The Field Museum)

費氏博物館成立於 1893 年 9 月 16 日，其目的在積累、傳播知識，並保存藝術，考古，科學和歷史等物件。1905 年，博物館改名為費氏自然歷史博物館履行博物館，源自其贊助者，馬歇爾費爾德，並側重於自然科學。1921 年，博物館從原來的位置傑克遜公園，搬遷到現址在芝加哥公園區靠近市中心的博物館園區，與雪德水族館，阿德勒天文館同為芝加哥著名的博物館，每年吸引許多的參觀訪問，並且更盛於其他類似的機構。館內最著名的展品莫過於大廳中全球最完整的暴龍化石-蘇，吸引所有到館民眾的目光。豐富的恐龍化石蒐藏，使博物館設立「演化」常設展區；對科技的推廣，設立「DNA 專區」、氣候變遷特展；人文方面，具有古埃及文明、美國早期印地安文明等文物展示區；物質科學方面則有隕石、不同礦物以及各樣光彩奪目之寶石、項鍊等首飾展示。另外，因博物館的前身為國際博覽會，蒐藏了大量動物標本與蠟製植物的模型，在館內自然步道陳設區可見到珍貴的大型哺乳類以及豐富的鳥類標本，其模樣栩栩如生，一點也不覺得他們已有百年歷史。

教育資源特色：除開設教師研習課程，館員針對館藏設計不同主題、種類的教學箱供教師借用，並有專員為常設展與特展設計不同年齡層使用之學習單、線上教師手冊，方便教師運用館內資源。費氏博物館在研究方面也有相當優異的表現，其與哈佛大學等研究單位共同建立生物多樣性網路平台，提供教師強大的數位資源支援。

	
<p>位於大廳的著名暴龍化石-蘇</p>	<p>演化展區</p>
	
<p>珍貴的大型貓科動物標本</p>	<p>美洲早期文化展示區</p>

## 2. 芝加哥科學與工業博物館 (Science and Industry Museum)

芝加哥科學與工業博物館位於芝加哥市南方，距市中心約半小時車程，擁有超過 35,000 種的展品和近 14 英畝展區，內含由參觀者操作互動的展品，極具引發科學探究性和創造性。在過去 75 年中，已經接待超過 1.75 億的參觀者。目前館內具有兩層樓高的人造龍捲風儀器以及與麻省理工學院技術合作的化學元素處理機等，皆是獨步全球的展示。館內具有自然現象區、交通工具展示區、生命科學區、天文星象區、物理現象區、農業技術區等。從豐富、多元、啟發式的展品中，可以體會科學與工業博物館的理想是鼓舞和激勵參觀的孩子充分發揮其潛力的科學領域，技術，工程和醫學。除了館中陳設的樂趣互動式展品外，博物館在各區域設置小型攤位，由館員與參觀者互動，說明簡易原理。另外，科學與工業博物館不斷發展和開發學生的學習實驗室，一般民眾即可參與一天兩場免費的牛眼解剖實驗。若對人體知識有興趣，可向館方預約實驗室課程，例如手術 101—直接與醫院開心手術視訊連線，現場學習相關醫學知識，並了解醫護人員生涯規劃與

提問討論。

教育資源特色：芝加哥科技與工業博物館花費多年人力，觀摩美國其他博物館後所發展的主題式教師研習課程，節奏簡明、內容紮實，提供教師實用小活動、使用器材、資料光碟等等，並與伊利諾理工學院合作，進行學分認證。主題包括生物、理化、環境科學等，場場爆滿，開放六十個名額竟有兩百名教師申請，所有參與教師皆讚不絕口。此教師研習更詳細的內容，將在後面的案例中更深入探討。

	
兩層樓高的人造龍捲風儀器	互動式演廳
	
牛眼解剖實驗課程	位於博物館廣場的互動攤位

### 3. 雪德水族館 (The Shedd Aquarium)

雪德水族館的創始人約翰雪德，是位退休的總裁，他不僅是個行銷天才並且雄心勃勃想要改造城市，甚至他決心讓芝加哥成為世界級的大都市。1920年初，每一個國際大都會不論本地及海外都有一座漂亮的水族館。芝加哥的林肯公園動物園也有一個令人印象深刻的淡水魚收藏館，而雪德卻在心中想要建造的是一個獨立的水族館。從那不勒斯到柏林，舊金山，波士頓，研究小組花了數月研究的設計和運行。1929年12月芝加哥剛剛從經濟大衰退當中脫困，成千上萬排隊的人群，參觀著巨大的建設和展示大型淡水特色魚類，爬行動物和兩棲動物水族館。接下來的一年，水族館從佛羅里達州透過鐵路將超過一百萬加侖的海水運送到館內，使雪德水族館成為第一個內陸鹽水水族館。1930年水族館正式開幕時，它將各種海洋生物放在同一個水族館當中。到如今水族館內部已進行更新，且成為

國家歷史地標。隨著添置海洋水族館和野生礁，水族館的規模增加了一倍。除提供參觀者有關海洋生物的知識，其亦對下一代保育觀念之建立不遺餘力。

教育資源特色：因雪德水族館即位於博物館園區、密西根湖畔，因此針對芝加哥居民生活息息相關的密西根湖設計了基本生態知識、保育、生物多樣性等大型主題配套課程、開設教師研習會、並提供難能可貴之巴哈馬海域調查機會，讓教師實際參與海洋生物研究工作、擬定主題設計並蒐集資料解決問題，使教師在過程中實際達到教師專業成長的目的，令人印象深刻。

	
<p>入口處的大洋缸</p>	<p>白鯨池</p>
	
<p>珊瑚礁區</p>	<p>熱帶叢林區</p>

#### 4. 佩姬·諾特堡自然博物館 (The Peggy Notebaert Nature Museum)

1857年，佩姬·諾特堡自然博物館的前身—科學學院(Academy of Science)在一群熱情的教育工作者、自然學者、科學家的努力下成立了。科學學院致力於幫助中西部居民了解自然環境，進而保護她。協會認為了解環境最好的方式就是第一手的接觸。如今自然博物館延續其精神，協助教育者將自然帶入他們的教室中。如今館員們，扮演第一線的教學者、傾聽教師的回饋，提供教師多樣化的教育服務。自1857年以來，芝加哥科學學院一直由熱情四溢的自然歷史愛好者領導著，從創始人羅伯特肯尼科特到科學家、教育家甚至是博物館專業人員，都聚集在佩姬·諾特堡自然博物館。在成立初期，肯尼科特博物學家和他的同事收集重要收藏，並邀請市民將自然歷史標本安置博物館內。館藏經過精心的收藏保管，不過卻在1871年芝加哥大火，造成了館藏重大的損失。館藏品被重新改建，並在1894



年遷入芝加哥北方，距市中心約半小時車程的現址，即位於林肯動物園對面。通過創新的設計與安排，使自然歷史博物館充滿了豐富詳細的當地動植物的立體模型。新開幕的佩姬·諾特堡自然博物館佔地 6.35 英畝，館中包括蝴蝶天堂館、水資源互動區等的永久性展覽，使佩姬·諾特堡自然博物館成為一個互動體驗的博物館，受到成人和兒童的一致好評。

教育資源特色：基於前人所奠定下的館校合作經驗與方案，在目前教育部門的發展下，提供多元的教育資源，被認為是教師和學生學習科學最佳的資源供應者。

(1).校外教學方面，具有校外教學前、中、後課程教案，並有教師校外教學指引及作業單。

(2).館內設有教師資源中心，可免費借用教材箱(包括教學點子冊、影片、海報、模型、標本、教學指引)、國家地理叢書、館內圖書、免費海報等。

(3).教師工作坊：平均每月一次，提供實用的教學資訊，內容包括「博物館教你如何進行探究教學」、「培養年輕科學家」、「如何蒐集製作保存樣本並在教室使用」、「如何使用博物館」、「創造一個科學焦點教室」、「如何建立年輕科學家的社群」、「環境教育的實踐」、「校本的環境教育實踐」、「透過時事來教環境教育」等，博物館也提供與大學合作學分的學科專業課程。

(4).客製化研習活動：教師可挑選有興趣的研習題目。內容包括：如何促進趣味科學教學、蝴蝶、結合科學與文學、動手做給不同的學習者、植物、問答法、校本科學、科學方法、環保教育。

(5).「科學在轉角」活動：此活動已有 20 年歷史，為館員親至教室授課的博物館教育活動，深受教師喜愛。關於此方案的內容，將於館校合作的部分進行更詳細的介紹。

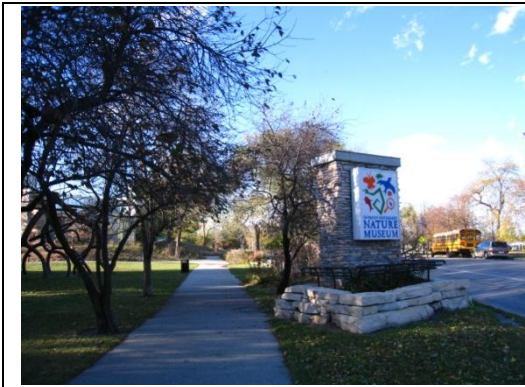
(6).科學旅程：博物館把展品搬到學校，根據課綱設計教案活動並由館員到學校上課。內容包括動手做、探究、與展品互動等，並設計給學生的科學與自然工作坊。



蝴蝶天堂-蝶之放生活動



教師資源中心



博物館入口



兒童互動式展區

### 5. 芝加哥兒童博物館 (Chicago Children Museum)

該博物館始建於 1982 年，位於芝加哥公共圖書館兩側走廊，即現在的芝加哥文化中心，並加入了顏色，燈光，音樂和文學。1995 年遷入現址海軍碼頭，距芝加哥市中心約 20 分鐘車程，芝加哥兒童博物館現在成為一個有名的文化景點以及芝加哥市參訪量第二多的兒童博物館。芝加哥兒童博物館每年為超過 70 萬名兒童提供服務，尤其對偏遠地區提供服務，使當地也能獲得博物館的豐富資源。芝加哥兒童博物館的主要對象是從出生到五年級的兒童，兒童的家人、學校和社區團體。

