

出國報告（出國類別：考察）

科學博物館新科技議題 科普活動開發研究

服務機關：國立科學工藝博物館

姓名職稱：研究助理陳怡真

派赴國家/地區：美國/洛杉磯

出國期間：108年4月1日至108年4月12日

報告日期：108年5月21日

摘要

現代科技更新快速且專業性高，對生活的影響層面也越來越廣泛，科學博物館如何轉化艱澀新知，成為容易理解的教育活動，幫助孩童及社會大眾認識相關科學為重要議題。本研究前往美國洛杉磯，考察加州科學中心、洛杉磯自然史博物館、南加州大學、格里菲斯天文台、蓋蒂博物館等五間重要教育單位，學習其對於新科技的教育觀點及詮釋方式。綜合參訪心得提出以下四點建議，一、激發學習熱情，驅動持續學習。二、運用巧妙的活動設計，轉化深澀的專家語言，使之更貼近學習者。三、培養學習者創新思考及問題解決能力。四、放眼全球建立多元合作管道，整合教育資源開創更多可能性。

目次

壹、計畫目標.....	1
貳、計畫內容.....	1
參、執行日期.....	1
肆、行程安排.....	1
伍、參訪內容.....	2
一、加州科學中心參訪成果.....	2
(一) 加州科學中心簡介.....	3
(二) 加州科學中心教育活動與特色.....	6
二、格里菲斯天文台參訪成果.....	8
(一) 格里菲斯天文台簡介.....	8
(二) 格里菲斯天文台教育活動與特色.....	10
三、蓋蒂中心.....	12
(一) 蓋蒂中心簡介.....	12
(二) 蓋蒂中心教育活動與特色.....	13
四、洛杉磯自然史博物館參訪成果.....	14
(一) 洛杉磯自然史博物館簡介.....	14
(二) 洛杉磯自然史博物館教育活動與特色.....	17
五、南加州大學參訪成果.....	19
(一) 南加州大學簡介.....	19
(二) 南加州大學教育活動與特色.....	20
陸、參訪心得及建議.....	22
一、激發學習熱情.....	22
二、巧妙的活動設計轉化深澀的專家語言.....	22
三、創新思考及問題解決能力.....	22
四、放眼全球建立多元合作管道.....	23
參考資料.....	23

壹、計畫目標

現代科技更新快速且專業性高，對生活的影響層面也越來越廣泛，科學博物館如何轉化艱澀新知為容易理解的教育活動，幫助孩童及社會大眾認識相關科學為重要議題。Falk 和 Needham(2011)曾針對洛杉磯科學中心進行研究，發現洛杉磯超過一半的居民參觀了科學中心，受訪者認為科學中心對他們的科學和技術產生了很大的影響理解，態度和行為。本研究考察加州科學館展示奮進號太空梭及當地重要的教育場域，蒐集其對於新議題的教育觀點及詮釋方式，提升編撰相關教材之視野與能力，未來可運用於本館辦理海內外營隊及科學課程中，豐富課程之多元性及內涵。

貳、計畫內容

本計畫參訪加州科學中心 (California Science Center)、洛杉磯自然史博物館 (Natural History Museum)、南加州大學 (University of Southern California)、格里菲斯天文台 (Griffith Observatory)、蓋蒂中心 (The Getty Center)。這些博物館及教育單位在洛杉磯各有特色且都相當具有代表性值得學習。

參、執行日期

108 年 4 月 1 日 (週一) 至 4 月 12 日 (週五)，共 12 日。

肆、行程安排

本計畫出國日期及工作內容如下表。

日期/星期	工作內容
4 月 1 日 (週一)	去程(高雄-美國洛杉磯)，同日抵達
4 月 2 日 (週二)	加州科學中心
4 月 3 日 (週三)	加州科學中心

4月4日(週四)	格里菲斯天文台
4月5日(週五)	格里菲斯天文台
4月6日(週六)	蓋蒂中心
4月7日(週日)	洛杉磯自然史博物館
4月8日(週一)	洛杉磯自然史博物館
4月9日(週二)	南加州大學
4月10日(週三)	南加州大學
4月11日(週四)	回程(洛杉磯-高雄, 航程)
4月12日(週五)	抵達高雄

伍、 參訪內容

一、 加州科學中心參訪成果

加州科學中心常設展示人類的發明和創新，生物的生命過程等等，以促進科學知識的廣泛傳播為目標，展品以真品或擬真呈現，像是大型水族箱、活體動、植物，人體標本等，促進學習者更貼近科學的真實。近年的重要蒐藏-奮進號太空梭(Space Shuttle Endeavour)將深澀科技的學習與情感做連結，太空梭出任務的冒險故事，退役後的太空梭如何搭飛機、卡車，穿過天天塞車的洛杉磯高速公路運到科學館的話題性同樣吸引人。有著歷史，故事支撐的科技對學習者來說，更有溫度也更有參與感。另外，科學館也持續進化，力求相關物件的完整，下個目標是太空梭的推進火箭，及完成航空與太空展示，讓學習者更清楚相關科學的全面性，相關展示及教育活動說明如下：

