

出國報告（出國類別：考察）

「提升國民素養實施方案—
科學素養研究計畫」
出國參訪報告

服務機關：國立臺灣大學物理系暨天文物理研究所

姓名職稱：孫維新教授

派赴國家：美國

出國期間：02/03-02/18

報告日期：2013/06/27

目次

目次.....	1
摘要.....	2
參訪目的.....	3
參訪過程.....	4
參訪心得與建議	6
結語.....	9

摘要

為執行「提升國民素養計畫」中的科學素養向度，計畫主持人臺大物理系孫維新教授，於2013年2月間，前往美國加州洛杉磯，訪問洛杉磯加大(UCLA)教育系，與兩位教授 Chang 以及 Gomez 會談，並訪問南加州教學表現排名前茅的洛杉磯拉卡尼亞達高中，與該高中所有科學教師座談。在這幾次訪談中，訪談對象提供了美國現在高中和大學科學教育的現況，以及近10年來的轉變；同時也瞭解了美國高中在科學課程上的教學實況，以及教學實施時所遇到的問題。這些資訊，對於國內訂出高中階段科學素養的內涵，及提升科學素養的可能方向及措施，都有相當大的幫助，本次美國參訪順利完成並達到預先設定的目標。

參訪目的

本次參訪主要的兩個機構是洛杉磯加州大學 (UCLA) 教育系，及南加州拉卡尼亞達高中 (La Cañada High School)。UCLA 教育系及研究所為全美國排名前 5 名的教育機構，該系有學術背景深厚的「學習科技」計畫，以先進的數位科技及教育心理理論做基礎，發展輔助各方面學習的科技。該系並有多位教授專長於科學學習和評量，此次訪問考察期待達成的目標為瞭解美國大學教育學專家如何看待中學到大學程度學生的科學素養。

洛杉磯拉卡尼亞達高中為南加州排名前三名的優質高中，所培養的學生多半可以進入美國排名前茅的公私立大學，與台灣的優質高中本質上十分相似，本次訪問將和該校科學教師座談，以瞭解美國優質高中對中學生科學素養的理念和培養過程。

參訪過程

參訪時間：2013.2.11 – 2.15

參訪地點：美國加州洛杉磯

參訪機構：(一) 加州大學洛杉磯分校教育系 Department of Education, UCLA

Prof. Mitchell Chang

Prof. Kimberley Gomez

(二) 加州洛杉磯拉卡尼亞達高中 (La Canada High School)

Mr. Steve Zimmerman,

Mr. Mark Ewoldsen, and 8 science teachers

敝人於 2013 年 2 月 3 日抵達美國洛杉磯，展開社教機構參訪及觀摩行程，前期參訪屬於體制外社教機構資料蒐集及參觀展覽，這一部分行程原先並未規劃在本計畫中，因此並不列入正式參訪日程，亦不報支生活費。實際參訪時間為 2 月 11 日至 15 日，16 日自美國搭乘飛機返台，抵達台灣約為 18 日清晨。

2 月 11 日開始正式參訪行程，當日下午敝人與 UCLA 教育系 Prof. Mitchell Chang 會面訪談，Prof. Chang 於 1996 年自 UCLA 教育系畢業，為 UCLA 高等教育及組織改造中心之資深教授，專長在於輔助學習及跨族群多元教育，Professor Chang 長期參與亞美學生學習計畫，訪談內容主要在於學生從初中到高中再到大學對科學學習興趣的變化。

2 月 12 日拜訪 Prof. Kimberley Gomez，Prof. Gomez 於 1994 年於芝加哥大學取得教育心理學博士學位，為 UCLA 教育系資深教授，專長在於教育低素養學生，發展數學統計分析方法，建立初中到高中的科學課程內涵。她的專業領域與本計畫的科學素養指標訂定密切相關，我們期待未來在邀請國外學者來台訪問時，可以邀請該教授訪台舉辦座談和工作坊。

2 月 13 日原預計訪談 Prof. William Sandoval，Prof. Sandoval 為 UCLA 教育系年輕一代的優秀教授，專長在於學童的科學教育發展及學習過程，以及科技在