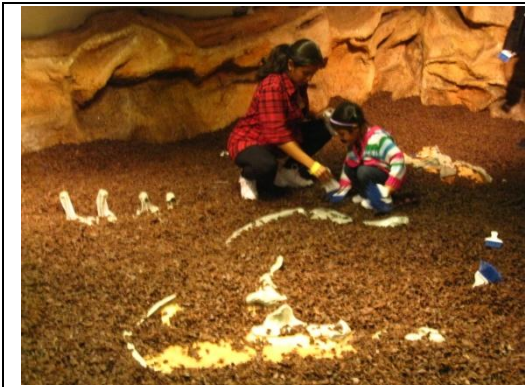
教育資源特色：館中適合學童年齡的展品和一系列的感官體驗的設施最被遊客喜愛，芝加哥兒童博物館其內容更側重於科學，數學，識字，藝術和多元文化，使兒童在參訪的同時，接受到不同向度的資訊與薰陶。



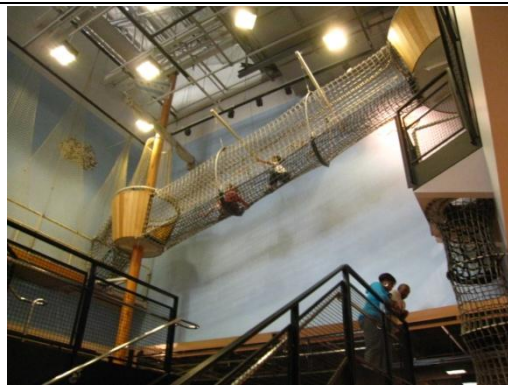
親水互動區



動手做-自己蓋屋子



模擬考古挖掘區



感覺統合-上天下地

## 6. 科技與科學博物館 (Tech. and Science Museum)

科技與科學博物館位於距芝加哥市約一小時車程的奧爾拉 (Aurora)，全館以超過兩百中互動、動手做的科學展品為主，其中最令人感興趣的是為孩童舉行的科學驗會、孩童探索之旅、夜宿博物館。展示內容包羅萬象，包括氣候、化學、熱力學、資訊科技、數學、聲音與音樂、電磁學、現代物理學、環境科學、生命科學、運動學、太空科技、光學等。

教育資源特色：其展品鼓勵參觀學童動手操作，其提供探索問題與簡單解說，鼓勵操作者自行體會其原理。有些展品需多人合作才可完成原理之體驗。展品雖為參觀者動手操作，但人員經常巡視保養，所以極少發生因故障而停用之現象，使用者皆可充分運用展示品。另外，其設有戶外科學公園，可讓參觀者體驗大型設施，如雙翼鞦韆、繩索腳踏車等。



互動式體驗區



互動體驗器材



風力射擊-你感受到了嗎?



泡泡補給站-你可以拉出多高的泡泡?

## 二、館務推廣-以四間博物館之教師之夜為例

費氏博物館、科學與工業博物館、雪德水族館與佩姬·諾特堡自然博物館於上學期開始不久(約9月底至10月)，即舉辦教師之夜(Museum Open House)。時間通常為週間晚上5:00pm~8:00pm。博物館邀請所有教育相關人員進到博物館內，在輕鬆愉快的氣氛中，將館內的資源與相關計畫以園遊會攤位的形式，介紹給與會人員，通常預備有專門為教師之夜印製的流程單(含活動時間、展區、博物館地圖等)、全年教育活動行事曆、主題學習單、相關摺頁、學生成果等資料。研究者參與的四場教師之夜中，費氏博物館、科學與工業博物館、雪德水族館皆是免費參加，即使收費的佩姬·諾特堡自然博物館也僅是象徵性的收取5~10美元。博物館提供簡單的歐式自助餐、飲料等食物、免費停車並且開放平時需購票的特展區以及平常難得一見的幕後工作區。另外，館方精心安排資深導覽員帶教師瀏覽不同展區或幕後工作區，為教師解說，並給予引導學生的點子。除博物館的攤位之外，尚有如國家地理雜誌、Discovery 教育部門、荒野保護協會、環境教育協會或芝加哥公立學校等單位入駐，讓教師接觸更多教學資源。藉由這樣的專門為教師設計的活動，讓教師在輕鬆的環境中，一邊用餐一邊至有興趣的攤位，了解博物館所提供的資源、與博物館教育者對話、進行問題討論、接觸專業研究人員與其他教師進行心得交流。除了更深入交流以外，博物館穿插安排許多特別活動，令人目不暇給，難以抉擇要去參加哪一項目，常常兩個小時下來，都還沒盡興的感覺!

透過博物館的開放活動，教師可擁有博物館所提供之教育資源的大概念，並且在將來的一學年中，提高使用博物館的機會。此活動經費來自企業贊助，教師僅負擔停車費，或甚至免費。教師於結束時填寫問卷或回饋單可得兩小時研習時數與小禮品，因不限科別或年級，亦不限教師參與，與會的有博物館教育者、圖書館員、實習教師、家長等等，參與者非常踴躍，五點報到時已有排隊長龍，來賓人數約為三百人至一千人之間。其中，非正式訪談兩位與會教師表示，本身即

很喜愛逛博物館，加上此活動可以讓教師學習、參與更深入，並且沒有學生在側可以好好享受博物館，對博物館所提供的免費餐點、特展介紹以及教學資源感到很滿意，並表示一定會去參加其他博物館所辦的教師之夜。

博物館教師之夜是以教師為中心的活動，博物館皆拿出壓箱寶提供教師豐富的教學資源。其內容隨著博物館的特色、主題不同而不同，以下是各博物館教師之夜的特點介紹：

#### (1).費氏博物館教師之夜

時間：2010 年 10 月 26 日 5：00 pm~8：00 pm

以研究、蒐藏聞名的費氏博物館，特色為研究攤位、開放幕後工作區、數位資源與教學箱。由博物館研究者提供芝加哥魚類、鳥類等實體標本展示攤位，提供學習單並解答教師疑問以及提供研究相關資源。博物館安排舉辦三場展館導覽以及幕後研究室的導覽，讓教師透過展區瀏覽得到更多詳細展品資訊並在校外教學時可以如何進行學生引導等活動。透過幕後參觀，教師可直接與研究者對話可以了解研究者的生涯規劃、研究環境為何。另外，因費氏博物館為綜合型的博物館，含有大量人類考古學方面蒐藏品，因此可見其針對美國原住民文化、埃及文明、歷史、藝術或多元文化議題等主題設計相關的教案、網路資源與教師研習課程。除實體的展示品外，教育部門設計許多含教育意義之線上遊戲，研究部門則推出與哈佛大學、史密斯宗尼亞(Smith Sonia)博物館群等研究機構共同建立的生命百科全書網站(Encyclopedia of life)，提供一百九十萬筆生物物種、生物多樣性相關免費相片、影片、物種基本背景等經由研究單位確認過之線上資源，教師可以免費註冊成為會員，可下載或參與社群討論，是十分強大的教學資源。



向教師展示近郊鳥類



開放幕後工作室給教師參觀提問



向教師展示教學資源箱



線上與數位化教學資源

## (2).科學與工業博物館教師之夜

時間：2010年10月14日 5:00 pm~8:00 pm

以科學動手操作為主軸，科學與工業博物館透過館員或志工示範科學小實驗、高中生科學家計畫的學生現場解說儀器原理等，增加趣味性及體驗，現場熱鬧滾滾，與會來賓與館員互動良好，笑聲不斷。科學與工業博物館的重頭戲-龍捲風特展區，也安排了專人導覽解說服務並學生主題學習單、教師引導手冊等供教師參考。除此之外，也在現場展示教師工作坊、課後實驗教室的成果。另外，博物館透過此機會鼓勵教師申請校外教學、實驗室課程等，現場登記可得優惠。



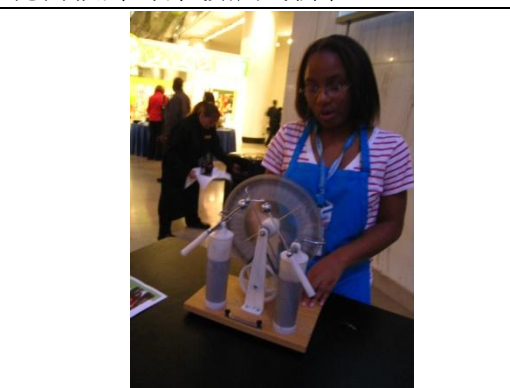
館員向與會教師說明展品



說明教師專業發展的攤位



在愉快的氣氛中進行教師之夜



由年輕小科學家進行示範

### (3).雪德水族館教師之夜

時間： 2010 年 10 月 5 日 5：00 pm~8：00 pm

步入雪德水族館，現場傳來即興爵士音樂，頓時讓人卸下工作的重擔，隨著音符輕鬆起來。雪德水族館也開放特展區域、餵食秀、水族動物解說等，並在不同展區設置適合不同年齡層的活動學習區域，並免費提供分年級主體導覽單、教師手冊、水族館月刊、校外教學補充教材等。透過各項服務的介紹以及直接詢問與相關人員、學生，讓教師掌握水族館提供的教學資源、巴哈馬遊輪課程等，走過一圈每個教師的袋子都裝滿了相關資源。若所需的資料已被取完，都可在其網站上下載或留下聯絡方式再行索取。

	
熱鬧滾滾的會場入口	說明淡水生態系課程的攤位
	
在輕鬆的氣氛中進行教師之夜	其他教育單位展出攤位

### (4).佩姬•諾特堡自然博物館教師之夜

時間： 2010 年 10 月 27 日 3：30 pm~7：30 pm

佩姬•諾特堡自然博物館是四所博物館中館區最小的，但其首要核心任務即是協助大眾學習大自然，因此教師之夜所提出的各方案，可以說是所有博物館中最多的。進場時，與會人員會取得抽獎號碼，教師到不同攤位參觀亦可得到另一號碼，博物館每三十分鐘抽一次獎，獎品包括自然繪本、影片、海報等教學資源。活動包括蝴蝶館-初生蝶放生、作者講座(講題：如何在課堂中結合自然與文學?)以及最後大抽獎，獎品包括書籍、免費的校外教學、免費博物館實驗課程甚至是

旅遊卷，與會來賓都滿載而歸。除提供教師進修機會以外，在教師之夜還提供如何辦理成功的校外教學、如何使用教師資源中心等說明。展區中設有爬蟲類保護協會，讓教師可以親自接觸蛇、蜥蜴等，並加以解說。