(一) 加州科學中心簡介

加州科學中心為 1912 年的州立展覽中心(State Exposition Building)改建，原展覽以加州相關農業與工業產品為主，二次世界大戰後因科技產業興起改為以科學與技術展示為主的科學中心，旨在促進科學知識的廣泛傳播，庭前立柱上標語，強調為全民的學習場域。入口印象為黑鳥噴氣式飛機及槓桿體驗，讓參觀者在踏入科學中心之前就能感受其趣味。加州科學中心大致可分為四大方向：「生命世界」、「生態系統」、「創意世界」、「航空和太空」，分述如下：

1. 生命世界：

為科學中心第一期計畫完成的展示館，小至細胞大至生命體的介紹。展示介紹人體經由消化系統等器官吸收能源之過程，呈現人體內血管之流通網絡，比較各種動物的頭腦，介紹動物躲避敵人之方式，說明胎兒於母體內發展之過程，以實際人體標本(如圖 1)及介紹人體器官等。這區的展示不算新，但大量運用譬喻，像是以能源工廠(Energy Network)譬喻消化系統的運作，以網絡說明血管的功能，控制中心(Control Center)介紹腦如何接收訊息及做出反應，幫助學習者透過與生活經驗連結來學習。

2. 生態系統：

生態系統展覽完成於 2010 年，在這個展示結合活體動、植物及體驗活動展示，結合互動體驗和生態動植物展出，在 2011 獲得了動物園和水族館協會(AZA)的認證。分為「地球區」、「島嶼區」、「極地區」、「森林區」、「河川區」、「自然分解室」、「洛杉磯生態區」、「探索室」，八區各有特色，像是島嶼區以不同形狀的鉤子勾取球，展現鳥爪的特徵對其選擇食物之影響，以抵達荒島活動說明各種特徵在不同環境下的優勢，藉以思考達爾文的物競天擇論述之發展。極地區展現其極端，讓學習者感受其反差對比，深海、沙漠、南北極、礁石潮間帶之差異與奇異點，提供參觀者體驗深海中的水壓，南北極的北極熊，另外用整片冰牆(如圖 2)幫助參觀者認識極端冷的感受，並提供不同材質手套讓學習者體驗衣服或毛皮

如何幫助生物禦寒，極地生存下來的動物智慧。沙漠區則猶如動物園，實際展示活體並布置了相應的生存環境，模擬又急又大沙漠雷雨，彷彿災難電影才會出現的景象，大雨、打雷之後，回到細流彷彿剛剛的大災難未曾發生過一般，讓人見識大自然的力量，及沙漠環境的艱難。礁石潮間帶的介紹於戶外安置了兩個大水池，在這裡可以觀察到，落差極大的海浪下水中生物依然優游自在的情境，可觀察波動表層與底層的差異。在戶外展示區可以看得到水面情形，進到館內水底森林區則可看到各式魚類及具加州特有種巨型數公尺高的水草森林，洛城城市生態區(LA Zone)這區主要是展覽洛杉磯都市化的影響以及展示都市如何更有效的收集水資源及垃圾處理。現場也呈現與鄰近學校或公民科學家合作的成果。



圖 1 觸摸心臟標本很嚇人卻也很真實



圖 2 整面的冰牆帶領學習進入極地的寒冷

3. 創意世界

展覽項目為通訊科學、結構科學、運輸科學以及兒童發現世界，通訊科學介紹通訊的發展與運用，結構科學區有地震體驗屋體驗地震威力，同時介紹抗震結構及新式建築材料。運輸的部分有動力、機構、能源等介紹，並搭配帆船、太陽能等體驗活動，幫助理解人類之科學創新表現。創意世界令我印象深刻的是它的展示板說明，像是你有能力幫助這個結構，如果你瞭解三角如何幫助結構更堅固”You have the power to support a structure when you know that triangles can make it strong.”有種與參觀者對話的意味，也提供學習目標達到意義化學習。