科學教育中的角色，但因 Prof. Sandoval 臨時有事，無法會面，因此改以電郵聯繫。

2 月 14 日前往參訪南加州前三名的優質高中 La Cañada High School，當日恰逢該校學生休假日，教師藉此空檔召開教學討論會議，在會議結束時，全體科學教師和敝人進行座談，是一良好機會瞭解該高中對科學學習的規劃與實施過程。敝人並與該校科學教師深入討論從初中到高中階段，學生在科學學習上的成就和困擾，訪談後並簡單參觀該校科學教學設施。

2 月 15 日前往加州科學中心 (California Science Center)，參觀其特展及科學演示活動，訪談參與活動之民眾，以瞭解社教機構體制外科學教學的影響力。該中心目前正進行兩項特展：Science in Toyland 和 Mission 26: The Big Endeavor。前者針對幼齡兒童進行趣味性的科學教育，後者則將已退役的太空梭奮進號 (Endeavor) 實況展出，結合導覽介紹和科學說明，讓參觀民眾近距離接觸這項太空科技的里程碑，兩項展覽皆十分豐富壯觀。因為本次各個參訪彼此皆有相關，因此合併以上參觀內容，敘述參訪心得。

參訪心得與建議

在和 UCLA 教授討論的過程中，敝人瞭解過去 10 餘年來，美國中學教育的方式和內涵，由 fact-based 逐漸轉向 discovery-based，也就是不再強調記憶和考試，而以探索式的教學來取代，重點放在啟發學生的視野和興趣。這當然是一個好現象，但在和拉卡尼亞達高中科學教師討論的過程中，瞭解目前這種探索式教學方式的轉換，並不是發展出一個全新的方向，而是又轉回到以前的教學方式，原因就是在於前一任的美國總統布希，希望能有「可測量式」的教學成效，記憶「事實」再加上考試，是最簡單的教學與評量方式，所以在布希總統這樣的政策之下，美國的中學教育方式就轉向了背誦與考試。

看到高中教師們很努力地希望能引導學生的科學興趣，很令人感慨，因為這些教師們和 UCLA 的 Prof. Chang 都表示美國的中學生對「科學」的興趣相當狹隘，有好些學生聲稱對「科學」有興趣，其實只是希望能進入醫學預科 pre-med，然後進入醫學院就讀，將來有個收入豐厚的工作就好，但是 Prof. Chang 也發現，萬一這些學生在課業上表現不佳，離開了醫學預科或醫學院，他們通常不會再走向科學的領域，而是前往法商管理等科系，所以這些學生的發展方向不能算是真正的「科學導向」。

我們在台灣希望能為高中畢業的學生訂出科學素養指標，敝人也以此請教參訪對象，Prof. Gomez 給了非常好的建議，她認為應該從趣味輕鬆的方式入手，培養學生能「帶著走」的「解決問題」的「跨領域整合性」能力，而非分科的學科知識。Prof. Gomez 舉了一個例子，她在給學生的測驗題中，使用了下列的「整合性」問題：「為何芝加哥會變成一個大都市？」(Why does Chicago become a big city?)，因為她來自芝加哥大學，所以出的題目很多與當地有關。這個問題已經不是單一學科的知識可以回答，需要瞭解芝加哥的發展歷史、氣候條件，自然地理，和人文景觀，以及移入及移出人口的性質等。令人感慨的是，如果我們將同樣的問題拿來問我們的中學生，像是「為何台北市會成為台灣最大的都市？」，我們的學生是否能提出一個完整具說服力的答案？

像這樣的問題並沒有標準答案，而且問題牽涉的層面從人文、歷史、地理、氣象，到全球變遷，需要學生具備多方面的基礎知識才能適當地回答，我們就想

自問，目前國內的中學生教學，能否給學生整合性的知識，以解決這樣生活化的問題？對這個疑問，我們不抱太大希望，因為沒有標準答案的考題在國內的教學體制上會造成困擾，因為沒有標準答案，給分就沒有客觀的標準，家長和學生的抱怨就會紛至沓來。但是學生未來出了學校進入社會，每天面臨的都是這樣沒有標準答案的問題，等待他們解決，若無法在學校中學到面對生活化的問題所需要的整合性解決問題的能力，要如何期待學生走入社會能夠發揮能力創造成果？

