

出國報告(出國類別：考察)

考察美國生物科技科普教育現況與美國博物館
生物科技相關常設展示廳之展示設計

服務機關：國立科學工藝博物館

姓名職稱：吳韻如僱用技術員

派赴國家：美國

出國期間：104年3月26日至4月4日

報告日期：104年5月26日

摘要

為辦理本館生物科技常設展示廳更新案(未來擬更新為「臺灣農業的故事」常設展示廳)，104年3月26日至4月4日獲得同意赴美國博物館參訪。

本計畫主要考察美國伊利諾州芝加哥及加州聖荷西與生物科技相關博物館常設展示廳及特展，並輔以參觀上述展館鄰近博物館展示、相關生命科學教育場域及蒐集美國當地教材，了解美國博物館展覽活動展示內容陳述、教學方法、美術設計、空間規劃、展品陳設與生物科技科普教育現況，整理出可資應用的原則與建議，作為策劃本館生物科技常設展示廳展示更新之參考。

目錄

壹、計畫緣起	1
貳、計畫依據	1
參、計畫目的	2
肆、行程安排	2
伍、參觀內容	2
一、菲爾德自然史博物館	2
二、芝加哥科學工業博物館	7
三、謝德水族館	13
四、艾德勒天文館	15
五、創新科技館	18
六、加州科學院	24
陸、心得與建議	27

壹、計畫緣起

在環境污染、醫療健康、能源危機等議題迫切尋求科技解答的世紀，生物科技運用生物體的方式被視為與自然協調發展的關鍵之鑰。然而由於此學門與生命教育緊密連結，不論是科學界、法律、社會、哲學甚或是一般大眾喜愛觀看的影視等藝術作品中，生物科技(如基因工程)的討論辯思也隨著其快速的發展逐漸受人重視。

本館生物科技展示廳有別於國內其他博物館，著眼於農業文化或生物多樣性領域的展示，自開館之初即率先介紹當時新興發展的此領域知識。展廳更新作業自 103 年開始彙編臺灣生物科技相關產官學研究資料，期以增加圖像及互動單元的方式引介與民眾生活相關的科學原理，有效串聯臺灣各界優秀的生物科技發成果，以落實本館「科技生活化，生活科技化」之理念。有鑑於生物科技多方應用的研究正蓬勃發展，且生物科技建構於其他基礎科學(如生物學、化學工程學、電腦科學…等)之上，如何以親近社會大眾的方式詮釋引介此一學門並發揮展廳的獨特內涵，亟需借鏡國外生物科技相關展示。

美國長期對生技產業的投入與相對其他國家禮遇市場發展的法規，讓醫藥、農業、化工、能源…等生技相關產業以該國作為主要發展聚落。在如此環境脈絡下，生物科技的學術研究、市場發展及科技人文的討論對其社會大眾的影響最為直接且顯著。因此本計畫擬以考察美國當地生物科技相關展示及科普資源，以作為後續展廳更新參考。

貳、計畫依據

依據行政院 103 年 9 月 15 日院臺教字第 1030053265 號函，以及教育部臺教人(三)字第 1030137316 號函核准本出國研究計畫，且本案經核定執行預算新臺幣 11 萬元整。

參、計畫目的

- 一、 觀摩與了解美國博物館的軟硬體設計並汲取美國生物科技發展資訊，加以整理與記錄，作為本館未來生物科技廳展示更新為「臺灣農業的故事」規劃之參考。
- 二、 透過學術文字的轉換與簡明有趣展示手法的設計，並結合活動設計與營運規劃，期讓各領域參觀者皆能關懷生物科技並嘗試了解，發揮「臺灣農業的故事」展示廳在臺灣的獨特教育定位。

肆、行程安排

日期	行程	住宿地點
3月26日(星期四)	啟程(高雄→美國芝加哥)	機上過夜
3月27日(星期五)	菲爾德自然史博物館	芝加哥
3月28日(星期六)	芝加哥科學工業博物館	芝加哥
3月29日(星期日)	芝加哥科學工業博物館	芝加哥
3月30日(星期一)	謝德水族館、艾德勒天文館	芝加哥
3月31日(星期二)	芝加哥→聖荷西	聖荷西
4月1日(星期三)	創新科技館	聖荷西
4月2日(星期四)	加州科學院	聖荷西
4月3日(星期五)	返程(美國聖荷西→高雄)	機上過夜
4月4日(星期六)		