4. 航空與太空

航空與太空展是加州科學中心第三期計畫，以大氣層飛行和宇宙探索的關鍵科學和工程原理為主題之展示，目前為臨展廳。將規劃為有 200000 平方英尺的常設展廳，展示將整合真實的文物，包括美國航太計劃各個階段的航研發實例，從萊特兄弟 1902 年滑翔機的複製品到用輕質複合材料建造的現代超音速噴氣式戰鬥機，及各種飛機和宇宙飛行器，並探索如何運用工具擴展我們的視野，改變我們對宇宙的觀點，搭配相關體驗以及動手做活動，鼓勵通過探索進行主動學習，探究天空飛行的四種力量升力，推力，阻力和重力之間進行權衡。

這個展示目前已陸續蒐藏奮進號太空梭，外部燃料箱(External Tank)，並介紹相關科學原理，這些蒐藏品為這個展示中心奠定基礎，也帶來很大的新聞性(如圖 3)。奮進號(圖 4)是曾經執行 25 次太空任務的太空梭，2012 年奮進號太空梭搭波音 747 飛機，從佛羅里達州卡飛到加利福尼亞州的空軍基地，大約 150 萬人在人行道上排隊慶祝活動，在天天塞車洛杉磯將一台搭過飛機的太空梭運到穿過洛杉磯市中心到加州科學中心的新家，成功製造話題。

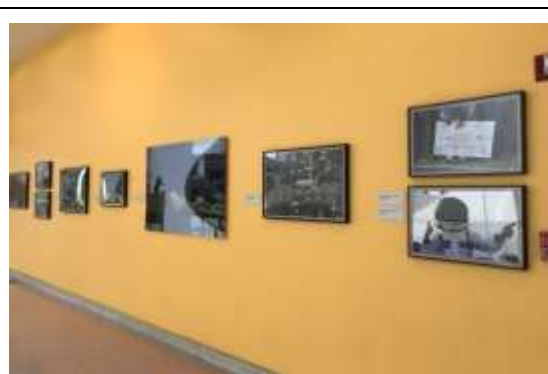


圖 3 奮進號到科學中心帶來極大的新聞性



圖 4 只有親眼目睹才明白它的巨大



圖 5 液態氫、液態氧的混合燃燒為主引擎動力來源



圖 6 磨損的輪胎說明飛行任務起降時的衝擊力

2016 年科學中心進一步蒐藏外部燃料箱 (External Tank, 縮寫 ET), 並用 1982 年著名美國科幻電影 ET Comes Home 諧音, 將這樣任務取名為 ET Comes Home, 讓這項任務更有噱頭性, 外部燃料箱裝有超冷卻的液態氧與液態氫提供主引擎(如圖 5)使用, 與 2 個固態推進火箭 (Solid Rocket Boosters), 同為太空梭升空時重要的動力來源, 這個蒐藏使得太空梭展示更加完整, 而科學中心也說明 ET 回家之後, 接下來會再蒐藏 2 個推進火箭, 並將現在平放的奮進號改為直立型態。這裡是全球少數可以親身看到太空梭的地方, 這些任務再次完成後想必又是新話題。

太空梭的科學向來是件困難的事, 即便在太空人踏上月球後的 50 年, 要使人類安全地往返地球與太空, 運用的科技都是相當跨時代的, 為幫助學習者認識這些科技, 在奮進號展示區及展區前, 做許多相關的介紹, 展示太空艙材質及說明主引擎的液態氫、液態氧, 太空梭 23,000 片的熱瓦片編號與重要性, 太空梭往返地球通過大氣層時遇到到的挑戰及因應措施, 太空用的廁所, 太空總署控制室, 具體呈現外太空活動特殊技術應用與安全措施實施等狀況, 並幫助學習者認識其中包含空氣力學、材料科技, 遠端科技等科學。除了展示外, 為幫助理解現場也工作人員或志工生動的解說, 這些志工多來自退休的軍人或者飛行員, 在說明時分別融入自己的專業與經驗, 讓我除感受到偉大的太空科技外, 也感受到精準科技對太空任務的重要性。

(二) 加州科學中心教育活動與特色

加州科學中心展示方式相當特別, 可謂集科學展覽, 動、植物園, 水族館為一身, 有活體的烏龜、蜥蜴、蝙蝠, 有水族箱有夏威夷特有種魚類, 有模擬潮汐的海浪裝置, 細胞實驗室(Cell Lab)介紹微細胞和細菌等。展示內容由淺入深, 例如關於太空科技的展示為幫助參觀者, 介紹空氣動力、飛行、燃料、材質等, 透過觸摸真實磨損的輪胎等體驗活動讓人覺得有趣也印象深刻, 圖 7 為萊特兄弟

飛機的模擬器，體驗陽春飛機如何飛行，或讓學習者套上機翼想像自己是飛機，直接進到大型風洞，感受不同機翼對飛行影響，相似的活動很多，但較少在自己身體上裝上機翼，感受風帶來的升力，有點滑稽卻感受深刻。



