

2009 愛荷華大學數理教師專業成長課程 經驗分享

謝郁如、吳筱芸、許仁昭
國立屏東教育大學數理教育研究所研究生

郭碧祝
國立屏東教育大學數理教育研究所助理教授

緣起

自 2007 年開始，本所郭碧祝老師與美國愛荷華大學科學教育中心榮譽教授 Dr. Robert E. Yager 合作，連續兩年為屏教大附設實驗小學規劃辦理了兩屆美國科學學習營（ESPRIT2007、ESPRIT2008），從這兩個暑假的經驗，實際參與活動的附小校長、主任及學生家長們都覺得這個活動對學生不管在生活上或學習態度上均有正面的影響，不少家長頻頻詢問是否能夠繼續辦理這個海外暑期學習營。然而，從郭老師兩年的研究觀察結果發現，台灣方面參與的教師若無法在教學理念上與美國非制式科學教學有所認同，這樣的活動受惠的僅止於家庭環境有辦法提供參與海外遊學的學童，這樣的結果並不是郭老師和 Dr.Yager 所樂見的。為使更多的台灣學童有機會擁有愉快、充實的科學學習經驗，郭老師決定以 Dr.Yager 發展了二十五年，影響力遍佈美國、非洲、日本、韓國的”Iowa Chautauqua”科學教師成長課程為出發點，配合台灣教學需求並加入郭老師對當地資源的了解做課程上的調整後，規劃辦理教師專業成長營，提供台灣數理教師體驗美國科學教育改革經驗的機會。

在一次對所上學生的專題演講中，郭老師介紹了附小學生的美國科學營上課情形及美國科學課程的內容，這使得同時身為國小教師又是數理所研究生的我們心中有著想更近一步了解美國科學教育的想法。因此當所上與郭老師決定辦理「國小數理教師美國專業成長團」時，我們便馬上決定參加。身為郭老師指導的研究生，我們有機會了解到這個成長團並不是一

般校外教學或參訪可以比擬的，但是親身參與課程之後才清楚郭老師努力克服所有的困難一定要帶我們體驗 Iowa Chautauqua 的用心良苦。很多事，要用自己的雙腳走過、雙眼看過，才能有所體會，才會有更深的感動與內化。當初鼓起勇氣決定參與的我們希望藉由此篇文章將我們走過、看過與體驗過的經驗與感動與各位分享。

博物館的科學教育

這個部分並不屬於原先 Iowa Chautauqua 的規劃課程之中，有鑑於國內近幾年來博物館科學教育，包括台中科博館、高雄科工館、屏東海生館等的蓬勃發展，郭老師特地在行程中加入各類科學博物館的參訪，希望藉由比較不同的展示方式來思考各種表徵對於學童的學習有何影響。

Museum of Science and Industry

位於芝加哥大學旁的 Museum of Science and Industry 所展出的內容以科學與工業科技為主，售票大廳旁就是一輛歐洲大陸早期的火車，從整齊排隊準備親身搭乘與體驗的長長人龍，可以看出情境的營造對於成人與孩童均有絕佳的吸引力。展場內容安排和高雄科工館最大的不同，在於除了介紹科學知識之外，同時引入生活科技的應用與不同社會型態與年代的工業技術演進，例如在工業區有玩具工廠的生產線展示，在此家長可以帶著孩子親手製作陀螺，從為陀螺命名、挑選機殼、按壓鑄模到小零件組裝，除了將機械工廠自動化的流程完整、透明呈現在孩子面前外，讓孩子自己從單純的旁觀者轉換成為產品的製造者，親身參與整個製程，更能了解自動化工業的各個環節。另外包括現代化農業、交通運輸產業等的眾多展示，都在在呈現出和我們的日常生活中密不可分的科學與科技。除了展示的部分之外，館中也有小朋友最喜歡的數位互動區，例如遺傳密碼館，每位參觀的孩子都可以擁有一張個人化的 IC 卡，藉由載有個人資料的 IC 卡，孩子們可以將自己與館場內電腦互動的紀錄展示在螢幕上，藉由電腦遊戲的模擬來操作 DNA，了解 DNA 遺傳上的角色。另外最吸引小朋友注意的展示是生命館中的孵蛋箱，從完整的雞蛋到看著蛋殼上出現小裂縫，從破裂的蛋殼中伸出小小的喙到破殼而出卻羽喙未乾的小雞，一直到可以到處

奔跑且吱吱喳喳叫著的活潑小雞，即使是老大不小的我們，也不禁為之吸引，久久無法移開視線。



Museum of Science &
Industry

除了靜態與互動的展示之外，館內不定時會在某個角落出現由工作人員穿著白色實驗袍來與小朋友進行有趣的科學小遊戲，這讓讓我們體會到，炫目的教具和多媒體或許可以吸引孩子，但要真正讓孩子有所學習，人際之間的互動和引導也是重要的因素之一。