伍、參觀內容

一、 菲爾德自然史博物館(Field Museum of Nature History)

菲爾德自然史博物館肇因於1893年世界哥倫比亞博覽會的藝術宮殿(即芝加哥工業科學博物館現址)，博物館最早於1984年以「菲爾德哥倫比亞博物館(Field Columbian Museum)」的名稱成立，起先的展品以交通、工業藝術及自然

史為主，後廣派科學家至世界收集恐龍化石與古蹟遺址，逐漸發展演變為現今以人類學、動物學、地質學及植物學四大領域為主的菲爾德自然史博物館(Field Museum of Nature History)。其名稱來自於博物館成立最大的贊助者 Marshall Field，由於這位百貨公司富豪的支持與後續企業的共襄盛舉，博物館得以蒐羅世界各地的典藏品。現今博物館已從早期的展品蒐藏轉變為科學研究。

為了打造可以娛樂、教育及啟蒙來自世界各地數以萬計觀展者的展示，博物館展示精煉了新的研究發現與普羅大眾的興趣。以古代美國展示廳(Ancient Americas)和地球演化展示廳(Envolving Planet)為例，科學家及研制者(developer)仔細揀選館內眾多的工藝品、化石和標本，同時與蒐藏家、設計師、包裝製造商(mount maker)及建築師協力設計製作，歷經5年並由超過100位博物館館員打造而成。

除了觀展者親臨博物館可以體驗的蒐藏品、研究與展示，博物館也提供了許多讓公眾學習與參與的機會，例如巡迴展示、數位典藏庫與讓芝加哥及斐濟學生合作闖關的線上遊戲”Why Reef”等活動。在永續自然及文化多樣性方面，博物館的工作團隊研究保護雨林、發起芝加哥夜間「熄燈(Light Out)」保護鳥類遷徙的計畫並以館藏教育培植學生成為未來科學家。

不受限於古物蒐藏的框架，菲爾德自然史博物館一方面用心維護館藏品，一方面汲取新興科技強化於文物保存、研究及展示上，並積極推展博物館教育及芝加哥城市行銷。



為了收藏眾多的館藏並打造集結展示、蒐藏與研究的建築，菲爾德自然史博物館現址歷經七年建造，於1921以全新的古典大理石建築風貌與世人相見。



博物館側門的腕龍鑄件與芝加哥市摩天大樓相輝映。



大廳的學生樂團表演活動



目前世界上發現最大(長42呎，高13呎，7噸重)且保存最完整(90%骨頭完善保存)的暴龍蘇化石(Tyrannosaurus rex SUE)是博物館鎮館之寶，其名稱來自於發現牠的化石探勘者Sue Handrickson，其骨頭則因6700萬年的化石作用而呈現深褐色。



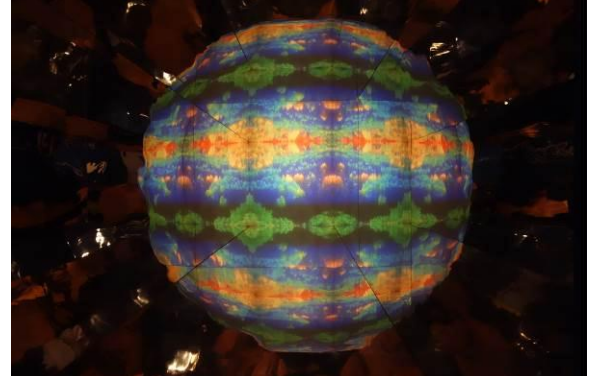
前館長A. B. Lewis抱持著「盡可能蒐羅完整美西亞文物」的理念創立了太平洋展示廳(The Pacific Hall)，展廳內容介紹太平洋自然地理文化並推廣文化理解的。



雷根斯坦實驗室(The Regenstein Laboratory)位於太平洋展示廳中，占地約150平方公尺，在此觀展者可以目睹文物維護學家修補文物並研究其年代。