圖 7 萊特兄弟飛機的模擬器體驗



圖 8 展廳外的槓桿原理體驗區

對於較艱澀難懂的新科技，如航空與太空展示，是將各項技術細分介紹，使之符合不同程度學習者的需要。另外，也搭配科學演示活動，以生命世界介紹人體的展演活動為例，提供一心臟讓參觀者觸摸，後續討論活動時才很驚訝地發現活動中展示的物件並非道具、模型，而是實際的標本。科學中心跳脫套裝知識的學習，取而代之的是經驗知識，在這裡的學習容易感到真實感與脈絡化，曾經服役的太空梭、外部燃料箱，真實標本等，甚或展廳外的槓桿原理體驗區(如圖 8)，被拉起來的還是真正的汽車，更讓我體會到阿基米德的所言給我一個支點，我將舉起整個地球的震撼力，巨大化的展示或真實物件帶來更多的驚奇。

在教育活動方面每年辦理定期或不定期的講座、假日及營隊活動，假日及營隊活動，涵蓋工程、生物、化學、物理，主題生活化也連結館內展示像是認識太空任務、設計自己的火箭、火箭工程技能等，提供不同年齡層學習者不同的選擇，另外也提供團體預約客製化活動。課程多以動手操作和演示實驗的方式進行，引導學生透過體驗認識科學，或整合館內展示進行調查，以實現資源的最優化利用。

二、 格里菲斯天文台參訪成果

格里斐斯天文台(Griffith Observatory)是展覽館也是觀測站，為公共天文學而建(Griffith Observatory, 2019)。其內提供高科技的觀測儀器，將抽象的概念化為真實的觀察結果，展品結合體驗活動讓參觀者有機會進行科學觀測，並學習將這些真實數據還轉化為意義的結果，以多元形式介紹相關科學概念，搭配演示、講座等活動，激發學習者的研究熱情。

(一) 格里菲斯天文台簡介

格里菲斯天文台成立宗旨為激勵每個人觀察，思考和理解天空。自 1935 年開放以來吸引大量的訪客，被列為最受歡迎的天文台。主建築物面北靠南，主體內有天文相關展示，另有大小 3 個穹頂(如圖 9)分別安置望遠鏡，提供民眾進行天文觀測。其外部空間為不同時期的天文學家雕像，哥白尼、伽利略、克卜勒、牛頓等的肖像，另外是簡易的觀察儀器或紀錄等，不同的日晷(如圖 10)能夠展示時間，有的可以從不同太陽的偏角觀察到季節與日期，或是不同季節的日落線(圖 11)，讓參觀者可以用簡單方式認識天體運行與季節變化的關係。另外，其內部的展示則分別介紹天體運行之理，及觀測天文的工具分述如下：



圖 9 穹頂分別安置望遠鏡，提供民眾進行天文觀測



1. 中央圓形大廳

入口中央大廳天花板是雨果巴林壁畫(Hugo Ballin Murals)，壁畫主要描述有關神和各種各樣的占星術相關的神話，說明古代人們用神話來理解他們在天空中看到的東西。另外大廳中央的是傅柯擺(Foucault Pendulum)，擺錘安裝在圓形大廳天花板上的軸承上與地球一起旋轉時。隨著時間的推移，擺尖會在下方劃出一道道的痕跡，從而記錄了擺動方向，提供地球自西向東的自轉的證據。

2. 天空廳 (Hall of the sky)

運用圖文及實體介紹日夜、四季、潮汐、月相、日月蝕的形成。另有一大型的元素週期表，介紹地球、月球、人體等的成分組成。內部最令人驚奇的展示是可以直接觀察太陽黑子，或者是透過分光鏡觀察太陽光譜。天文館安置許多觀測儀器，並透過設計幫助參觀者進行實際觀測，依據環境、時間點的變化可以觀測到不一樣的結果，有助理解科學家如何透過觀察進行研究與歸納。

3. 眼界之廳(Wilder Hall of the Eye)

展示人類探索天空的工具(圖 12)，可見光，無線電，微波，紅外線，紫外線，X 射線或伽馬射線(圖 13)，各式望遠鏡偵測儀等，展示這些工具的科學原理及運用，說明工具如何拓展我們的眼界，幫助人類看得更遠，更深處，及這些觀察對人類和社會產生的深遠影響。現場不僅是展示說明文，更有具體的展示，像是能夠將天文台外的視野帶進館內針孔相機展現工具對拓展人類五感之能力