Field Museum of Natural History

位於密西根湖畔的 The Field Museum 是以自然和歷史為主軸的展館，大廳中央矗立著暴龍 Sue 的化石以及長毛象模型，直接點出這個博物館的特色。進入館中，我們首先選擇了地下一樓的古埃及展示館，這裡的許多展示都以觀覽者為第一人稱視角來呈現，因此這一區的入口便是長長的岩壁通道與四處散落的古物，讓人能快速進入情境之中。除了一般埃及展都會有的木乃伊和文物，這裡最特別的便是運用情境佈置，呈現出許多當時的人、事、物，透過問句呈現問題，讓觀眾運用所見的證據來想像、推理，同時也了解到考古學家探索古埃及文化的歷程：根據現有的證據推論，當

有新的證據出現，推論也會隨之改變。



另外一個主要展區－古美洲展館裏，各種維妙維肖的模型呈現出當時的生活。展館中依歷史演變的時間序，呈現出人類從冰河時期的種植、圈養與狩獵動物開始，逐漸演變為群聚、社群及文化的歷程。如同展場一隅的文字：「改變是過程，而非進階或是升級」，在展示中，館方強調的是歷史文化的變動性，而非正確性，這樣的展示理念和一般單純且直接呈現知識的科學博物館有相當大的差別。

我們發現，The Field Museum 的展示最主要的特色，是以「提問」代替許多的文字解說，用問題引導訪客思考，以 mind-on 取代 hands-on。參觀過 The Field Museum 使我們深刻體會到，用提問取代知識的陳述，確實能夠深化學生的學習；而好的提問，更可以刺激學生思考並促進其知識建構。相較於 Museum of Science and Industry，Field Museum 偏重科學與技術在不同時代的演進歷程，更能呈現科學與技術本質，難怪郭老師堅持要將 The Field Museum 列入參訪行程當中。

Nature History Museum of Iowa

這個自然歷史博物館隸屬於愛荷華大學，就在校園中心五棟地標建築物之一裡，規模並不大，展示內容以愛荷華州內的自然環境與歷史文化為主。特地在閉館時間來為我們進行導覽的解說員本身具人類學研究背景，在解說時，對愛荷華原住民的沿革部分有較詳盡的說明，也較能充分解釋展示中的文物發現與對當時社會的推論究竟從何而來，雖然館藏沒有芝加哥的 **The Field Museum** 豐富，展品的呈現也較為簡單、傳統，但解說員充足的背景知識與詳實的說明，足以彌補其中的差異。除了歷史文化，館中也收藏了許多哺乳動物與鳥類的標本，除了標本之外，也呈現出關於生物行為、身體結構、與環境間的互動等概念，頗具教育意義，是個「麻雀雖小、五臟俱全」的博物館。更棒的是，這個博物館是免費參觀的，而且如果有需要，可以預約免費導覽。



↑ The Iowa Children's Museum

⇐ Natural History Museum of Iowa

The Iowa Children's Museum

位於 Coral Ridge Mall 裡面的 The Iowa Children's Museum 相信是父母的最愛（尤其是愛血拼的媽媽們），只要有人幫忙看著小朋友，媽媽們可以安心購物，同時小朋友可以在玩樂中學習，再好也不過了。愛荷華兒童博物館是世界上數百個兒童博物館之一，這個非營利的兒童博物館設立的宗旨是希望孩子能在遊戲中學習，不需要有特定的目的，就是「玩」！館內每樣物品、每個展示、每個遊戲，都是開放式的探索情境，孩子可以發揮自己的創造力與想像力去碰觸、去使用，自得其樂。儘管沒有新奇的電腦資訊特效與互動，但是卻提供了更多創造力的發展空間。

在館長導覽過後，我們遇到活潑三姊妹，她們在布偶劇場即興自導自演起來，還和當觀眾的我們互動，比電視上的兒童節目還精彩呢！仔細想想，我們的孩子擁有這麼多的資源，卻還是很「無聊」，是不是缺少了這樣自由發揮的空間呢？

Mississippi River Museum & Aquarium

這個博物館是我們結束兩週在愛荷華大學的課程要回到芝加哥的路途中順道去參觀的，由於愛荷華州屬於密西西比河流域文化之一，既然來到愛荷華，了解一下密西西比河似乎是理所當然的。Mississippi River Museum & Aquarium 位在明尼蘇達、愛荷華、伊利諾三州交界處，館場並不大，主要展示與介紹密西西比河流域的水文、生態與歷史文化。密西西比河是北美洲最長的河流，也是流域面積最廣的水系，因此無論生態或文化都相當豐富。相較於兒童博物館的遊戲體驗，或是 The Field Museum 著重動態歷程與思考，密西西比河博物館比較多收藏、敘事性的展品，如在船艙展示中訴說過往的航行故事、各種魚類、兩棲類、爬蟲類，還有整艘船隻的戶外展出等，有許多令人驚嘆的展品，不過看過大型以及具有特殊特色的博物館之後，即使是看到水獺出來玩水，也沒有太特別的感動就是了。