生物探索中心(Daniel F. and Ada L. Rice DNA Discovery Center)位於分子系統與演化學實驗室中(Pritzker Laboratory for Molecular Systematics and Evolution)，此實驗室成立於1974年，DNA探索中心則在2008以開放式實驗室櫥窗的方式向大眾展現此一先端科技。在DNA探索中心，民眾可以觀看DNA定序由萃取、定序到分析的過程，並伴隨櫥窗外的互動展示了解基因定序的應用。基因定序技術讓科學家可以藉由大量樣本中分析生物的家族譜系，而非僅憑藉物種的外觀與習性論定。博物館的科學家目前正致力於參與國際鳥類及有毒魚類的鑑別與分類計畫，以貢獻演化學與毒物醫療研究。



「地下探險(Underground Adventure)展示廳」以情境造景的方式呈現地下豐富面貌，在此觀展者被縮小成比一便士硬幣還小的(1/100)大小，穿梭在蟲洞中探勘。周遭精緻的線蟲、蝸牛模型取自於博物館的蒐藏，觀展者可以化身為地下科學家逐一執行每一個科學站的任務並認識土壤與人的關係是如何緊密且重要。

「地下探險(Underground Adventure)展示廳」在展廳末端以五片梯形鏡子組成的萬花筒筒呈現地球原體繽紛多變的影像，宣導民眾愛惜地球土地資源。



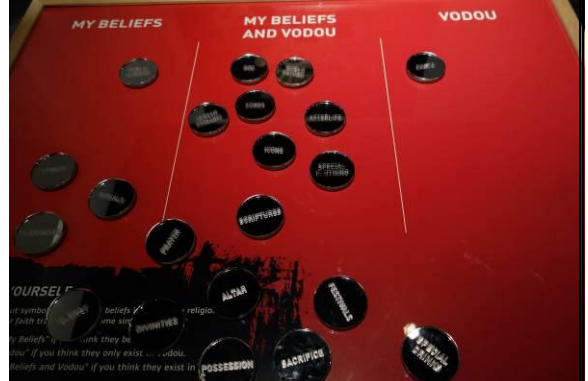
地球演化展示廳(Envolving Planet)於2006年開幕，闡述40億年的地球演化史，其展示故事線由生命的出現與遷徙演化為脈絡，其間穿插歷史上五次物種大滅絕，最後以現在地球正處於第六次物種大滅絕時代，提醒世人珍惜生物多樣性作為結尾。其展示手法透過大量的化石、標本、模型、多樣的造景、互動單元與卡通動畫影片給予觀展者豐富的體驗。



McDonald's Fossil Preparation Laboratory中的科學家悉心的以迷你手提鑽鑿鑿脈石，再透過噴砂機洗掉碳酸氫鈉包覆物，一點一滴逐層逐輪廓的揭露出化石。



「巫毒(Vodou)」特展展示影響海地人民文化的宗教信仰，展場藉由巫毒工藝品、影像及簡約的木板，打造出神聖的空間感。



「巫毒(Vodou)」特展以印有不同文字圓鏡的方式，讓民眾將「靈魂」、「歌謠」、「慶典」等歸類在「巫毒」、「我的信仰」、「我的信仰與巫毒」分區，鏡面象徵對參觀經驗與自我的檢視。



博物館的3D劇場以紅絨布座椅搭配古典的空間設計。



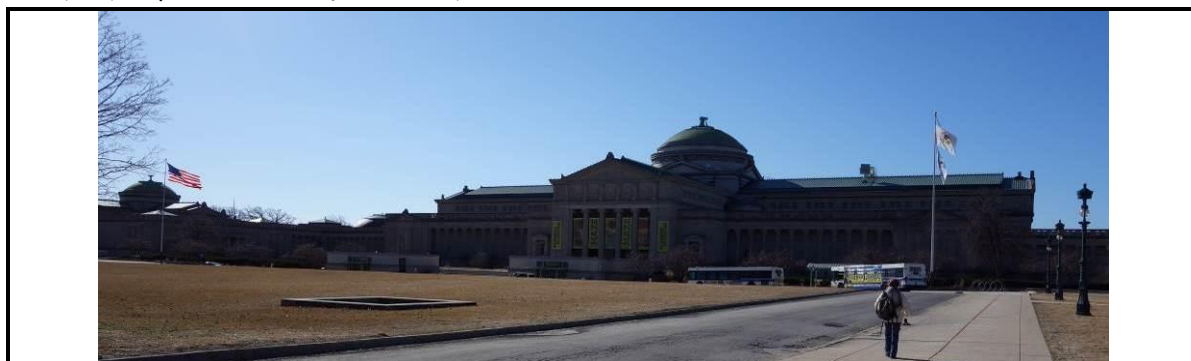
地下穿堂以大型無框帆布輸出及標本展示櫃像藝廊一樣展示博物館的館藏。

二、芝加哥科學工業博物館(Museum of Science and Industry)