圖 12 牛頓的光學實驗



圖 13 能量更高的波在觀察的運用

4. 望遠鏡 Telescopes

格里菲斯天文台是世界上最重要的公共觀測站之一，包含有蔡司望遠鏡 Zeiss Telescopes，天空晴朗的情況下每天都有開放參觀，在天文的大日子也舉辦特殊的觀測活動，相當熱門。另有三個太陽望遠鏡，其中一個能夠將太陽直接引到天空廳中，提供了我們當地恆星的不同實時視圖，觀察太陽黑子的變化，在這裡的觀察實為非常難得的體驗。

(二) 格里菲斯天文台教育活動與特色

為幫助學員認識相關展示，格里菲斯天文台安排一些演示活動，像是介紹傅柯擺的運作，解說員生動地以溜溜球當道具(圖 14)介紹，解釋傅柯擺如何讓我們觀察到地球的自轉。元素的解說活動就安排在週期表之前(圖 15)介紹人體、地球、星體上的元素組成，經過解說，有助學習者認識這些元素在地球上的地位。特斯拉線圈礙於場地限制，雖然現場有定時的展演，但主要在於現象的呈現，對於科學方面的解釋較少，整體來說這些解說有助理解這些展示品所希望傳達的意義。



圖 14 溜溜球當道具介紹傅柯擺與地球自轉



圖 15 介紹人體及地球的元素

每個月的第一個星期五這裡固定舉辦公開講座，天文台的工作人員及相關專家學者，他們會介紹近期天文學和外太空科學中最受關注的主題，這次參加的講座由策展人 Laura Danly 博士並邀請到天文講師 David Reitzel 博士，天文觀察員 Anthony Cook，及天文台館員 Patrick So，介紹太空探測器對木星進行探測活動。

四位講者不僅互相對話，與觀眾對話，並且與影片對話，恰到好處的連結，增加演講的趣味性，在講座過程中部分的影像需要立體眼鏡的輔助，就會出現如下圖 16 一樣的照片，四位專家學者戴上立體眼鏡的反差使畫面看起來有些好笑，但也很有親切感。就這樣兩個小時的講座沒有冷場，有點像是 stand-up comedy 的形式，介紹小行星帶及去年才由朱諾號拍下的木星北半球大氣擾動的珍貴畫面，話題雖然艱澀但場內仍然滿座。



圖 16 以趣味的方式請大家帶上 3D 眼鏡



圖 17 展現太空相關的珍貴圖像

三、蓋蒂中心

蓋蒂中心是以藝術、蒐藏為主的私人展覽館，其在展示規劃、建築與環境的協調性值得參考，白色的建築有如環境的畫布，使之在不同的光影下有不同風貌，屋頂的巨大百葉窗，透過電腦系統依據太陽的角度調整進光量，讓展覽室內的採光溫和自然。建築結合智能科技達到節能、永續之成果，曾獲得 **Leader in Energy and Environmental Design (LEED)**的認證。大量的藏品轉型為文創商品，像鎮館之寶鳶尾花，做成絲巾、音樂盒、紙鎮、馬克杯等多種用途，這可以增加遊客對藝術品的認識，相關活動設計時考慮其後續運用值得參考。

(一) 蓋蒂中心簡介

蓋蒂中心 (Getty center)是石油大亨 J. Paul Getty 生前所創立的基金會，耗資 13 億美金獨資完成，位於聖塔莫尼卡(Santa Monica)山腳，所在位置有許多仙人掌植物，園區內可觀察到各式種類的仙人掌，主體建築是由知名建築師 **Richard Meier** 設計。展覽館依作品年代分別展示於東、南、西、北四個館，整體設計呈現一體感，透過簡潔的線條，帶給參觀者舒適的參觀體驗。其內藏品大約有 5 萬件左右，包含許多文藝復興時期及印象派大師的重要作品，梵谷的名畫《鳶尾花 Iris》真跡也在其內，另有許多古典歐洲奢華的室內裝飾等。而這些珍貴的物件、畫作都可以讓民眾近距離的欣賞。



圖 18 白色的建築主要為展現光影變化



圖 19 梵谷的名畫《鳶尾花 Iris》

好的作品也需要環境的支應，在這裡每間展覽室都設有高敞的空間，展廳動線規畫良好，展廳內光線柔和，有些著重蒐藏的博物館為避免蒐藏品受影響採用較昏暗的燈，這裡相對舒服許多。導覽人員解釋，這是因為這棟建築以自然光為光源，為了避免紫外線對畫作等藝術品造成傷害，所以來自上方的光線是經過多次反射、漫射才進入室內。蓋蒂中心整體來說，是科學連結藝術的呈現，運用科技幫助展示及建築有更好的呈現。