Shedd Aquarium

Shedd Aquarium 這個密西根湖岸邊的水族館，站在堤邊可以遠眺芝加哥的天際線，視野相當開闊。進到館中首先映入眼簾的便是一個超大圓柱型的水族箱，河、湖、海、珊瑚礁、極地等不同水域的展場繞著它作輻射

狀排列，其中最令人印象深刻的莫過於亞馬遜流域和世界水域了，這兩個區塊是台灣海生館完全沒有的部分，亞馬遜流域被稱為物種最豐富的地帶，而這個區塊的展示相當具有整體性，並不因為這裡是水族館就只展示水中的生物，而是呈現整個生態體系。世界水域則不同於海生館以模擬方式呈現，而是真實展現不同國家的水域生物，相當具有特色且令人印象深刻。館中定時都有不同的活動，如中央展示區的餵食秀，其中的動物「明星」，其實都是在野外遭受人類行為的迫害，導致無法在野外生存，才送到館中的。在餵食秀中，主持人都會描述這些生物的經歷與故事，由觀眾所提出的問題與餵食的潛水員對話。館中也有讓訪客動手觸摸體驗的部分，不過他們更加強調對這些海底生物的保護措施，要觸摸海底生物之前一定要先到設計得非常可愛的大小洗手台洗手。由此可見，館內的活動抓住任何所有可能的機會來傳達人類應該學習與生物和平共存的重要性，相當具有教育意義。

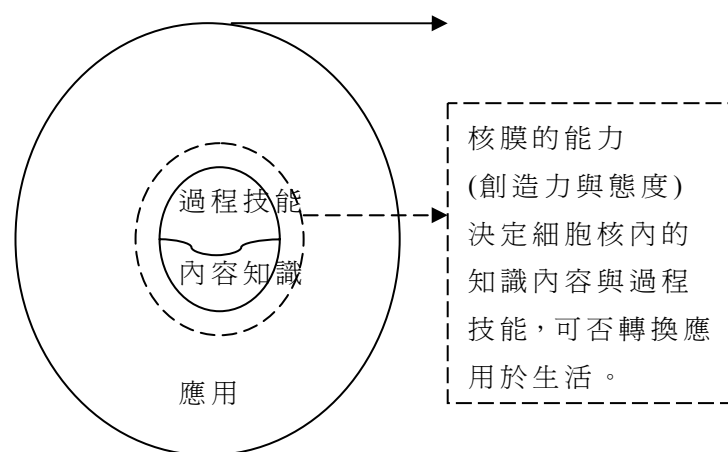


很可惜的是在我們參訪期間 Shedd Aquarium 並沒有正式的海豚秀，但是館方仍舊利用為十月中旬新秀的訓練期間為觀眾示範海豚與海獅的各種行為，傳達他們對於海豚與海獅的訓練完全以動物天性為出發點，重視動物權的基本理念。

IOWA 課程

科學本質

「科學本質」課程似乎在 Chautauqua 當中佔有相當大的比重。課程一開始，科學家出身的 Dr. Yager 便與我們分享他個人學習科學的經驗，並引領我們思考到底科學是什麼？到底我們要學生學什麼？也就是說，教師在進行課程計畫時，並非以「我要教什麼」為出發點，學生才是學習的主體；教學不是教師把腦袋裡的知識「傳遞」給學生，而是幫助學生學習。Dr. Yager 把科學以細胞做比喻，細胞核是內容知識和過程技能，核膜是讓內容知識與過程技能的產物擴散往外的關鍵，現今的教育注重的內容知識與過程技能只佔了科學的一小部分，沒有跨越核膜，孩子考試得高分卻不會應用，所學到的科學又有什麼用處？



科學家建構的自然世界



Dr. Yager 上課情形



Heather 老師上課情形



與 Dr. Dunkhase 合照

Heather 老師帶領的探究活動重點也在介紹科學本質，例如各小組拿不完整的拼圖說故事，每一組都是根據手上的「事實」說明，就如同科學家對自然世界的解釋。科學家用現有的科技以及個人觀點來解釋世界，只有最適切答案，但沒有所謂的正確答案；當各組將所有的拼圖集合在一起的時候，這個故事似乎更加合理完整，讓我們體驗科學社群的重要性。

在愛荷華課程的尾聲，Dr. Dunkhase 又讓我們深刻體驗了另一種層面的科學本質。Mystery Box 的材料雖然只是像古董一樣的底片盒還有毫不

起眼的小珠珠之類的小東西，但是讓我們更加確認「科學其實是個永遠打不開的黑盒子，只能旁敲側擊收集證據加上想像力與推理來解釋它」。

教師教學經驗分享

由 Dr. Yager 開場的課程中，Dr. Yager 除了強調科學本質之外，還將 National Science Education Standards 的沿革與主張作了詳盡的介紹，並且要我們思考如何將這些主張實際運用於教學上來幫助學生學習。接下來課程中許多教學經驗與教學活動分享都或多或少結合了 National Science Education Standards 的精神。

科學競賽 vs. 科學探究

從 National Science Education Standards 的主張比較科學競賽和科學探究

Treating all students alike and responding to the group as a whole	Understanding and responding to individual student's interests, strengths, experiences, and needs.
教師屬於實證主義	教師屬於建構主義
科學有固定答案	科學沒有固定答案
重視學生大量的知識	重視學生個人建構的過程