美國商人羅森沃爾德父子(Julius Rosenwald and William Rosenwald)在1911年參觀德國德意志博物館(Deutsch Museum)後，受到其高互動的展示設計啟發，決定為自己的家鄉打造一個藉由互動展示「啟發天才」的博物館，因而成就了1933年芝加哥科學工業博物館的誕生。如今除了發展創辦人的使命，芝加哥科學工業博物館更朝向致力於啟蒙兒童發揮他們在科學、科技、醫藥及工程方面的潛能。

博物館內包含占地約37,000平方公尺的特色展示、超過35,000件館藏、五層樓高的Omnimax戲院、教師學生研習中心、會議廳和十二個實驗用科學教育空間，另輔以科學動手做、課後科學社團、青年科學家實習計畫、博物館過夜等活動，引領民眾探索科學並在其中獲得趣味。

(一) 博物館整體參觀紀錄



博物館所在地肇因於1893年舉辦的哥倫比亞世界博覽會(World's Columbia Exposition)所打造的古典希臘建築，原先作為博覽會的藝術宮殿使用，隨後1920菲爾德哥倫比亞博物館搬離後，經過整修改建才成為現今的芝加哥科學工業博物館。



「交通廳(Transportation Gallery)」展示影響人類歷史發展重要的交通工具，如蒸汽火車及波音737，部分交通工具可隨導覽活動啟動機械結構，如波音737的輪子可以打開降下。



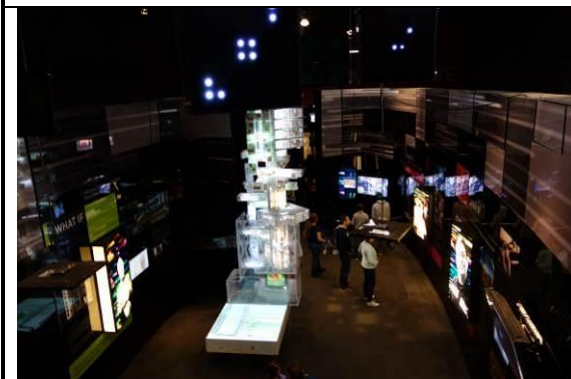
「U505」展示廳展示世界大戰擊沉美國盟軍數噸船艦的U系列潛水艇其一的「U505」。



「科學風暴(Science Storms)」展示廳以挑高二層的展示，介紹物質移動及天災，其中最受人的矚目的就是其中的模擬龍捲風展示。芝加哥科學工業博物館善於運用舞台燈為展品打造出亮眼的情境效果。



「你的體驗!(YOU! The Experience)」展示藉由高互動展品且活潑的色調，引領觀眾探索自我的心智、身體及價值觀。圖為說明笑對於身心影響的展示單元，前方互動單元是一感應裝置，只要觀眾在人像面前動越快，人像就笑得樂開懷。



「先進(FastForward)」展示廳以漆黑亮麗的牆面，搭配多彩的燈箱，並結合可讓民眾變換展廳部分燈光配置的方式，引介重要的科技發明。



「腳踏車的藝術(The Art of Bicycle)」以懸掛展品打光強化結構線條的方式，以歷代腳踏車演進為展示軸線，呈現如圖冊般經典的意象。



「自然的數字：鏡子迷宮(Numbers in Nature)」特展透過自然生態萬象與黃金比例、碎形、螺旋型、沃羅諾伊(Voronoi)等數學比例結構的關係。



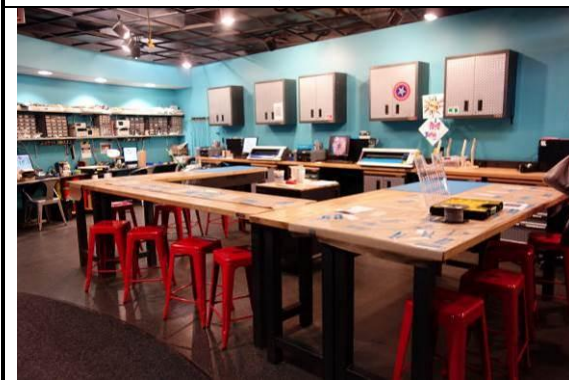
「自然的數字：鏡子迷宮(Numbers in Nature)」特展焦點極為多面的鏡子迷宮，呈現碎形無限分割的意象。部分鏡面牆搭配觸控螢幕，讓人可伴隨著探險驚奇的心情參觀。