（二） 蓋蒂中心教育活動與特色

蓋蒂中心開館日都有定期導覽，館內展示區的導覽，介紹特色畫作，欣賞方式及建築特色，另外一塊是庭園區的導覽(圖 20、21)，這個部分主要介紹園區的景致，包括植栽、擺設位置、水道建構及如何運用乾淨能源的方式。這個地方潛藏許多看不到的巧思，充滿美感的型態，卻是充分運用結構、新技術達到節水及節電的建築。除了現場導覽外蓋蒂中心也有持續型的教育研究，提供學習者空間及場域培養下一代的藝術創作者。

當代技術發展相關學科專業呈現高度分化，藝術展覽的應用科技及社會生活又表現其高度融合，擁有豐富文物件之藝術類博物館，或是兼具操作與科學之藝術類博館，轉化思維進行創新，科技運用也能實現於博物館中。



圖 20 雨水的蒐集及園區設計的介紹



圖 21 蒐集的雨水提供植栽用水及調節溫度

四、洛杉磯自然史博物館參訪成果

洛杉磯自然歷史博物館為南加州地區最大的自然歷史博物館，位於洛杉磯 (Los Angeles) 旅遊指南市中心的奧運會場旁，展示豐富的生物、人文蒐藏(圖 22)，不僅有動植物標本、文物的收藏與展示，另外其內的自然實驗室 Nature Lab，更展示洛杉磯的現在進行式，挑戰我們對自然史博物館是想像與框架，介紹的不僅是曾發生過的歷史，更是當下生物如何目前的環境共存(圖 23)，過去的環境如何影響現在的發展，探討現代社會人與自然的關係以及科學發展觀，帶領參觀者檢視觀點並與環境、科技對話。



圖 22 豐富的文物蒐藏



圖 23 介紹歷史也介紹生活自然的博物館

(一) 洛杉磯自然史博物館簡介

洛杉磯自然歷史博物館建於 1913 年，當時稱為歷史科學藝術博物館 (Museum of History, Science, and Art)，1961 年改建為現在的洛杉磯縣的自然歷史博物館，在市中心科學和自然教育中發揮著重要作用。擁有大約 3500 萬個標本和物品，是美國西部最大的自然歷史博物館，作為地球歷史的證據和生活在上。有包含蒐藏品的展示，也有研究歷程的展示，及自然實驗室等，內容豐富，分述如下：

1. 恐龍館

這裡的恐龍展是相當熱門，解說牌不僅介紹恐龍的定位(圖 24)，另也引導學

習者思考學習恐龍的知識，與對於人類社會的關係。並展示珍貴的恐龍標本(圖 25)其中最著名的是不同成長期的暴龍標本，讓人可比較恐龍的成長變化，另外也展示層積岩地剖面型態，提供學習者探索，有助瞭解考古學家如何找到恐龍的蹤跡(圖 26)，參訪當日恰逢學生團體參觀，運用學習單促進學習，問題範圍涵蓋知識、情意面，且大多為開放問題。



圖 24 對於恐龍的定義與探索



圖 25 珍貴的恐龍標本展示



圖 26 展示地層剖面圖認識考古學



圖 27 學校團體參訪運用學習單促進學習

2. 加州歷史館及美國歷史館

主要將介紹洛杉磯地區的發展與歷史，族群的交融與環境共存的智慧，相關科技的發展，從農耕時代到飛機、車子等機械工業的進程，另外也介紹洛杉磯的特色產業，迪士尼的黑白到彩色影片及相關影視業科技等。

3. 北美洲哺乳動物館及非洲哺乳動物館

這兩個是「動物標本館」的櫥窗展示，配上立體的樹木、花草，及繪上去的遠處背景，從大草原到冰原景色，可以觀察動物的生活習性及生存環境。

4. 鳥類展覽館及昆蟲館

鳥類展館內有亞馬遜森林及河濱鳥類棲息地，這兩個館除了標本的展示外，還有許多互動的體驗活動，像是介紹風力如何幫助鳥類飛行(圖 28)，我們的體重與鳥類比一比(圖 29)，趣味活動透過對比幫助學習者更容易理解。



5. 自然實驗室和戶外自然花園

自然實驗室在地下一樓，入口地面投射洛杉磯高速公路上快速的車潮(圖 30)，並寫到高速公路使的車子在洛杉磯的移動變得便利，但對動物來說並非如此(Freeways make it easier for cars to move across L.A., but not animals)。內部的展示也同樣的挑戰學習者視野，走入自然實驗室完全無法將它與實驗室做連結，它的外觀像是咖啡廳(圖 31)，明亮的燈光、現代化的配色裝潢，但細看裡面卻都是老鼠、蜘蛛、昆蟲的蒐集，彷彿科學中巨觀、微觀的觀點對話。