科學競賽(Soaring High)是一種科學知識競賽，主辦單位會在事前先公佈幾個主題，由學生參與投票選出年度競賽主題。各校代表參賽學生必須根據時事和資料定義問題，並且搜尋資料和了解來出題，所有參賽學校的題目集合起來就是年度競賽的題庫。各校參賽者都會想盡辦法出各種艱難考題試圖考倒其他學校的參賽者。雖然比賽現場有提供各種資料給參賽者翻閱，但由於每題的答題時間很短，參賽學生在賽前要熟悉所有相關資料，記得越多知識越有機會贏得比賽，而且比賽是以學校團隊為單位，團隊合作與策略運用在此競賽中便顯得相當重要。

美國的科展(Science fair)和台灣的科展相當不一樣，沒有艱深困難的題目與實驗，也沒有精美的後製呈現，從美國教師的教學分享中不難發現，

當地科展題目相當生活化，從主題、假設、實驗設計、實驗結果收集與分析，全由學生一手包辦，教師只給予做專題的協助和技能訓練，真正讓學生體驗科學探究的樂趣。儘管探究題目相當簡單，從「哪個廠牌廚房紙巾比較強韌」到「哪種廠牌爆米花最值得買」，儘管實驗器材相當簡略，從一分錢硬幣到微波爐，但是仔細了解他們在實驗設計上的巧思，會發現到許多連老師都可能忽略掉的小細節，這是在食譜式實驗教學裡無法獲得的學習成果。

為資優生設計的科學活動

美國教師們分享的科學夏令營主題明確，課程融入完整的情境，性質上較接近科學創造力的營隊。為高年級小朋友設計的情境是讓營隊小朋友假設自己是維京海盜，必須運用手邊的資源、廢棄的材料建造船隻，團隊合作來跨海找尋寶藏，並且所建造的船隻必須能夠運送寶物回到家鄉，適合年齡層較低的活動則是讓小朋友想辦法運用各種工具的將標的物投入某距離外的水盆，最有趣的是每天到營隊之後第一件事是要想辦法運用創造力來將掛在走廊中間的鈴鐺打響才能夠進教室。可以想見參加營隊的小朋友從小就在不斷在思考、設計、建造、修正、應用各種科技來解決生活上的問題。

Junk Box 這個活動讓我們這群老大不小的台灣教師 high 到最高點，這個活動需要運用回收盒裡的材料，發揮創意製作五個關卡，目標是能在限定時間內成功撞擊鈴鐺。當美國老師宣佈「開始」，各組馬上迫不及待選好工作地點開始激烈討論、試做，聽到別組成功的歡呼聲，儘管時間還沒到，卻緊張地快喘不過氣來了。如此好玩的活動，難怪深受小朋友的歡迎，還可以拿來當作用心學習的獎勵哩！



Junk Box



與樂高機器人講師合影

樂高機器人目前在數理教育上已經發展成為國際競賽的項目，就和科學與數學奧林匹亞一樣。之前聽說過所上購置了機器人，原本不了解機器人與數理教學有何關連，經過愛荷華大學資優教育中心(Belin & Blank International Center for Gifted Education & Talent Development)講師介紹並讓我們實際操作之後，才知道原來機器人不是憑空由學生製作出來的，而是需要配合一套特定軟體、一台樂高機器人以及其他機器人配件，由教師給予學生基本操作訓練，藉由某些情境和目標來練習並熟悉機器人的各種動作，例如要讓機器人沿著道路走並移動到水池旁汲水(其實是象徵水桶的小物件)，學生就必須使用數學工具去測量，寫入程式，搭配樂高積木讓機器人具備更多功能完成目標。

以解題為基礎的數學教學

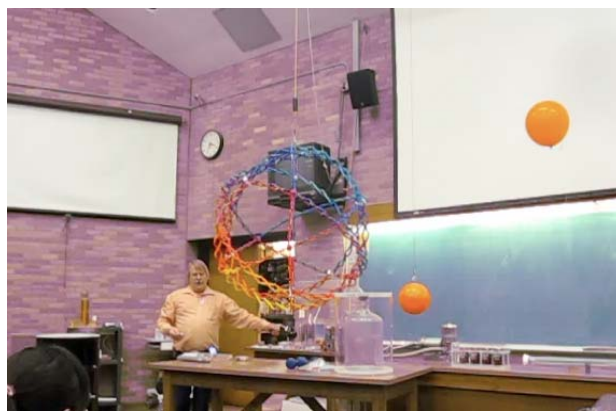
Dr. Fi 是課程中唯一一個黑人老師，原本以為數學教學和我們科教組的比較沒有關係，應該可以稍稍放空一下，但是 Dr. Fi 以一本童書”Fish is Fish”作為開場，引導我們思考有關學生學習、教學與評量方法等問題，讓我們理解到不管是數學教學還是科學教學，學生的學習都以自身的經驗與先輩知識為基礎，教師要了解學生是如何學，他的先備經驗是什麼，才能真正協助學生學習與理解。