	
<p>免費提供的教學資源</p>	<p>說明如何使用蝴蝶天堂的教學資源</p>
	
<p>教師之夜講座-科學如何與文學結合</p>	<p>與蛇共舞的特殊體驗</p>

### 三、館校合作

博物館擁有許多學校所沒有的教學資源，因此如何透過有效的博物館與學校之間的合作，將科學教學資源融入課堂中，是非常重要的。研究者參與、觀摩不同博物館與學校之間的合作方案，深刻體會到設計完善的館校合作計畫，將如何給予學校教師有效的幫助與支援。以下歸納出博物館主導型態、博物館輔助型態、第三者仲介型態以及教學資源箱等四類芝加哥博物館與當地中小學合作模式以及實例，加以介紹。

1.博物館主導型態-以科學與工業博物館之「教師工作坊」、雪德水族館之「巴哈馬海域調查工作坊」、佩姬·諾特堡博物館之「周六教師工作坊」為例

(1).活動名稱：科學與工業博物館之主題式「教師工作坊」-以生命科學”與你有關”為例

活動日期：99年10月21日

目的：科學融入教學



對象：中小學教師

時間：為期一年，共有六次，每次為上班日的 8：30am 至 3：00 pm

人數：一梯次 30~35 人左右

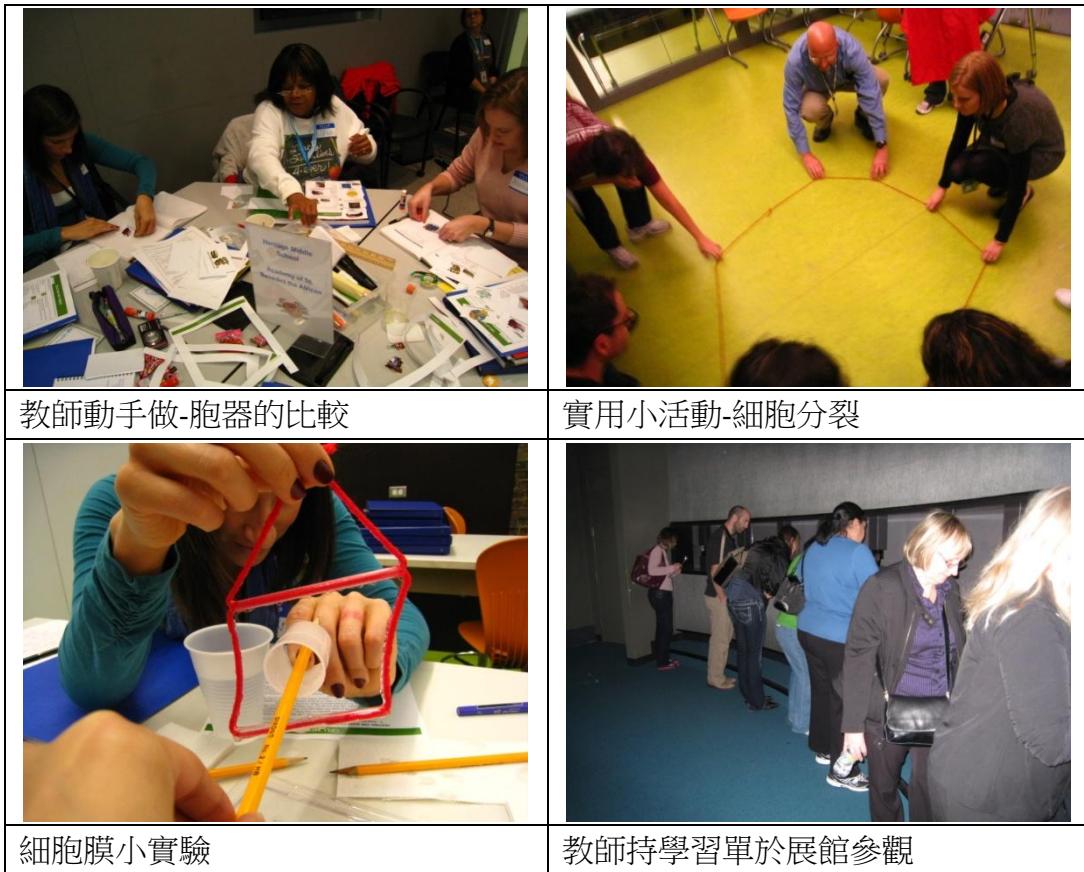
費用：全額由企業贊助

特色：

將所學運用在課堂上，做成教學檔案，並於研習結束前繳交給博物館。本工作坊採用主題性的規劃：研究者參與的主題是細胞。人體，又分細胞、組織、系統等等。此次觀察細胞部分，快速提供教師學科知識內容，每個知識層面盡量帶入可應用的小活動，節奏快速、內容充實。活動轉換間透過交換講員、轉換研習場所(教室、實驗室、科學大廳等)，所以即使研習一整天，學習情緒依然高昂，也不會感到疲乏。一天的活動流程如下：一開始介紹如何使用「問題大車輪」，接著進入細胞主題：細胞膜小活動、細胞胞器表格、胞器功能與工廠比較、剪貼圖卡、血液、肌肉、骨骼教具標本、手術 DVD、黏土胚胎與表格整理、細胞分裂色卡、細胞分裂毛根模型、人體扮演細胞分裂活動、最終參觀生命科學展示廳。參觀展示廳時，教師拿著館員設計的作業單，扮演學生角色，自己至展廳尋找答案。回來後問教師會希望學生看到什麼，讓教師從學生的角度，發現有很多可以看的東西。並討論：如果在學校教過今天的課程內容，希望孩子在今天的展示中學到什麼相關的知識？讓教師反思並整理當日所學。

此工作坊提供：免費午餐、材料、書籍、所有研習提到的教材、一次免費校外教學巴士、一次免費實驗室學習課程、研習時數證明、停車、上課內容電子檔。除此之外，難得一見的是所有參加此研習的教師皆獲得公假排代的照顧，紮實的內容與無後顧之憂的配套措施，吸引上百位教師登記參與，場場爆滿。希望申請此研習的教師必須提出申請書，說明自己將如何應用所學於課堂中。並附上推薦函，館方會考量該校科學檢定考試成績、教師動機與意願、是否為弱勢社群等方面進行篩選。

博物館教育人員設計此工作坊時，大約有 4~6 名館員參與與擔任講員。從期刊、博物館參訪了解他館優勢、參加科學教師研討會、訪問得獎教師來吸取相關經驗，並且教育員也接受教師訓練在學校現場測試，吸收後重新產生適合本工作坊的活動，約花費兩至三年的時間籌備。在學校測試時，透過教師回饋馬上修正到可以現場使用，所以對教師課堂非常實用。工作坊進行中，館員也提出如何引導學生的建議以及教師現場可能遇到的學生問題等，透過讓老師自行操作，了解可以怎樣在課堂上安排進行，以及提供教師互相對話的時間，一起集思廣益想出好點子。此研習同時接受外部評鑑。後續的成員選擇，傾向需要協助的社區學校、種子教師的同事並且有成為夥伴的意願的教師或是換不同年級的教師為主，並考慮增加強力的領導教師回來分享以協助新接觸工作坊的教師更快進入狀況，將所學回饋到學生身上。



(2).雪德水族館之「巴哈馬海域調查工作坊」為例

活動名稱：巴哈馬海域調查工作坊

活動日期：暑假

目的：教師專業成長

對象：幼稚園至十二年級教師 10 人

時間：16 天

人數：10 人

費用：全額由企業贊助

特色：巴哈馬海域調查工作坊，今年已邁入第三年，一梯次僅選十人，對象須為幼稚園至十二年級之教師，期待是一個多樣性背景的團體，因教師彼此背景與教學對象不同，可以增加互相學習的機會。欲參加教師必須透過文件申請甄選，須包括長官、同事、甚至還須具備學生的推薦信。參加者必須參與六天行前課程、七天的研究性遊輪行程，以及三天回程討論課程。在七天的研究遊輪的過程中，與夥伴合作完成行前設定之研究計畫，並提出簡報與分享。此研習時數可認定為在職碩士班學分。

此計畫強調教師專業成長，並透過教師成為研究者的經歷，並在這密集的全體驗的過程中點燃教師的研究熱情並傳遞給學生。在行前課提供教師相關知識背

景，教師必須自行設計研究主題、步驟並體驗做研究的過程。兩兩一組，在研究遊輪上實地觀察並蒐集資料、進行分析研究、歸納結論。過程中教師接觸專業研究人員並且從中得到知識與其生涯規劃的相關訊息，激勵教師。回程後需做成果的呈現並分享可以與教學結合之處。經過這番體驗，大部分教師回到崗位上都重新拾回熱情並且傳遞給學生，教育哲學被改變。有一位教師即是參加過此研習之後，開始積極使用水族館資源，並籌畫校外教學等等，甚至成為志工，改變非常大。此計畫亦有質性評量、線上調查、對教師進行前後測及六個月後的延宕測驗。

本計畫面臨的挑戰是在組織整個行程需耗大量時間、人力、物力資源，且因團隊非常緊密，教師回去後工作崗位後產生的孤獨感，缺乏可以對話的對象。因此設計者考慮之後請曾參與過此計畫的教師回來當輔導員，參與課程設計，使其貼近教師並實踐在課程中，並提供教師對話平台。其中一位學員教師即在此活動後，從不太利用水族館資源到主動成為水族館志工，並帶領學校其他同事使用水族館資源、自行設計學生的校外教學活動，其校外教學個案觀察案例另列在後。

### (3).佩姬·諾特堡自然博物館-周六教師工作坊

主題：培養年輕科學家-如何進行低年級的科學探索活動

日期：99年12月11日 9：00 am 至 15：00 pm

對象：大部分為低年級或幼稚園教師

經費：由教師自行負擔，亦有學校出資

活動流程：活動一：別人怎麼做。先看熟手教師的現場教學錄影帶，分組討論影片中的自然教師有什麼策略，用了什麼話來引導學生。接著進行角色扮演活動：提供樹葉、放大鏡，其中一人當老師其餘當學生，練習用剛看到的技巧來引導小組討論或探究，之後換不同學員扮演教師。五分鐘後提出遇到的困難或可以修正改進的地方。活動二：發下參考資料說明文件記錄對科學探究的幫助，並發下學生的樣本參考，請與會教師試著評分。教師們拿到不同的樣本，再以同樣本分組討論評量的要點。活動三：實際做科學，如何在一般的課程中，添入科學的成分使你的教案增加用途？以蝴蝶為例，館員發下有關蝴蝶不同的教材，包括：蝴蝶活體箱、書、模型，輪流到各桌討論介這些教材可以設計哪些課程，其中可能包含字彙的教學等。而這些教材其實都是館內的教學箱所包含的物件，可提供教師外借使用。活動四：校外教學的聯想。請教師回想以前帶學生或自己去校外教學的經驗，成功的經驗有哪些要素？如何可以有一個成功的校外教學，由老師自行提出，供大家參考。最後館員歸納出成功因素。發下校外教學文章，不同組別分段(前、中、後)提出摘要及心得。活動五：教師分組至不同展場，透過引導單思考怎樣設計