洛杉磯是一個野生動物熱點(圖 32)，說實在還沒來參觀這個廳的時候，我完全無法將洛杉磯與野生動物連結在一起。它更挑戰大家對於”家”的感受，看起潔淨的家(圖 33)，旁邊大字寫著你的家就是他們的家(Your House is there house)，然後放了很多觀察器，讓參觀者看到廚房裡的小昆蟲，被單上的塵蟎等，說明我們跟令人害怕的小蟲其實住在一起，挑戰我們對熟悉事物的感覺或框架。與室內自然實驗室連結的是戶外自然花園，我們將能夠更全面地探索周圍的自然景觀。參觀者可以通過新眼睛看自然，省思對生物的觀點。



圖 30 投射洛杉磯高速公路的車流



圖 31 遠看像極咖啡廳的自然實驗室



圖 32 應用圖文介紹洛杉磯這個生物熱點



圖 33 你的家就是他們的家家中生物的觀察

（二）洛杉磯自然史博物館育活動與特色

自然史博物館除了靜態的標本、物件展示外，也做了許多研究地展示，像是恐龍實驗室（Dino Lab），讓學習者可以觀看館員用精密儀器清理恐龍化石的工作現場實況(圖 35)，及這種實驗室中的相關設備。另外用布偶呈現的趣味恐龍秀，用無理頭的方式展現科學家在進行考古工作時的辛苦，吸引年幼孩子的目光相當有趣。

自然史博物館是個既有自然歷史又有生活自然的博物館，其用獨特的新方法來解釋城市生態系統以及生活在我們城市和社區中的生物。展示流離失所的山獅，迷茫的土狼，頑皮的老鼠和好奇的負鼠的故事(圖 36、37)，遊客有動力更好地理解 and 尊重生活在他們社區中的動物，挑戰參觀者的框架與觀點，用不一樣的角度詮釋城市野生動物所面臨的有趣生活方式，搭配圖文故事介紹用不同角度觀

察自然的故事。另外實驗室也是進行觀察研究的地方，活體動物、可觸摸的標本，顯微鏡等幫助學習者進行觀察，另外現場也安排許多志工輔助儀器操作及內容說明，邀請所有年齡層的學習者來擔任公民科學家，使用攝像機記錄生活標本，透過電腦網絡每個人都可以提供自己的在博物館、校園或自己的後院中發現的研究結果。相關教育活動重視科學學習熱情的啟發，並透過活動轉化觀點，激起不一樣的觀察力。



圖 34 提供觸摸體驗認識哺乳動物生存之道



圖 35 考古學家展示標本的處理與研究



圖 36 圖文並茂的介紹蝴蝶效應



圖 37 不同高低的觀察區滿足各種需求

五、南加州大學參訪成果

南加州大學的維特比工程學院辦理 K-12 教學外展計畫已相當多年，近年來新科技進步快速，相關活動以機器人、程式編碼教育為主軸，由學校相關科系師生等專家共同規畫辦理，提供相關設備供弱勢學生學習，透過體驗及典範學習激發參與者的學習熱情。

（一）南加州大學簡介

南加州大學(University of Southern California)是一所中等大小的私立綜合性全國大學，成立於 1880 年，其中商學院、電影、傳播、建築、醫學及理工學院等科系在美國大學中相當知名，有多位知名校友，包含 5 名諾貝爾化學獎得主、知名導演及第一位登陸月球的阿姆斯壯(圖 38)等均自南加大畢業。

本次主要參訪其知名的維特比工程學院 (Viterbi School of Engineering)，舊稱「南加大工程學院」(USC School of Engineering)，在知名校友 Andrew Viterbi 捐贈五千兩百萬美金後更名為維特比工程學院。其內包含有航空工程、生物醫學工程、計算機科學、土木與環境工程系、化學工程與材料科學系等科技。該學院有許多劃時代的重要研究產出，在科技的更新與推展上扮演舉足輕重的角色。除了學術的成就外，南加大學生也是運動競賽場上的常勝軍，本次參訪也找機會到學校書局，原主要蒐集科普資料書籍，但五層樓高的書局，卻有四層樓主要販售學校專屬的運動用品及文創商品，而這些商品還是與知名運動品牌合作推出，商業規模之龐大令人驚奇，經營品牌及文創製作能力值得學習。



圖 38 登月第一人-阿姆斯壯紀念像



圖 39 工程學系的紀念碑

(二) 南加州大學教育活動與特色

這次主要參訪的地點為維特比工程學院，這個單位的 K-12 的 STEM 教學外展計畫(USC Viterbi PreK-12 STEM Outreach)已行之有年(USC Viterbi, 2019)，舉辦教育外展計劃 (STEM-EOP) 或機器人開放空間(robotics open house)等活動，主要希望讓資源貧乏的偏鄉或弱勢者也有機會接觸這些新科技，親身體驗工程研究的社會效益。本次參訪主要選在機器人開放空間日，觀察活動的進行。