由於我們對於”Fish is Fish”的迴響太過熱烈，Dr. Fi 只好犧牲掉一大半他原先準備好的講義，簡單扼要地以「位值」概念為例來帶我們進入利用

數學解題進行的教學活動。數學和重探究的科學較為不同的是，許多數學概念是由某一核心概念所延伸出來的，例如各種進位換算的核心概念就是「位值」，只要學生能夠具備正確的位值概念，各種難題便可迎刃而解。然而許多學生在核心概念的理解上有困難，因此數學解題教學便是利用各種題例來試探、製造矛盾，進而修正學生的概念理解。



“Fish is Fish” 討論進行中



Dr. Stille 與他的伸縮球

有如魔術秀的物理課

當實驗衣上別著彩色小燈泡的 Dr. Stille 推著一車一車的道具，在短短兩小時半的時間中，將所有基礎物理教科書的內容一一呈現，我們不禁要驚呼：原來物理如此有趣！其中最令人印象深刻的，是從演講廳天花板垂掛下來的我們常在夜市中見到的塑膠條組合成的伸縮球（不過是巨大版的），Dr. Stille 用線綁住球的下端，先讓其旋轉後再猛力的一拉，旋轉中的球體從原本正圓形變成了橢圓形，這個現象解釋了在天文物理中，星雲的形成多為橢圓的原因，非常簡單易懂，而且道具的取得也很方便。除了具象的物理可以如此呈現之外，化學反應的示範也讓人驚喜交集：氫氣加上氧氣燃燒產生水這樣簡單的化學反應，到了 Dr. Stille 手中變成兩顆大氣球，當場在演講廳上空爆炸產生水氣投影到螢幕上，有如觀賞 3D 戰爭片一般。讓我們不禁想到，如果理化老師都能用這麼具象的方法呈現，應該會讓學生更能發現學習理化的樂趣。

科學教育的遊戲

和課程名稱中的「Game」有點落差的内容，一開始令大家有些失望，但接下來講師進行的幾個活動，卻令人眼睛一亮。例如其中一個活動，先將大家分成兩組，在教室內的 A 組獲得的任務是「記下在過去一周內，你和投影片中出現的物品互動的次數」，而教室外的 B 組同時也獲得一個任務。在活動中，投影片陸續出現了咖啡、電梯、氧氣等文字，在 30 題結束後，講師要求大家寫出剛才投影片中出現哪些文字，結果 A 組記下的文字量遠多於 B 組！造成這樣差異的原因，其實是因為 B 組接受到的任務是「記下投影片中文字的母音數」，這個任務和問題本身沒有任何的連結，因而影響到記憶的效果。這個活動有如當頭棒喝：「當我們進行的是沒有連結性的教學時，如何要求學生要有好的學習成效呢？」整堂課上下來，我們才了解到，所謂科學教育的遊戲並不單純只是利用遊戲來引起學生的學習動機，而是必須要想辦法讓整個教學就是在投入遊戲的情境中幫助學生學習。

學校參觀

Northwest Junior High School

這是我們參觀的第一間學校，我們到訪的時候正好是學校在進行例行的暑期修繕工程，因此我們只能參觀學校的部份設施；另外由於所有教師在學期結束時都要將教室回復原狀以方便學校進行維修，一直到開學前才重新進行教室佈置，所以我們也無緣看到他們的教室佈置。儘管如此，我們還是非常羨慕美國政府教育經費可以用在這樣的地方。雖然是國中，但是他們的工藝教室設備媲美職業學校，不論你要木工、刀工、資訊設備皆齊全，烹飪教室也是應有盡有乾淨衛生，音樂設備足夠演奏大型交響樂，讓我們嘖嘖稱奇又羨慕連連。在參觀過學校的整體設施之後，我們在科學教室坐定，由負責介紹的老師說明他們自然科教學的進行方式，雖然當天自然科教師無法親自為我們作介紹，但是即使只是臨危受命的老師，也將課程與教學方式做了很充分的準備，讓我們對於美國中學的自然科課程與教學方式有初步的認識。美國學生是不帶書回家的，厚厚一本教科書，裡頭的單元並不會全部都上過，教師可從中自行挑選適合的單元進行教學，

並有廠商搭配配送教具，與台灣不同的是，美國科學教師是以活動和專題的方式呈現，強調分組的合作探究，並提供學生情境，讓學生從情境中發現問題，尋求其根源、分析，規劃時間、討論策略、搜尋資料、整合，到最後分享與成果製作，並且在活動過程附上各階段評分標準，讓學生為自己的學習負責。從這些課程的簡單介紹，其實不難發現，在這樣的學習環境中，學生是主動的學習者，由課堂上的活動讓教師給予學生適時的協助、與建議，課後的專題則交由學生自由發揮、放手去做。