一個適合學生的參觀、有哪些新字彙須介紹給學生、需要注意的地方、聲音環境、陪伴的大人，回到教室裡分組提出心得，在不同展區新的發現。活動六：一幅畫。畫出今天印象最深刻的一幕，並寫出一句話 分享。最後填寫回饋單、評量、意見表。

研習會的步驟很快，活動可以應用在現場，且預備適合的教材，並讓教師有充分討論的時間可以互相學習，大部分的教師都十分投入。

	
<p>教師小組角色扮演並討論</p>	<p>教學資源箱教具</p>
	
<p>教師討論如何使用展館</p>	<p>教師畫下今日所學印象最深刻的一幕</p>

## 2. 博物館輔助型態 - 以佩姬·諾特堡自然博物館之「科學在轉角」為例

活動名稱：佩姬·諾特堡自然博物館之「科學在轉角」為例

活動時間：每個計畫實施六週

目的：協助教師教育學生，這是博物館的核心價值之一，所以此課程最主要是在幫助教師更有自信的教科學，並透過館員到校教學示範、讓教師不害怕科學課程、提高嘗試結合博物館內容的意願。

對象：教師與學生

費用：經費部分由政府補助，學校部分支付每班 1000 美元。(若為弱勢社區，政府提供全額補助)

特色：

博物館與學校密切合作，走進學校中：科學在轉角(Science on the go)實施已有 20 年。內容以結合博物館資源的科學活動、動手做、探究活動為主，皆符合課程綱要，一個年級完整的課程有四個回合，每個回合都有 3 個單元，每個單元具有 ABC 三堂課。館員教 A 課、B、C 課由該班老師在兩周內教完，然後再進入下一個回合。一個回合，總共花費六周、九堂課。此計畫由 4~6 個館員負責設計、並到校實際教學。

此計畫的對象包括幼稚園至二年級、三年級至五年級、六年級至八年級的學生。主題內容包括動物、植物、科學探究、地科、科學方法、自然系統、氣候變遷、電力與磁力、人體、中西部氣候系統、生物地理、動力等，課程設計主要是以學校難以取得，但博物館卻可以提供的資源為課程內容，例如動物活體。在開始一個回合以前，將會舉辦 3 小時的教師訓練研習，將未來的六堂課事先預習過一遍。除此之外，館員會到學校拜訪教師，在回合結束也會有一次教師回饋分享的聚會。參與計畫的教師可以取得研習時數。

參加此計畫的班級會得到一次免費的校外教學並有 50%的交通補助(佩姬·s 諾特堡自然博物館的校外教學部門負責策劃執行)。通常是由校長購買本博物館課程，實際參與的教師一開始不太明白此課程的設計與規劃，但教師通常抱持正面積極的態度，且透過此課程安排的校外教學，協助了該校教師利用博物館資源。

一個回合的期間，約有 20 間學校與博物館合作，館員可以接觸 50 堂課。大部分教師得知此計畫是在教師之夜以及透過教師之間口耳相傳，是該博物館非常受歡迎的一項館校合作計畫。合作學校大部分是較低收入的社區學校，由政府補助其資金，很受學生及教師歡迎。

研究者實地跟館員進入課堂中，觀察科學在轉角如何現在場實際實行。以低年級生物的移動為例：館員讓低年級實際觀察，如讓學生觀察蛇以及他如何移動，畫成小書並模仿動物移動的姿勢等。另外，中年級課程研究者觀察到「科學方法」此一單元。館員讓學生兩兩一組，以組合樂高積木為主題，讓學生口頭及文字描述如何組裝，並交換步驟學習單，引導學生學習到什麼是細節，並為何步驟的細節對科學很重要。一開始館員使用做餅乾需要食譜開頭，說明如果沒有照食譜做會如何？提出科學方法的海報。活動一：將學生分為 2 組，使用五個樂高積木，請 A 自行組合但不能讓同伴看見，然後用口述的方式，告訴 B 如何組裝。最後看是不是一樣。約有一半的學生可以組成一樣，但是一半不行，分組討論哪些是有用的資訊，哪些說法會讓人迷糊？對方少說了什麼？接著引出科學家在做實驗時，也需要使別人能重複他的實驗，活動二：發下學習單讓兩個學生寫下如何組合，如果給別人是不是也可以組出同樣的形狀。如果是不同國家的科學家，他們要做同一個實驗的時候，步驟記錄就非常重要。活動三：交換步驟，看是否能按照同學寫的步驟，組出特定的積木。之後進行討論，提出為何無法完成？因為寫不清楚，例如旁邊是哪個旁邊？或是沒有寫完。這些都是科學家寫步驟時要注意的問

題。最後提出下次上課的大綱。

兩場進行科學在轉角的館員皆有在小學服務的經驗，可以了解實際現場狀況並且做一些修正。此計畫較大的挑戰是，館員在一個單元中只到班級三次，對學生不熟悉、對課室文化不了解，包括課堂管理等，雖然有教師隨班在旁，但對學生掌握度仍不高。教學完畢由教師接手另外兩個課程，但因不在現場，無法了解教師教學的回饋，較難修正教案或學生反應。再來是希望能在現場測試新的教材但是沒有時間，通常要到現場教學才會在下一一次修正。

	
館員自館內帶來蛇類給學童看	讓學童模擬蛇的移動
	
讓學童畫下所觀察到的蛇	科學方法所使用的教具-樂高

### 3.第三仲介者型態-以芝加哥科學教育處主辦之「E2SP」計畫為例

主辦單位：芝加哥教育局科學教育處

活動名稱：小學科學教育夥伴(Elementary education science partnership，簡稱 E2SP)

教師工作坊

活動日期：99年10月28日、99年12月9日

目的：因伊利諾伊州四、七、十一年級有全州科學檢定測驗，教育當局希望能提升幼稚園至三年級的科學教育，透過科學博物館結合科學課程，提升教師教科學的信心而提供學生更好的科學教育品質。

對象：芝加哥公立小學

費用：經費由企業贊助。教師免費。若有開分享會，將另外付鐘點費給教師。

特色：

本次計畫是由芝加哥教育局科學教育處統籌，一方面結合四個博物館(費氏博物館、佩姬·諾特保自然博物館、芝加哥兒童博物館以及林肯動物園)合作，合作博物館聘請一名專案人員設計科學結合博物館教案等，計畫共有四個單元每單元實行 10 週，博物館人員會仔細培訓並在工作坊中示範教學其中 2 個課程教案，另 2 個課程由教師參考資料進行教學。一方面尋覓適當的合作學校，由學校校長提出申請，最後以最急切需要提升教師科學素養以及科學檢定成績狀況為考量標準。一旦該校參與此計畫，幼稚園至三年級全體教師都要參加此培訓、雙語教師或特教教師不限年級皆可參加。大部分教師都有一年以上教學經驗，較能結合課程。

特別的是，此計畫中有一位橋梁人物進行溝通協調，其為具 25 年小學經驗、10 年大學經驗之退休教授-艾洛琳(Arlene Hambrick)，由她尋覓適合的合作學校、聯合博物館並參與教材設計。博物館教育人員每周開一次會，設計課程與修正。另外，此計畫與西北大學合作，提供教師訓練。西北大學提供領袖教師培訓，可以認定相當的學分，參與學分認定的教師須負擔部分費用。大學所提供的課程內容為提升科學知識並提升教學能力。

此工作坊提供免費教師培訓、教材、兩次免費的校外教學(至不同博物館)、補助交通費用，並提供參與教師公假與研習時數。給予教師四次全天的訓練，內容包含科學知識內容、科學教學能力、如何結合展品。引導教師設計博物館前中後課程，例如讓教師親自到展區使用學習單，回來進行討論，並設計自己的校外教學時刻表等。工作坊之後，每學年會舉行一次各年級會議，集合十間全部參與的學校教師，依年級分開聚會。在同年級教師的聚會上，來自不同學校的教師分享他們自己的成果，可能是短片、學生作品、照片、校外教學收穫等等，並讓教師分組討論已設計好的題目，回顧這學期中所進行的課程中，學生應用了哪些科學學習技巧？哪些是學生最熟悉的？ 哪些是學生需要更進一步練習的？哪些學習技巧是你預期下個階段可以達成的？以及教師認為下個階段這個課程可以如何協助教師？從這些討論中，教師被有更多激勵與學習，且直接輸入電腦，進入網站，可以知道別的教師如何改進他們的教學以及學生的回饋等

另外還有跨年級聚會：在此聚會中，同校參與此活動的教師集合起來，由領袖教師及何安排，帶領教師如何發展校本主題，每年會舉辦四次。

此計畫透過：教師本身進行教學反省、困難修正。做焦點團體、校長問卷、個案研究、課室觀察、博物館員訪談來進行評鑑。參與計畫的學校校長每年聚集三至四次，給予校長討論的主題與平台，例如如何進行教師評鑑、對此計劃的期許、教師的反應等等。艾洛琳與管員每年會兩次拜訪各校校長，了解透過此計畫該校的學生教師表現如何。

博物館與學校的文化背景本來就存在著差異，在整合協調上本來就會出現許多實務面的問題。此計畫目前面臨的挑戰在於，因通常是校長申請此計畫，教師未能了解而造成一開始參與的低落意願，研究者在參與費氏博物館舉辦的三年級礦物課程時發現，因教師非自願參加，比較沒有熱情，有時會在下面改作業，但有些教師也是有熱誠的。在計畫的後半年因教師較熟悉此計畫，且發現此計畫使