有鑑於科技的快速發展，南加州大學維特比工程學院師生將自己的研究，結合新科技議題發展趣味的科普活動，提供不同年齡層學習者參與，希望操作機器人或學習程式編碼的歷程，或聽聽博士生和教授談論他們的研究，能夠激發學習者的學習意願，或至少對相關科技有基本概念。所提供的活動不僅限於單日的活動，也有整周的 K-12 學生關於計算機科學的課程。學生們參加南加州大學校園的課程，體驗大學生的生活，吸引大量學生參加(圖 40)，研究指出營隊有助對於提升學習者科學，技術，工程和數學 (STEM) 領域的興趣。另外教學對象也不

限於學生，學校老師有更多的機會接觸學生，幫助教師接觸相關科技也很重要透過活動讓 K-12 教師有機會參觀校園內研究實驗室。引導學習者思考相關問題，圖 41 為我們參觀當日辦理的 STEM-EOP Robots 活動，志願服務學生展示機器人靈活的動作後指導學生操作，讓學習者有機會與 USC Viterbi 具有專業的教師和學生交流，希望透過這些活動及楷模學習，幫助學習者對新科技有基礎認識。



圖 40 許多的中、小學生校園參訪團體



圖 41 介紹並認識機器人的操作

陸、 參訪心得及建議

本計畫參訪四間展覽館及一間學校，這些單位主軸不同各有特色，科學中心的教學媒材多元且具真實感，無論是太空梭或真人心臟標本都讓我感到真實，相關展示與重要議題連結，令人省思在科學學習上情意扮演的角色。加州自然史博館及天文台，除了是展示空間外更設置觀測工具，參觀這些場域除知識學習外，更有機會探究科學研究的本質，自然史博館打破框架，引導學習者成為公民科學家，轉化艱澀語言幫助學習者理解。南加大工程學院的師生對投入中小學生教育活動令人佩服，以下綜合本次參訪心得，提出四點建議：

一、 激發學習熱情

學習熱情為克服困難、持續精進的重要動力。美國與世界科技史的重大事件高度關聯，許多蒐藏都相當珍貴，本次參訪在這些教育場域中遇到許多熱情的學習者，特地到科學中心觀賞奮進號的太空迷，或對星空瞭若指掌的天文迷。有歷史性且獨一無二的蒐藏物件。即便是靜態展示有清楚的脈絡呈現仍吸引大批參觀者。偶像或楷模對於學習也有相當大的驅動力，到南加大參觀學習的孩子，除了對機器人的功能充滿好奇心，這些能夠設計機器人並能教導他們的碩、博士生也是啟發學習的重要因素。

二、 巧妙的活動設計轉化深澀的專家語言

現代科技有專業化、分工化、工具化、數量化等趨向，只用專業術語的教育活動無法滿足不同程度學習者的需求，依各個年齡特點與思維發展設定適當的學習目標，並運用反差對比、譬喻、演示、實驗、體驗活動等，轉化深澀的專家用語。深奧的理論根源於基礎科學，用簡單的語言描述，輔以探索活動，從視覺、聽覺、觸覺以及其他感官來刺激觀眾，激發興趣與促進記憶。

三、 創新思考及問題解決能力

新科技超乎想像，現實的社會有不可化約的複雜性，從套裝知識不全然能夠

認識未來生活，面對 21 世紀的挑戰，不能僅止於追求專精的知識或技能，更需要培養高層次的能力以因應複雜而瞬息萬變的未來社會。對此，科學博物館可以有更多的發揮空間，滿足知識需求外也提供經驗知識，鼓勵批判思維、獨立思考，培養學生創新思考及問題解決能力，引導公眾掌握和理解科學。

四、放眼全球建立多元合作管道

現代社會處於高度分化與相互依存，機器人，人工智能，大數據和互聯網，使資訊的傳遞與整合更加即時也更加全球化，過去由科學家主導的研究，也有了公民科學家的加入，新科技打破國與國之間得藩籬。新科技的教育也可有更大的視野，除了加強地區型的教育銜接外，也可放眼全球辦理國際交流活動，整合不同的教育資源，激盪多元學習火花。

參考資料

Falk, J. H., & Needham, M. D. (2011). Measuring the impact of a science center on its community. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(1), 1-12.

Griffith Observatory (2019) Index. Retrieved from <http://www.griffithobservatory.org>

USC Viterbi (2019) USC Viterbi PreK-12 STEM Outreach. Retrieved from <https://viterbipk12.usc.edu/>