North Bend Elementary



Northwest Junior High

North Bend Elementary School

這是一所才正式運作一年的新學校，外表柔弱的女校長在草創之時便親自參與建築設計，在學校的各角落都可見到校長教育理念的展現，例如小朋友的櫃子上方是斜面的，能防止孩子隨意擺設物品，廁所的洗手台和教室桌椅皆有高低，能配合學生的成長需求。從各個教室的情境佈置。很特別的是，不同於印象中自由開放的美國學校，這所學校門禁森嚴，除了上放學時間之外，外人只能從對講機中與行政人員對談確認身分之後才能進入學校；另外校長也特別設計了學校中心點，只要站在中心點，東南西北四個主要的出入口一覽無遺，方便管理學生，同時也拉近與學生的距離。因為學校是全新的，所以沒有什麼整修工程，我們也得以參觀各類教室的佈置巧思。從各間教室的佈置巧思，我們發現這裡的教師都希望學生能常常思考，跟 Dr. Yager 要我們每天要思考三個問題有異曲同工之妙。而這裡的學習角、遊戲角和閱讀角給人的感覺是舒服、溫馨、想接近的，閱讀的

書籍分類依字數，讓孩子慢慢挑戰，愈看愈多字數。這裡的孩子一到學校就是要學習，因為上學前和放學後才能在外面玩耍，這似乎讓他們更加清楚本身的角色定位：在學校是學生，在家是為人子女；在學校聽老師的話，在家聽父母的話。

Weber Elementary School

來到這所學校並不是單純的參訪，而是這次行程中令人最期待的行程之一：國外的教師研習。在聽取關於學區輔導制度介紹之後，我們了解到比較的 North Bend 所屬的 Amana 學區，Iowa City 學區較大，也比較重視學科成績。這個學區有統一的教材，教材每七年（幼稚園-小六）編修一次，編修委員會會依專家學者與教師代表的建議進行修改，所有修正或新增的單元均會進行教材的研習，另外所有新任教師要進行教學之前也需要參加各個單元的教材研習來熟悉教材與教法的運用。由於當天參加研習的老師人數不少，為了不影響他們的研習，我們便分組到各個研習場地去觀摩。在研習現場我們看到的是一卡車的道具，原來他們的研習可不是聽聽演講、看看投影片就好了，而是扎扎实實的將課程裡的每一個活動操作過一次，也就是說，即將擔綱科學教學的老師，必須把所有孩子將要做的實驗與討論親自做過一次，再配合過往的課堂經驗，提出可能發生的問題或狀況，和在場的其他老師進行討論。這樣的做法相當值得我們效法，在台灣沒有所謂的「科學教師」，學校內擔任自然科學的老師，通常是依當時的校務行政人力而定，常會出現教師本身的學科知識不足，或是流於知識的灌輸。這樣難得的觀摩機會只可惜受限於時間，不能全程參與，沒能一窺課程的全貌。



Weber Elementary 的教師研習



Southeast Junior High

Southeast Junior High School

Southeast Junior High School 同樣有許多校內工程在進行，所以我們只有大略參觀一下學校教室，便到 Baur 老師的教室去體驗一下國中科學課程的進行。Baur 老師是愛荷華大學科學教育中心訓練出來的優秀教師，單就教材與實驗內容而言，其實與國內的差異不大，但是美國的自然科教師相當重視實驗操作前的引導和事後的討論。Baur 老師似乎事前對我們的教學做了些功課，爲了讓我們在回到國內後能夠真正應用在教學現場，她並沒有使用教科書廠商提供的配套器材，而是呈現了可以隨手取得的器材，以及便利又好用的小技巧，例如將吸管插入黏土中，便是一個簡單的試管；利用鐵絲勾住鋁罐的拉環，就成了燒杯和三腳架的替代品，相當具有巧思。課後的討論也只是一張大大的白紙，將重點放在學生所呈現出的想法，引導學生思考，鼓勵他們提出自己的想法並與同儕分享。

堅持保留傳統的 Kalona

有別於之前參訪的中小學，Kalona 的學校是不歡迎外人參觀的，因爲 Kalona 的主要居民是遵循傳統的宗教信仰與生活方式的 Amish，他們穿著傳統服裝、不使用電器設備、使用獸力進行農耕運輸工作、自給自足。進到村莊，一輛輛迎面而來的馬車令大家驚呼連連，女性戴著蕾絲小帽，男性穿著吊帶褲戴著草帽，彷彿走進中世紀的歐洲。雖然無法參觀 Kalona 的 Amish 學校，但是從小在 Kalona 長大的 Soldat 老師帶我們去看他以前

教書的學校：一間普通的民宅。他說當初他來到這所學校時，就住在校舍裡，因為 Kalona 的保守封閉，因此學校有兩個門，一個門男生用，一個門女生用，進到校舍裡面雖然就是一間大教室，但是男女生分邊坐，而且一到六年級全部就一班。好難想像那樣的上課方式！Soldat 老師還帶我們經過 Amish 學校，一看到一整輛小巴慢慢開過學校邊，學校裡面的小女孩們紛紛躲近校舍裡，只剩下穿著傳統服飾的男老師和小男孩坐在圍牆上，看到我們拿出相機，他們紛紛轉開臉避鏡頭。學校旁邊停著的不是老師的轎車或黃色校車，而是會搖頭甩尾低頭吃草的馬車，相當有趣。

戶外教學

在台灣聽到「戶外教學」可能第一印象就是「出去玩」，在 Iowa Chautauqua 的課程裡，郭老師可不會讓我們如此輕鬆...