其對科學教學有些助益，才慢慢減少抗拒。另外，不同教育人員(館員或合作大學的教授)對專有名詞的定義，如什麼叫「探究」須先定義清楚才能同心設計課程。再者，此計畫的目的究竟在教育教師還是教育學生？做法常常要討論。另外，與西北大學合作時，如何將硬生生的理論化為對實際有幫助的內容，需要有第三者協調博物館人員不是單想到博物館；大學不是只想到理論等等。研究者發現，此方案與其他方案不同且難能可貴的地方在於有可以連絡博物館與學校雙方的第三者，此關鍵人物促使了密切館校合作關係的可能。在臺灣的教育界中，是否也有這樣的人才，在兩個領域皆有理論的背景與實務的經驗，可以聯繫雙方並整合資源，發揮雙方特長來協助學生學習？



同年級教師聚會



礦物教師工作坊

#### 4. 教具箱服務-以費氏博物館「Harris Educational Loan Center」為例

進入費氏博物館之教具箱中心，即被上百種的教學實體、視聽資源箱所震撼。自 1911 年以來，費氏博物館提供真正的文物和標本給當地以及偏遠地區的學童，並在過去的 100 年成功的教育、啟發幾十萬名學生。哈里斯教具箱計劃是一個寶貴的教育資源，當學童無法來到博物館時，教育箱裝載著博物館資源進入教室或自學家庭中，讓遠處的學童也可以獲取教學資源。該計畫提供四種類型的教學媒體的選擇。

- (1). 標本箱：近 900 個立體標本箱（24 吋高，22 吋寬，7 吋深），呈現出植物和動物在自然環境中的模樣，栩栩如生的生物，讓你無法想像它已有百年的歷史。標本箱的側面都有隱藏式的標籤，註明標本的基本資料。
- (2). 體驗盒：中心收集超過 70 個不同的主題，經設計後，這些可攜式收藏的文物，複製品，標本，和許多其他資源提供了學童的各種學習經驗。其主題分為：文化，生物和地球科學等三大類。
- (3). 視聽材料：視聽材料包括幻燈片、DVD、電影與錄音帶等。
- (4). 兒童圖書：超過 100 種與主題相關的兒童圖書可供借用。

教師需負擔一年三十元美金的會員費，可將教學資源箱借出三個星期。據統計，目前約有三百位教師會員。通常教師借出教學資源箱之後，其他教師發現此



教學資源的便利性與豐富內涵，便會再成為博物館的會員，進而利用此項資源。除費氏博物館具有教育箱服務，雪德水族館、佩姬·諾特堡自然博物館也在近年開發出類似的教育箱，其中包含主題教案、所需儀器、大型海報、視聽影片、相關書籍等資料，提供教師借用。

在參觀完費氏博物館的教學資源箱中心後，實在非常羨慕該地區的教師具有此項強大的資源庫。在台灣的教學環境中，除教科書廠商提供平面海報以外，教師幾乎都需要自行預備教具或標本或是視聽材料。以生物科為例，當討論到動植物分類的課程，只能倚靠教師平日蒐集的標本給學生觀察。近年來，廠商雖提供相關視聽材料，但在標本、實體、模型等教具上仍顯缺乏。這些教師難以取得的教學資源，在博物館有可能相對容易取得，若能將博物館的收藏以複製的方式，加以相關教案的擴充，提供教師借用，相信將對教學現場的教師與學生提供相當大的幫助。

	
<p>資料豐富的教具箱內容</p>	<p>已有百年歷史的標本箱</p>
	
<p>人類學教學資源箱</p>	<p>教學資源中心工作室</p>

#### 四、校外教學觀摩個案觀察

當地中、小學校教師如何密切結合並落實結合博物館資源之課程？無論美國或台灣，學生接觸博物館最主要的管道即是校外教學。所以若欲回答本問題，則必須覓得有博物館合作經驗、研究期間進行舉辦校外教學並同意研究者進行實地觀察之理想合作教師。雖須具備多重條件，在透過博物館教育人員、私人關係、IIT 合作學校多方努力聯繫之下，本研究終於得以觀察到四位合作教師，但因校方

或時間距離之限制，部分未能觀察到之處則邀請教師進行訪談方式補充。為考量個人隱私，以下個案教師姓名將以代號取代。以下校外教學觀察，將自教師與校方背景、校外教學前置課程、校外教學現場、校外教學後課程進行報導。

#### 1.校外教學觀察個案一：

##### (1).教師與校方背景：

A 教師已任教 25 年，其任教於私立蒙特梭利學校，該校位於芝加哥市中心，距博物館車程為 20 分鐘，家長皆注重孩童教育並全力支持學校，學生素質良好。A 教師活力充沛，充滿教學熱誠，重視學生創意並認為博物館可讓學生將所學轉化為所知，並高度重視博物館環境帶給學生的正面影響。其曾參加過博物館所舉辦的教師工作坊，對舉辦校外教學之費氏博物館展品非常熟悉。於開學前已自行前往展場參觀兩次並構思此次校外教學。因為私立學校，課程與分班較不受到限制，觀察班級其為跨年級分班，此班級學生包括 1~3 年級，約有 18 人。A 教師設計校外教學課程時，參考資源包括博物館網站提供之教學資源、相關書籍以及個人經驗。對 A 教師而言，使用博物館資源時沒有困難，學校方面亦全力支持。

##### (2).校外教學前課程：

A 教師選擇大滅絕為課程主題，恰好可配合費氏博物館之「演化」展示廳。在校外教學前二周，即開始介紹地球誕生、生命起源、古生物等相關主題，並讓學生設計小書，自行尋找將有興趣之主題資源並做成紀錄。

##### (3).校外教學當天：

A 教師與另外兩位輔助教師帶領 18 位孩童至費氏博物館進行參觀，學生皆有教師自行設計的學習單。至展場中，A 教師不假館員解說，自己從頭至尾講解展示品。因孩子年紀幼小，故兩位教師幫忙維持隊伍並協助引導。講解時，A 教師不時以聲音與動作吸引學生注意並且結合展品、展廳多媒體(大螢幕影片、互動式短片)，引導學生回想課堂上所教過的內容。其設計之學習單主要讓學童描繪不同時期古生物簡單型態。展廳說明大約進行 60 分鐘。學童反應良好，並能在指定的時間內完成學習單。

##### (4).返校後之複習或評量

A 教師於後續課程中加以複習加深學生印象，其要求學生完成其研究小書，並讓學生發表其所研究之主題以之作為評量學生學習之方式。



## 2.校外教學觀察個案二：

### (1).教師與校方背景：

B 教師已任教 9 年，其任教於 M 公立小學，該校位於芝加哥郊區，距博物館車程為 60 分鐘，家長注重孩童教育，學生素質良好。B 教師原本並沒有與博物館合作，但在參加過雪德水族館在加勒比海所舉辦之巴哈馬教師遊輪研習營之後，轉變為水族館熱愛者，高度肯定博物館對學生轉化知識的正面刺激，並認為這些經驗對學生是無價的，投入參與館方的活動並積極使用博物館資源、樂意並主動與博物館合作，迄今已有三年。她主動利用博物館之線上資源、參加水族館或博物館的教師研習、教師之夜從中得到更多資訊。其所帶領的班級為四年級加強班，學生人數 36 人。其設計校外教學課程時，參考資源包括博物館網站提供之教學資源、個人實施經驗。對 B 教師而言，籌辦校外教學的困難為要花費許多時間在籌畫整個流程、聯繫其他教師、與自願服務之家長接洽等。在此過程中，校方亦給予肯定與支持。其除使用水族館外，另外也帶學生到科學與工業博物館、Morton Arboretum 森林保留區等，積極使用非正式教育資源。這可能與 B 教師認為教師在與非正式教育資源間的關係中，應成為一個課程結合者有關。

### (2).校外教學前課程：

教師結合四年級動物適應、行為，配合課程教授 animal echogram 在校外教學中使用此技巧來觀察企鵝。教師表示從水族館的活動中知道這個觀察法，並覺得很適合學生使用。B 教師在校外教學前兩天，介紹觀察法(每 30 秒紀錄一次動物的行為)、並舉出水族館紀錄白鯨的實際例子，接著在課堂中播放海底總動員的其中一段，讓學生先預測行為並試著記錄。跟學生說明當天會有那些不同的角色：觀察員、紀錄員、計時者等

等，並詳細說明各角色的操作細節。練習結束後，說明當天行程並提醒學生穿著可以拉起袖子的衣服，觀察結束要到探索區活動。下課前，投影出水族館地圖，並告訴學生有哪些地方值得參觀。B 教師十分熟悉水族館資源並地理位置、結合先前經驗為學生先挑選適合的觀察對象，並提示許多細節以及告知學生參與活動的方式與適合衣著，運用自如並把課程完全與水族館資源緊密結合。

緊接著第二堂課，B 教師使用水族館的「密西根湖生態」教材箱、與食物鏈課程結合，同時也讓學生知道參觀當天可以去看哪些區域。

### (3).校外教學當天：

B 教師將學生分為 6 組，每組六人，交由陪伴家長及實習老師帶領，自己也領一組學生。觀賞完海洋秀之後，帶領學生至企鵝觀察區，發下所需之表格、計時器，讓學生開始觀察紀錄，教師在旁提醒指導。觀察結束，教師帶領學生到展館進行 10 項展缸探索。針對其有受過教師研習訓練的物種，教師會給予相關解說。

### (4).返校後之複習或評量

B 教師於校外教學當天，回到學校將學生的動物行為紀錄表格後轉換為餅圖及統計圖，讓學生討論各組觀察情況以及歸納結果。其後在遇到相關課程時，B 教師會再提醒學生所經歷過的經驗。

	
教師撥放影片讓學生練習紀錄法	教師使用淡水食物鏈教學資源箱



學生在水族館內實際觀察記錄



教師解說學生提出的問題

### 3.校外教學個案觀察三：

#### (1).教師與校方背景：

C 教師已有 3 年教學經驗，為三年級教師，平時沒有時間結合博物館合作，但因學校參加 E2SP 計畫，因此開始進行相關課程並舉辦校外教學。該校位於芝加哥市中心以南，位於中國城內。學生背景約九成為中國移民，學生大多講中文或廣東話。C 教師為第二代美國華僑，不諳中文，僅會一點點廣東話，因此與學生之間語言溝通尚有困難。學童年紀較小，因科學教育涉及許多專有名詞，故在教科學上有一定的難度並可想見課堂的混亂。

#### (2).校外教學前課程：

C 教師按 E2SP 計畫的指示，運用教科書相關教材箱，但因對課程熟悉度不高(每年僅教授一個班級)，且常因學生語言隔閡延誤課程進度，以致到校外教學前一天，還未達成應進行的進度。校外教學前置課程，C 教師發下 E2SP 計畫所提供的學習單，按教師手冊的指導，告訴學生隔天的任務為何，花許多時間解釋並讓學生了解她的意思後將學習單收回，即結束課程。