Prof. Gomez 建議我們可以從創造科學趣味問答的環境著手，製作一些生活化的問題集，顯示在校園和教室環境中，每個問題都有幾個簡單的選擇，讓學生能夠受到吸引和鼓勵，逐漸培養出對生活中各項問題的好奇，和解決問題的意願。同時 Prof. Gomez 也提到，許多年輕人進入社會會面對的問題，並不全然是科學問題，而可能是人文社會的問題，但是我們需要培養學生具備的是科學態度，將「批判性思考」(critical thinking) 和「邏輯分析」等理性的態度置入解決問題的過程中，也就是拿「科學態度」去解決非科學的問題，這樣才能以理性的思維創造一個平和的社會。

這個問題也可以從一個不同的角度來理解，我們可以畫出二個同心圓圈，第一個圓圈內圈是科學態度跟科學的方法，這些學生無論是文理法商何種背景，都需要具備科學思考和批判的能力，也就是“critical thinking”。因為他所面對的問題其實常常不是大自然的問題，不是化石怎麼判斷、怎麼定年，植物怎麼生長，這些學生到了社會上，所面對的問題像是「廢核四」，這些是屬於社會科學的範疇，很多社會上的問題不是純科學，但是卻是這些高中生進入大學和社會需要面對的問題。我們希望是學生能應用科學的方法去解決社會問題，這是我們期待未來 12 年國教下的學生，有科學思考的能力去面對社會上紛亂的問題。除了以上所談之外，我們還希望學生具備有蒐集資訊的能力，他要知道如何找尋和蒐集資訊，第一是“Collect”，第二是“Compare”，第三是“Making Judgments”，學生需要有蒐集資料的能力，然後是比較證據再做判斷的能力，判斷了以後就可以達到合理的結論。

以理性的態度面對複雜的社會問題是台灣社會應該走的路，像是核四興建的爭議、美牛進口，12 年國教等，都是可以理性討論分析存在的選擇，找出最佳利益的方向，但是國內長期以立場為本，而不以理性分析為原則的作法，讓社會紛擾無法降低，因此增進國民科學素養、提升國民以科學態度分析和探討事情，

是我們這個社會應該要遵循的方向。

和 Prof. Gomez 的討論發人深省，我們也討論到了新聞媒體上的科學，以及中學生需要具備何種素養，才能理解媒體中的科學訊息。她提出“Claim and Evidence” 的概念，也就是每天我們在媒體上接觸很多「宣告」“Claims”，像是「馬雅預言 12 月 21 日將會是世界末日，因為有一顆未知的行星將會撞擊地球！」或是「核四廠若是不興建，則幾年之內就會有缺電的危機！」再或是「若二氧化碳的排放不想法降低，則到本世紀末，世界的海平面將升高 6.5 公尺！」這些「宣告」都會伴隨著「證據」“Evidences”，如哪位科學家所言或是哪一篇科學報導，但重要的是學生和大眾是否有根據「證據」判斷這些「宣告」何者正確的能力。這也就是為何我們需要培養年輕學生獨立思考、獨立判斷的能力，也正是我們現在在提升國民素養計畫中所希望達成的目標。

敝人也和參訪對象談到本計畫科學素養的內涵訂定，大家都同意近年來 PISA 計畫的「知識、能力、態度」是三個基本的要素，在提升國民科學素養的過程中，除了科學「知識」之外，更重要的是解決問題的「能力」，和願意以科學態度面對問題的「態度」。如上所述，參訪對象除了對美國中學生的科學素養提出評斷，和對美國的教育方式簡單介紹之外，對我方正在進行的國民素養提升計畫都作出了有用的建議，這次美國參訪確實達到了原先設定的目標。

結語

本次美國參訪主要訪問的機構為加州大學 UCLA 的教育系，和南加州拉卡尼亞達高中，一方面希望瞭解美國目前大學對中學的教育方式理念為何，以及優質中學的教學實況為何；另一方面則提出我們現在正在進行的提升國民素養計畫內涵及目標，請參訪對象提出建議。整體而言，此次參訪收穫良多，也定下未來的邀訪計畫，將在往後的計畫執行過程中，邀請提供良好意見，同時具備豐富學術內涵的教授前來台灣，進行演講及教師工作坊，以提升國內大學及中學教師的國際視野，帶入國際教育新理念，協助提升國民素養實施計畫作出良好成果。