Maquoketa Cave

Maquoketa Cave 是愛荷華州的州立公園，也是受到州政府保護的野生保育區。這個區域主要由石灰岩組成，經由多年的雨水溶蝕，形成了各式各樣的石灰岩地形，例如巨大的石橋、各式各樣的洞穴...等。單就地質而言，其實 Maquoketa Cave 和墾丁國家公園有點接近，不同之處在於 Maquoketa Cave 的山洞地形是對公眾開放的，讓大眾能更貼近的體驗地質的奧妙，像是其中的 Ice Cave，與外界迥然不同氣溫、岩層表面的結晶和深入岩壁深處的洞穴，都令眾人大開眼界。在步道上行走時，Ed 不時就路邊發現的動、植物及地質現象做說明，其實與墾丁國家公園的導覽差不多，不過 Maquoketa Cave 並沒有提供導覽服務，只有在主要步道入口設有解說

牌，說明當地石灰岩地形的特色以及鐘乳石和石筍的形成原因。其實台灣的环境確實是得天獨厚，儘管地質上相當年輕，但在小小的島上，卻有著極為多樣的自然資源，都是教學的好素材，只是往往沒有善加利用，確實是很可惜。

Field Campus

當 Ed 開著黃色校車出現在飯店門口，大夥完全顧不了「台灣教師」的形象，以往只有在美國影集和電影中看到的校車，我們可是親身體驗呢！Field Campus 隸屬於 Iowa 大學的 Recreation Center，在學期中各級學校可以向 Ed 申請參加 Wildlife School 的活動，每次活動為期五天，學生會在 Field Campus 裡面進行包括生態觀察、地質觀察、野外求生等活動；在寒暑假期間則有分齡的營隊進行野外探究活動。這一天 Ed 讓我們體驗的是鳥類的探究活動：我們先前往名為 Bird Blind 的賞鳥小屋，竟境地觀察鳥類的活動，為了讓我們能看得更清楚，Ed 還架上了鳥網(Mist Net)，將誤入網中的鳥兒抓到我們眼前讓我們觸摸。剛開始我們看到鳥兒入網都有著莫名的興奮，不過看到一隻接著一隻的鳥兒在網上掙扎的模樣，令人有些不忍，幸好 Ed 非常仔細又輕柔的將牠們一一解下，沒讓牠們受傷。在靜靜等待鳥兒前來覓食的過程中，還可以看到松鼠、花栗鼠、野火雞、鹿等可愛的野生動物，相當特別。除了令人眼花撩亂的生態，更奇妙的是當 Ed 輕輕的把鳥兒放在我們的手中，牠就那樣靜靜的躺著，讓人深切感受到自然帶來的感動。接下來參觀猛禽保育中心，裡面圈養了許多因為人們侵入棲息地或是破壞生態而受傷的猛禽，牠們再也不能在野外獨立生存，看著一隻隻原本該是英姿煥發、翱翔天際的猛禽，只能困難的靠著木牆，或是歪歪斜斜的抓著欄架移動，其實有些心酸。Wildlife School 裡充分展現了將實際的經驗與教學相連結的重要，在學習過程中，親身的體驗有時是無可取代的。



除了一天的鳥類探究體驗之外，Ed 還特地在我們緊湊的課程之外挪出時間帶我們去體驗划船與釣魚的樂趣。來到之前的湖邊，集合眾人之力把兩艘獨木舟抬到碼頭邊，我們便開始分組活動，有些人去划船遊湖，有些人在碼頭釣魚。雖然又肥又大的蚯蚓，讓我看了渾身發毛，被鉤上的魚兒看起來也令人於心不忍，但魚上鉤的那瞬間，還真是讓人不禁興奮起來，難怪會有那麼多人如此熱愛釣魚。划著船來到湖上，正值傍晚時分，夕陽餘暉加上廣闊的湖面，映照出璀璨的光芒，新鮮的體驗讓大夥在回程的車

上，孩子似的唱起亂七八糟的歌來，一會兒國旗歌，一會兒海波浪的，然後在涼爽的晚風中靜靜入眠。

完美的 Ending

15 號早上 Dr.Yager 帶著筆記本，郭老師帶著攝影機，準備要記錄下大家的教學活動演示。雖然只有短短幾天可以準備，但或許大家平日受限於制式的課程與進度，難得能這樣放手自由發揮，果然激盪出許多有趣的 Idea。在前一天同學們討論的過程中，也提供彼此不同的想法，並相互提供資源。雖然郭老師可提供教學演示所需材料費，但畢竟身在異國，有些器材用具一時間還真是不太容易尋得，幸好夥伴們都頗具巧思，將各項難處都一一克服。夥伴們準備了各種分組道具，身邊能用的、能拿的都用了，有藥品盒做的骰子、每天喝飲料收集的容器、同學捐出的衣物、飯店的衛生紙和洗髮精也都出籠了，道具即使很克難，也要盡力做到最好。在大家的教學活動中，多能看出這次工作坊中一再強調的精神：以學生為中心，引導學生進行思考。在夥伴的演示中，身為科教組的我們才知道數學也有這麼多有趣的活動，連以往自己曾經做過的容量估測活動，投入在學生角色的情境下，也自然而然為了想法不同和組員爭辯了起來，可見當學生在適當的情境下，經由適當的刺激（同儕、教師引導），其主動思考的意願與能力都會增強。