#### (3).校外教學當天：

C 教師將學生分為三大組，讓學生隨著時間安排進入不同展示廳，指導學生按作業單上的指示與要求進行觀察、繪圖，但未對展品加以解說。有些學生誤解了學習單的意義，此時教師並未加以指導。在校外教學的尾聲，集合所有學生將此次校外教學的主要知識內容簡述了一遍。

#### (4).返校後之複習或評量

C 教師於校外教學當天，收回作業單，簡單提示一下與課程相關的部分，但沒有給予更多深入的指導或針對某主題的引導。



#### 4.校外教學個案觀察四：

##### (1).教師與校方背景：

D 教師已有 5 年教學經驗，為 7 年級教師，班級人數為 27 人，學校著重數學與科學教育，並與 IIT 合作進行教師培訓等。一周有 10 堂科學課程，並每個月都會舉辦一次校外教學，前往的目的的包括：植物園、戲劇院、歷史博物館等不同領域的非正式教育機構，學生接觸非正式教育資源的機會很多，但因此讓教師較沒法針對某一間博物館進行結合，僅有原則上的利用，因各領域時間安排先後的緣故，學生還未累積足夠的先備知識。且因每個班級都需要教師陪同，所以帶學生至科學博物館的不一定是科學老師。

D 教師平時教室管理有素，平時即要求小組實驗、動手操作等，此班級學生學習動機中上，為較能自我學習的班級。教師選擇科技博物館 (Science and Tech Museum) 的主因為展品絕大部分為動手操作，且展品不會有太多說明，可以讓學生在操作的過程中自行思考，展品也維護完善，每個展示都有手動的部分，也都能正常運作。

##### (2).校外教學前課程：

教師表示，去年因校外教學安排時間較晚，其利用投影片先行講解指派學生任務，但今年因科學類校外教學較進行課程早，所以學生僅接觸基礎化學(原子、電子、化學元素等)，而與大部分展品相關的物理學，則是在 6 年級有接觸過。D 教師在校外教學前一堂課進行將了不同元素加在一起的實驗，此連結了校外教學當天所進行的化學實驗室課程。

(3).校外教學當天：

當天出發前，D 教師發下自行設計的學習單，告訴學生要進行探索的紀錄，並將其中的原理和應用的原則記錄下來。到館後，學生先進行博物館提供的一小時化學實驗課活動。由館員擔任解說，示範四種化學反應並做簡單講解。分組坐個人測試酸鹼度。接著 D 教師安排學生兩兩分組，互為觀察者與紀錄者，並要求學生找出 15 項展示的內容主題、其中的原理以及所經歷到的是否支持內容。讓學生進入展場自行體驗探索兩小時，教師隨機給與學生指導。教師將較強與較弱者排在一組，預期可透過小組同儕協助學習。D 教師於回程前，收回作業單。

(4).返校後之複習或評量

D 教師回到學校後沒有進行複習。教師表示在之後的課程中，若有相關的部分再進行提示解說。訪問教師，若有配合課程，就會提出他們有接觸過的展示品，使他們更有印象。有些關於物理的原則，在 6 年級有先提到一點。但因展品涵蓋內容太廣，不一定能全部都在學校複習到。



行前課程-小組討論



行前課程-化學酸鹼實驗



博物館實驗課程-酸鹼殺手



學生體驗原理並記錄過程

個案觀察心得：

從四個與博物館合作的教師個案身上可以發現，與台灣多班進入博物館、由旅行社專員負責解說的情形不同的是，美國教師須自行設計校外教學內涵，因此教師必須主動成為課程的規劃者。教師本身對博物館的熟悉度、動機會決定博物館資源進入教室的程度。教師對博物館資源越熟悉、對課程教材掌握度越高，則教師越得心應手，學生也能被帶領進博物館知識的殿堂中。教師對博物館的運用度可能是透過研習課程、推廣活動以及本身的喜好，另外，若能讓教師進行自主課程，則教師具有更大的空間發揮結合資源的潛力。

學生對校外教學的態度並非如台灣學生，視為玩樂放鬆的機會，反而習慣視博物館為學習的場所，進到博物館內，拿出學習單和鉛筆做在展示櫃前記錄、繪圖是很自然的表現。從觀察的學生團體中，研究者發現學生在校外教學前的預備狀態，也會影響其在校外教學現場的表現。若在出發前，有組織、有目的的訓練學生需要的技能與提醒他們應先注意的事項，即使是國小低年級學童，也能井然有序的完成教師指定的工作。這使得學生真正在校外教學中學到蘊藏在其中的知識，而非走馬看花、應付學習單了事而已。

另外與台灣學校團體參訪不同的地方是，因博物館要求 10 名學童須有一名成年人陪同，這也減低了教師管理秩序的壓力，並且教師事先與陪伴家長聯繫說明校外教學注意事項，包括家長可以如何協助、學童可以去哪裡參觀或不可以到哪裡去等等，使家長也可成為校外教學的協助者，讓學童可以在小組中學習，減少因大班人數過多，造成蜻蜓點水式匆匆一瞥的機會。



## 肆、結語與建議

從國外的科學教育一直到國內的科學教育，不難發現國外對於博物館的資源利用是有比較多的推廣，不管是第一線的教師或是提供資源的博物館，兩方面皆有一定程度的接觸，反觀國內現況，對於博物館本身由於受限經費等問題，博物館似乎有志難伸綁手綁腳，而對於國內教師而言，由於現行的教育環境使得老師們想在努力也是徒勞無功，茲將相關討論與建議如下

### 一、館務推廣：

教師不了解對博物館教育資源為何一直是造成學校與博物館之間鴻溝的來源。如何拉近學校與博物館之間的距離，成為重要的課題。對此方面的建議包括：

#### 1.於學年初舉辦教師之夜：

博物館可嘗試舉辦”博物館教師之夜”研習活動，使教師了解博物館提供之教育資源有哪些，並提供平時教師無法得到的教育資源。舉辦時機可選在上學年初，約10月左右，此時學校已開學，教師經一個月的調整，班級慢慢進入軌道，此時給予相關的資源也可使未來的一年中，提高教師使用資源的機會。

#### 2.於新進教師研習時，設立博物館教學資源小站

每年皆有許多優秀的新進教師進入到科學教育領域來，因此每年皆能夠為學校注入新的能量，由於新進教師較具備教學熱誠與學習動機，在教學上能夠接受較為新穎的方式，以及使用較多的資源，並因較無教學經驗，正需要來自他人的協助，所以博物館亦能充分掌握此點，當新進老師參加研習之際，走出既有的館際空間，主動的往人群移動。博物館可以藉暑假各縣市為新進教師專門舉辦的新進教師研習時，在會場上設置博物館教學資源攤位，主動的告知新教師們，目前博物館可以提供什麼樣的資源，或是目前的特展為何，以及可以在現場以意見函的方式發送給現場教師，老師們可以利用電子郵件或是當場填寫的方式來給予博物館回饋，而同樣地，博物館也能夠在現場立即的得到第一手資料，當然如果現場有任何疑問之處，博物館館員也能夠在現場即時回應老師們的需求問題。

#### 3.口耳相傳

透過實際使用館藏教育資源的教師，提供他們長程目標，邀請其擔任教師研習的講員，透過實際案例的分享，吸引更多教師投入館校合作的行列。

#### 4. 博物館利用教育的推廣

博物館擁有許多資源，但卻不知道該如何推廣出去，學校需要博物館的教學支持卻苦無管道，也許透過博物館的利用教育，可以使得學校更加認識博物館，博物館也更能進入到學校當中，從學校方面來看，學校除了以校外教學的方式參訪博物館，也可以要求學生每學期必須要參觀博物館多少時數，並且繳交相關報告，甚至是列為學生日後考試升學的分數依據，從博物館方面來看，可以事先準備實用的小冊子，或是學生可能感興趣的展覽，當學生實際到館之際，透過互動的情境方式，讓學生對科普產生更多的興趣。不僅如此，學校也能夠邀請博物館館員到學校的教室當中授課，也許是告知博物館現有的資源與能提供的教材，也許是老師與博物館館員合作，要求學生要到博物館中尋找特定的館藏資源，藉由此種方式讓學生能有機會進到博物館使用資源。

### 二、提供實用的教師研習

博物館內的資源與教師所需的資源可以如何整合呢？對第一線的教師而言，他們了解學生的迷思以及本身所需要的教學資源；對博物館館員而言，他們對館內可用的資源很清楚，但因缺乏互相的了解而難以接受應用，故博物館所舉辦的研習會往往與教師所需的研習會大相逕庭，如此則會造成兩方面的資源浪費。若希望透過教師工作坊等方式推廣應用，那麼需要在事前投入大量的精神、人力、物力資源進行規劃，設計出符合現場可用的教學活動。若經費許可，提供教師所需之器材、相關支援，甚至是校外教學交通補助、公假補助。國內已見海生館有類似計畫，結合課程與水族館的展品。透過符合現場實際需求的工作坊，才能銜接學校方面的需要，而這樣的教師研習能吸引教師參加，並且願意花時間投入參與。另外，可以嘗試設計客製化的研習活動，無論是博物館本身先規劃一些主題，或由學校教師提出所需的研習內容，與博物館聯繫後，協調出適合的研習內容，便能更切合教師實際的需要。

### 三、人力資源的新能量

美國教師職業不如台灣，社會地位不高也較不穩定，並且教學常與挫折，在教職的 1~3 年間，是教師流動最大的時期。所以常見有流浪教師從事其他工作，如所接觸之許多博物館員具備教師資格，且擔任過教職，大多是 3 年多的學校教學的經驗，這樣的背景有利於課程設計與結合，並且成為跨領域的平台。觀台灣之博物館人力背景，博物館館員較少具備教育現場的經驗，因此博物館所設計出的研習內容或教案，與教師所需要的會有相當的落差。

建議不妨在館員人力的選擇中，尋找具教師教學經驗，如代課教師或超額教師等進入博物館界，促進館方與校方的接觸與融合。除館員之外，當有博物館與校方合作計畫時，不妨尋找同時具備教育現場經驗以及博物館經驗的人做為連絡的橋梁，例如擔任博物館義工的退休教師作為課程研發或聯絡校務的協助者。