心得與感想

Dr. Yager 第一天上課時要求我們往後每天上課前要想三件當天想從課堂中獲得的事，剛開始我們認為那是個負擔，但幾天後我們終於體會到，Dr. Yager 從這簡單的要求中傳達了學習中「思考」及「主動」的重要概念。而我們也從 Dr. Yager 的第一堂課開始，不斷在「教」與「學」的衝擊中自省與成長。除了 Dr. Yager 之外，Dr. Fi「由 Fish is Fish 談學習本質與數學解題」及 Dr. Weld「從科學遊戲談有意義的學習」的課程，讓我們更深入的了解到：我們總是很認真的教學生許多知識與科學事實，卻忽略了引導孩子思考知識的根本與事實的背後意義，因此孩子可能在知識的洪流中沉溺。因此老師的角色不應該是知識的傳遞者，而是應該在學生學習的每一個階段提供適當的鷹架，協助學生思考與學習。

這次的 IOWA 專業成長課程除了教授們的課程外，在職教師的經驗分享也讓我們受益良多。我們不僅參觀了國小、國中，也和老師、學生對話，更如同美國的學生般實際上了國小、國中的科學課程及實際模擬參與了美國的科學競賽。在這些過程中我們發現不論哪一個階段的科學課程，課程的開始都是貼近生活的問題，學生在問題理解上，透過老師的提問而不斷思考；在問題解決上，學生透過小組討論與分享來獲得方法；而在學習進度上，學生則必須自己規劃與掌控。老師把學習權還給學生，老師不當知識的傳遞者與問題的解答者，而是經由傾聽與分享學生想法，成為學生學習的夥伴與協助者。

國內校外參觀教學最令人詬病的是「教學意義在哪裡？」，Ed 的野外學校讓我們體驗了不同的校外教學。在學習過程中，親身的體驗有時是無法用言語或文字、實驗所取代的，當我們看到小鳥受困網子無助的掙扎、猛禽誤入文明社會而傷痕累累的在避難所中終老，對生態能不保護？當我們穿梭於經過幾千年才形成的巨大石灰岩地形、尋找數千年前仍是活體生物的珊瑚化石，對大自然能不敬畏？科學不能是只有科技的發明，也必須對大自然、對地球生物永續生存負責。如同 Ed 說的「No children behind inside！」帶孩子走出去！我們也有豐富的自然資源，下次校外參觀教學時，我們應該會更謹慎的位孩子安排與規劃。

科學、自然等非制式課程的博物館參觀也是我們這次活動的重要行程，就因為我們的英文不夠好，使我們參觀博物館時能像小孩子一樣到處探索，這讓我們更能以孩子的角度去「看」博物館，因此對不同性質的博物館有了更深刻的體認。Museum of Science and Industry 動手做的互動式展覽真的很能引起我們的興趣，但文字懂得有限、解說聽得也模模糊糊的我們，卻只能望圖生意！所以我們發現：許多的圖像表徵有時反而是另一個迷思概念的傳達；而許多由專家設計的體驗活動，其實是給已經懂得的原理的人操作的，對於如白紙的孩子而言，那不過是一種遊戲。反觀 Field Museum of Natural History，一樣是如孩子般無法明白艱澀文字的我們，卻在館中隨著其情境佈展而想像、也隨著其淺顯的提問探究，如此反而收穫更多，印像也更深刻。國內其實有許多不同性質的自然與科學博物館，館中有很好的文字或聲音解說，也有一些先進的互動式展覽與體驗活動，如果能增加一些促發學童想像、思考的情境佈置與提問，應該更能促使孩子

們總對館中的展覽有深入探究與理解。

其實台灣的老師大多是很優秀的，即使必須兼顧許多與教學無關的工作，仍能盡力嘗試不同的方式，努力教學並盡量引導孩子學習。但是經過這次成長團的課程，我們對於「以學生為中心」的教育意義有了不一樣的思考：我們「教」孩子們很多，但是我們卻沒有提供足夠的時間與方法讓孩子們去「學」。當然我們也艷羨美國給予教師的資源與空間，然而教師要促使制度的改變並不容易，但至少我們能試著改變自己，更重視學生的學習，相信每一點一滴的力量，都是推動教育前進的力量，也希望我們在科學教育這一塊能更接近 Dr. Yager 給我們的勉勵“Make all students with whom we work to be real scientists”。