#### 四、展品與學校連結

從國內教育環境來看，學生們的科普教育大體上來說，幾乎是侷限於紙本式的教學，原因不外乎是老師難以取得所需的教具或不知有哪些可用的器材，另外準備所需的教具占太多時間。但若是博物館有類似單元套裝的教具教學箱，以使用者付費的概念，老師們透過事先的預約租借，將所需要的教具運送到學校當中，則學校老師可以減少預備的時間，博物館也能夠有額外的收入，並且也達到推廣之目的。設計教學箱可以提供教師或學校借用，供教師教學與學生在課堂上觀察使用。博物館將展品出借並提供課程教案、活動手冊、學習單、教具、海報、玻片標本以及一些平常教師難以取得的樣本等，這都會大大提升教師借用的意願。

#### 五、結合學校課程

如佩姬·諾特保自然博物館所提供的「科學在轉角」方案，由博物館教育者直接進入現場與教師合作，提供必用的材料並提供教師研習的機會，實際結合博物館資源，提供最直接的協助。但不可諱言的，要提供此方案需要大量的人力與經費投入，以目前台灣博物館必須經費自籌與學校經費狀況，較難普遍推廣，但若針對資賦優異或對自然科學具高度興趣之學生班級，則可嘗試與之合作，且特殊班級之課程較為彈性，易較容易將學生帶入博物館中。

#### 六、建立博物館與教師之間的平台與橋梁人物

為了避免博物館與教師之間各說各話，兩兩皆不知道彼此之間所做的努力，也許透過一定的平台機制，讓兩方意見能夠清楚的表達出來，而這個平台或許是電腦的網路平台，讓兩方意見透過類似的討論區來加以討論，也可能像是一個研討會在當中透過類似工作坊的討論與意見交換來增加認知，當然也更可能像是以學會的方式，透過學會這樣的學術機制將兩方意見定期的加以整合討論，如此對於國內的科學教育也有一定程度的助益。

另外，若有在兩個領域皆有理論的背景與實務的經驗的教育人才，其可以聯繫雙方並整合資源，發揮雙方特長來協助學生學習，相信能成為館校合

作成功與否的重要關鍵。

## 七、成立教師資源中心

教師資源中心的設置可有效的解決教師資源利用的問題，可從硬體以及軟體兩方面來著手，硬體部分可以增加教師可以使用的教具及可利用的資源，例如可連接網路的電腦、網路印表機、掃瞄器、影印機、各式可互動的儀器設備、顯微鏡、放大鏡、地球儀等等資源，至於軟體方面博物館可利用現有的館藏資源加以精緻化，例如可以以單元為主題，每一單元皆有一張清單明細，告知若需要用該資源的教師，需要準備的資源查核表，而所需要的資源也必須要能夠在該中心找到，而且博物館也可以提供每個單元的教案，讓教師在教學上有更多的選擇，甚至是提供所需要的講義範本，另外博物館也可以輔以其他的軟體資料像是國家地理頻道、探索頻道等非書資料，供科普教師在教學上使用。

## 八、研習學分的認定系統

目前教師在進入職場後，亦會選擇修讀碩士課程。若博物館能與大專院校合作，將研習內容認定為修讀學分，使教師在研習時亦可獲得學分認證，將提升參與教師研習之意願，若開設博物館教育資源利用等課程，亦可結合修課教師投入教案設計、教師手冊編輯等，可達雙贏的目標。

## 九、博物館研究單位的聯結

博物館的研究單位不斷產生出最新且經驗證的資訊，若能將研究成果整合，放置在網路平台上，與教育者分享，將圖片、影片或最新資訊提供教學使用，將成為一個強大的教師教學資源。另外，在博物館研究單位中，若能設立教學問題解答，亦可協助現場教師將最清楚的資訊在第一時間傳遞出來，嘉惠學子。

博物館與學校是天生的夥伴，除了提供互補的經驗之外，也結合了二種學習的語言-課堂的語言文字與博物館的物件；二機構的教育人員也呈現出二種不同的專長-課堂教學方法與視覺學習技巧。以豐富的夥伴關係將二者結合在一起，能提供學生想法、發現、挑戰與歡樂。這樣的夥伴關係，值得好好的發展與維持。

(Sheppard, 1993, 引自于瑞珍)

沒有教育人員，博物館中將只有失去靈魂的物品而已。

(引自漢寶德，1990)

承上可知，中小學科學課程與自然科學博物館結合是提升我國科學教育的優質管道，透過本研究更深入了解美國當地學校與科學博物館間之互動，加強了解教師如何融合科學課程與博物館資源，歸納其合作模式、實施措施、教師之教學

策略、課程設計、實施過程等內涵，蒐集更完整的合作範例，以期提供國內博物館與科學教師作為實施博物館教育與科學教育融合之循例與參考，縮短博物館與學校距離並協助教師實際利用科學博物館豐富資源，提升我國學子之科學素養。

出國報告（出國類別：考察）

## 美國國家科學教師協會- 巴爾的摩地區會議報告

服務機關：新北市立福和國民中學

姓名職稱：簡芊卉 教師

派赴國家：美國

出國期間：99年11月11日至13日

報告日期：99年2月20日

## 摘要

本研討會是由美國國家科學教師協會(National Science Teacher Association, 簡稱 NSTA)所舉辦。為了解美國科學教師如何獲得教學資源、如何分享資源以及最新的科學教育發展,並了解巴爾的摩水族館如何進行科學教育,故安排此次觀摩實習。此次觀摩內容包括透過互動遊戲的方式來探討遺傳以及演化的單元。參訪巴爾的摩水族館,瞭解科學在水族館設計上的應用。透過線上教育資源簡介來瞭解學生可以尋求的資源以及可尋求的答案。透過互動的教具來認識染色體及其差異。利用芹菜蒸散實驗做探究教學。利用人造血液融入數學與物理學。最後觀摩利用博物館資料庫進行科學研究(科學展覽)之個案。包羅萬象的會議內容,讓與會者受益良多。

## 目次

壹、目的.....	p.5
貳、實習觀摩過程	
一、會議第一天 .....	p.5
二、會議第二天 .....	p.8
三、會議第三天 .....	p.10
參、心得與建議 .....	p.12



## 壹、目的

本研討會是由美國國家科學教師協會(National Science Teacher Association，簡稱 NSTA)所舉辦。美國國家科學教師協會，成立於 1944 年，總部設在弗吉尼亞州阿靈頓，是世界上最大的科學教師組織，其致力於促進卓越和創新的科學教學和科學學習。美國國家科學教師協會目前具有六萬多名會員，包括科學教師，科學監事，管理人員，科學家，商界和工業界代表，以及其他有關人員並一起致力於科學教育的發展。

該協會的目標在提倡科學教育以及讓科學教育工作者和廣大公眾能了解國家大事和趨勢。美國國家科學教師協會收集來自全國的調查結果和報告，向國會提供關於科學教育相關的立法與其他問題之建言。該協會所關心的範圍包括學校的教師編制，實驗室科學，動物教室，實驗室安全，以及國民小學與中學之科學課程等。

為了解美國科學教師如何獲得教學資源、如何分享資源以及最新的科學教育發展，並了解巴爾的摩水族館如何進行科學教育，故安排此次觀摩實習。

此次研討會的地點位於馬里蘭州的海港—巴爾的摩。研討會的時間為十一月十一日至十一月十三日，為期三天。研討會的對象主要為全美科學教師，藉由研討會互動的模式，科學教師可以與現場的其他教師有更多的互動與討論，此外也能夠與其他資深的主講人做進一步的對話，期以藉著增加對話與討論，使科學教師對整體教學融入有更多元化的教材，並吸引學生對科學有更多的興趣。茲將本研討會三天議程內容記錄簡介如下。

## 貳、實習觀摩過程

### 一、會議第一天

時間：99年11月11日

本日參與的教學單元演示或講座

1.透過互動遊戲的方式來探討遺傳以及演化的單元，並且期望能使學生在互動間對科學引發興趣，並且使得教學更佳有趣。

2.透過參訪水族館的機會，瞭解科學在水族館設計上的應用，以及透過實驗的方式來瞭解烏賊的行為

1.第一個學習參訪的單元，主要為遺傳與演化的介紹。遺傳與演化單元因涉及許多專有名詞與機制，一直是生物教師公認最難教的主題之一。因內容抽象，往往學生對於遺傳與演化無法有立即性的認知與瞭解，於是需要透過一些適當的輔助來加深學生對於遺傳與演化的認知，本單原則是透過小組之間的互動遊戲來啟發學生對於遺傳與演化的認知，並且透過遊戲的競合使得上課之間的互動更顯有趣而不乏味。

首先介紹者先以 PTC 試紙拉開序幕，這是一種嚐了之後有苦味的試紙。有些人可以嚐出苦味，有些人卻不行，藉此跟學生解釋「性狀」這個概念，接著進入正題。此教具名稱為「外星怪獸生存戰」，其主要目的為設計一隻獨一無二的外星怪獸，兩人一組，分飾父母的角色，用丟銅板的隨機方式決定性狀特徵，再經由情境卡片淘汰，看最後哪一種性狀最適合該環境。由於每組所丟銅板產生的性狀特徵皆不同，產生出長相不一的怪獸。也因選擇到不同的情境狀態，而有些怪獸適合生存，也有些會被淘汰。透過活動的進行，更能瞭解到何種性徵的怪獸較適合存活在環境當中，因此可以引入演化的概念。（加入兩到三張的照片說明）

以這種方式來介紹遺傳與演進是相當的有趣的，然而反觀國內的教學環境，目前國內較無此種互動性較佳的教具，也因為如此學生對於較抽象的單元往往也只能憑著想像的方式來瞭解，或是只能停留在書本背誦式的教學當中，使得對於科學的認知限於平面，實在可惜。

2.第二個學習參訪的單元，主要是在參觀巴爾的摩水族館，了解水族館幕後的工作以及如何結合生物教學。首先介紹水族缸的設計與裝置，由於水族缸所要承載的水量的壓力各有不同，於是在水族館開館之初，便要透過精密的計算來瞭解水族缸需要多少的水，以及可以承受多少的壓力，這一切都需要非常精密的數學計算，不單單是如此，每個水族缸所展示的海底生物也必須要透過專家學者來加以建議，而不是沒有原則性的無亂放置，此外由於每種海底生物所需要的食物也各有不同，因此水族館的動物專家們也為動物們設計出專屬的食譜，透過專屬的食譜，動物能夠獲得最好的養分。

此外在水族館的參訪當中，教師參與了解剖實驗，透過實際操作，來讓與會者更多的瞭解到生物的構造及其行為，此次是以烏賊為主，著重在發現普遍隨手可得的生物，竟有這麼奇妙的構造與功用。活動包含取出軟骨，以及取出烏賊特有的特徵之一墨囊，利用軟骨沾墨汁書寫於紙上等。

而在解剖的同時，透過照片以及影片的方式，來介紹烏賊的身體構造以及烏賊的行為。國內的生物課程，雖然也有相類似的解剖課程，但是受限於教育經費、環境等因素，往往學生較難親自以解剖刀來加以實驗，多為老師自己操作。教師其實可以在介紹軟體動物-烏賊時，加入此課程，並鼓勵學生前往水族館實地觀察烏賊的行為並加以記錄等。

	 <p><b>For Calypso:</b></p> <p>Engage all hands to make and after feed and record weights on weighing scale</p> <p><b>Materials:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 heads Romano lettuce</li> <li>• 2 heads Green Leaf lettuce</li> <li>• 1 cabbage (cut into quarters)</li> <li>• 1 green pepper (chopped)</li> <li>• Place all items in green mesh bag</li> </ul> <p><b>Afternoon:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 heads Romano lettuce</li> <li>• 2 heads Green Leaf lettuce</li> <li>• 2 Brussel Sprouts</li> <li>• Place all items in green mesh bag</li> </ul>
<p>外星怪獸生存戰-怪獸展示</p>	<p>量身定製的海龜食譜</p>
	
<p>烏賊解剖</p>	<p>水族缸幕後展示</p>

## 二、會議第二天

時間：99 年 11 月 12 日

本日參與的教學單元演示或講座

1. 透過線上教育資源簡介來瞭解學生可以尋求的資源以及可尋求的答案
2. 透過互動的教具來認識染色體及其差異
3. 利用芹菜蒸散實驗做探究教學
4. 利用血跡融入數學與物理學

1.本日第一個學習參訪單元為線上教育資源的簡介，其中包括線上遊戲、線上資料庫，而線上遊戲是以 BLOG 的方式來呈現，學生可以藉由瀏覽 BLOG 的網頁可以進入遊戲當中，並藉著回答遊戲的問題，來更深入的瞭解科學，而幾乎所有的答案皆能透過 BLOG 的瀏覽來找到，不僅如此，當學生在有疑問時也可以直接在 BLOG 的討論區當中發問，而這時便會有 BLOG 的站長或是同時間瀏覽到並且有興趣回答問題的人，可以加以回答相關的答案。

就像當中的案例，有些時候有許多學生不敢在上課發問，或是害羞等因素，但是透過這樣的線上溝通模式，由於不用直接面對面的回應，減少了發言的壓力，甚至是在網頁上直接扮演起小老師的角色，並且之後在課堂上更能夠有信心發表自己的看法。

除此之外網站資源也介紹如何利用課文學科學，試圖瞭解當學生在閱讀課文時，如何能夠利用一些技巧例如找出關聯性、做記號、幫助學生整理思緒、將想的念出來並且連結新資訊，另外有介紹學生如何學會看圖表、瞭解各項數據的限制、對各現象解釋、定義、澄清迷思、問對問題、並且將自我形成概念、更甚至達到預測下一步的目的。

2.本日的第二個學習參訪單元為染色體的差異，由於染色體是一個無法直接可以透過雙手觸摸，或是直接肉眼所能看見的，因此需要透過一些教具來加以輔助，來幫助學生形成概念，利用特殊設計的磁鐵教具來模擬人的染色體，透過散亂的磁體，來讓學生自己找出同源染色體，並引導其是否發現跟正常人的染色體有何差異，最後教師可以說明所觀察到染色體疾病的相關問題。

3.使用芹菜的蒸散作用實驗，該實驗自存在台灣的生物教學課程中，然而此次作法是教師要求學生以小組為單位，各自上台說明芹菜的各部位功用，並且當開始蒸散作用時。透過對芹菜重量的測量、量杯中水分的多寡、比較各組芹菜的狀況，以引導的方式來激盪學生的想法與思維，並且要求學生對其他組別的解釋提出疑問，進而達到與科學之間的對話，來回答更多的疑問。

4.本單元使用血跡來開始互動實驗，先藉由血跡的形成狀態、大小、甚至是位置

來瞭解到運動中的血跡其移動方向及以及來量測相關位置與距離，並且輔以數學運算公式來幫助學生有更深入瞭解。透過情境的設計，讓學生興趣盎然，面對數學和物理不再恐懼。



線上教學資源與遊戲



芹菜蒸散實驗



找出同源染色體



模擬血液學習實驗

### 三、會議第三天

時間：99 年 11 月 13 日

本日參與的教學單元演示或講座

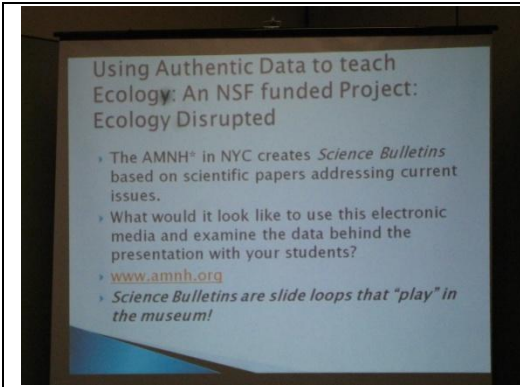
1. 利用博物館資料庫進行科學研究(科學展覽)。
2. 教具設計與應用

1.本日第一個學習參訪單元為博物館資料庫的科學研究，利用博物館的資料庫資源，來瞭解到自然環境的變遷，以次的參訪便是利用博物館先前所進行的研究來介紹自然與人之間互動的微妙關係，而該研究便是以紐約自然史博物館的河川、街道、地下水道等資料並且結合融雪灑鹽造成的鹽濃度變化，最後更甚是研究附近水體中生物受影響的情況。

該研究當中試圖瞭解自然環境的變遷，尤其是在河川、街道、地下水道受到鹽度所影響，由於美國紐約的下雪情形普遍，也正因為如此，當積雪太深的時候會以灑鹽的方式來加速雪的溶解，然而卻未注意到，當大雪融化後，這些鹽水則會隨著地下水系統流入到附近的河川裡，紐約附近的河川是屬於淡水系統，當鹽水流入時，必定會改變該河川的生態環境，淡水生物或將無法適應而面臨淘汰，這對整個環境而言是一大浩劫，如此生態將失去平衡。

反觀國內現況，似乎對於自然生態的反應未詳加查驗，而當生態發出警告時，往往已經太晚了，也許國內可以先從教育環境開始著手，從小將環境保育的觀念傳輸給學生，而學校的科普教育也可以在這方面多做努力，就像是每年都會舉辦的科展一樣，可以多思考如何在環境保護議題上，以及生態保育上多所努力，而像是國外這類大型的調查，往往也需要政府機構在後續支持，像是國內的國科會就是這樣的單位，透過資料庫的建立，使得學生可以更容易的與自己周遭的環境對話，也可以思考如何以科學的方式來加以改善。

2.本日的第二個學習參訪單元為教具的設計與應用，國外在教具的設計上往往是相當特別的，在設計之初便會實際的參與學生的概念形成，對於一些較難的概念，往往設計的過程也就更加複雜，例如設計 DNA 蛋白質等教具，而國內似乎只有出版商而已，往往所提供的只是教科書或是其他的參考書籍，對於解決學生在科學上的迷思往往不具幫助，或許是因為國內的教育環境的問題，導致對於教具的設計上面呈現一片空白之地，若是能有相關的補助或者是來自政府的支持，也許能夠對於教具設計以及推廣科學的方面有更好的成效。



利用博物館資料庫進行科學展覽研究



磁性 DNA、胺基酸分子模型



大腦教具



循環系統大富翁遊戲



解剖小豬了解哺乳類內部構造



NSTA 教育資源展覽會場

## 參、心得與建議

美國國家科學教師協會所舉辦的研討會內容包羅萬象，同一時間有十多場演講或展示同時進行，令人目不暇給，常常需要前一天晚上先將會議流程看清楚，選出有興趣的講題、看好場地與時間才能參與的到。會議中的講員皆是有備而來，並提供最實際的現場資料與作法，將成功的教學經驗提供給現場教師參考，在演講中，也可以發現與會教師接十分投入，不管是過程的參與或提出問題或與演講者對話，都可發現他們放開心胸、樂於接受他人建議與回饋的積極態度。除會議中包括的演講之外，數十家的教具出版商也設立了許多場次的示範與展演，大方的贈送與會者教具盒、書籍以及相關資料，例如免費的乳豬解剖、血跡實驗的套裝器材、DNA 與蛋白質構造器材、酵素實驗盒等。在展示的最後，通常還會提供摸彩，讓中獎者帶回最貴的器材，如整套的昆蟲飼養箱(含燈管、培養土、昆蟲)或是提供可供一個班級使用的數十套教材。整天活動參與下來，只能說意猶未盡，讓人還想多參加幾天。

在教師組織方面：對比國內科學教師的教學環境，極度缺乏類似的組織。為九年一貫設立的教學研究會常常流於形式上的討論，教師之間彼此交流的機會仍不多見。唯一讓研究者覺得有效率的交流，乃是教師間自行籌辦的分享會。其實教師之間仍需要類似的交流管道，才能在教學上更進一步，尤其是科學教師，需要大家集思廣益、蒐集能引導學生的例子或教學資源。若國內能有相關的教師協會，及合資源，提供教師多元的點子，將大大提升教學品質。

在教學資源開發方面：國內嚴重缺乏教具研發等機構，出版書商每年所提供的海報與教具大同小異，未能推陳出新，導致這些重複的海報最終都進入資源回收箱，實在可惜。若出版商能將教學資源做整合，提供教師更新穎的教學教具，相信能對教師教學更有助益。

在網路學習資源方面：優良的中文科普網站資源為數不多，一般呈現知識常的方式多為教條式、或填鴨式的公式背誦，若能設計一互動網站，使學生能夠在網站當中與其互動並且發問，更甚讓學生瞭解科學的本質、意義及定位，並且使學生在使用的當中可以自我尋找答案，或是尋求外界的協助，將提升學生問題解決之能力，並有利於科學之學習。