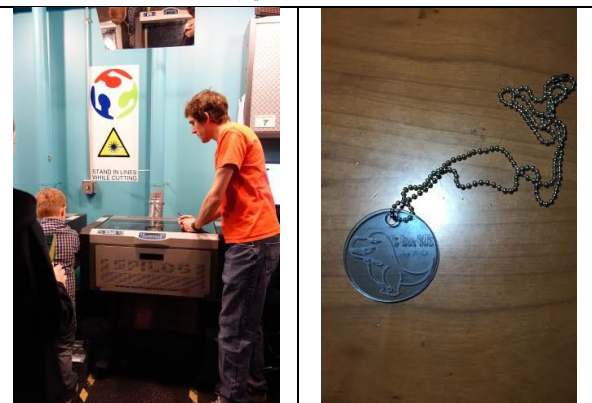
公共空間可看到「生活科學體驗(Live Science Experience)」的活動教具站。圖為現場工作人員運用魚洗說明物質傳導科學原理。



「WOW! Tour」透過展廳參觀、幕後場域參觀(如Imax、火車單元維修空間及館員辦公室等)，提供觀眾一場屢屢驚奇讚嘆的導覽活動。



「Fab Lab」是一個提供數位製造工具以促進新發明的國際非營利組織，包括芝加哥科學工業博物館在內，全球各地還有許多Fab Lab的活動據點。



Fab Lab內的雷射切割體驗活動，雷射切割包括燒蝕及隱形切割兩種方法，透過軟體設計及加工方式便可打造出客製化的雷射雕刻作品。圖左為講師在雷射切割機旁說明，上方裝有斜面鏡讓民眾可清楚看見內部運作情形；圖右為我個人設計的成品。

(二) 遺傳學展示廳(Genetics: Decoding Life)

遺傳學展示廳於 2006 年開放，在規劃前期策展人員曾舉辦市場調查及焦點團體評估，詢問甚麼基因科技議題是人們比較想知道並認為重要的，展區因而發展為「複製」、「基因工程」、「發展」、「突變」、「變異」、「人類基因體」六大區。展廳內最大的特色是透過活體展示，民眾可以藉由觀察活體生物認識基因科技與我們生活的關係(如參觀小雞孵化了解胚胎發展、瞭解綠眼螢光青蛙對於研究人類眼睛的貢獻)。展廳圖文也透過陳述爭議議題的方式，讓觀展者可以角色扮演遺傳學諮詢者的角色藉由投票支持不同的觀點。展廳的策展人 Patricia Ward 在報導中提到，他試圖將「基因」這個抽象的概念拉近我們的生活，希望觀展民眾可以透過引介基因科學予大眾並提供一個堅實的基礎讓觀展者可以藉此去深入了解延伸的議題，進而發展自己的觀點。("Our role is to interpret the science for the public and provide a strong foundation for visitors to go and explore individual topics that they might be more interested in and come to some conclusions for themselves,")

展示廳從草創初期即與夏威夷大學(University of Hawaii)建立長久的合作關係，展出該校研發之複製老鼠。其後陸續幾年展示內容階與天普大學(Temple University)研究人員合作開發展示。展示的活體皆由館內團隊負責照顧並打造突變單元的果蠅展示單元。展廳由館內科學展示部門規劃，並委託設計公司及許多外包廠商工作設計製作。



遺傳學廳入口簡約的圖像搭配DNA雙股螺旋圖像地面投影。



入口以光影廊道的方式導入DNA、染色體和細胞的簡介。



展廳主要分區以波浪弧面展座搭配科技感的金屬色調。圖為突變展示區，左側「In the Blink of Eye」互動單元可讓觀眾拍下自己的瞳孔並呈現在圓球中影像，展現瞳孔顏色性狀的不同。



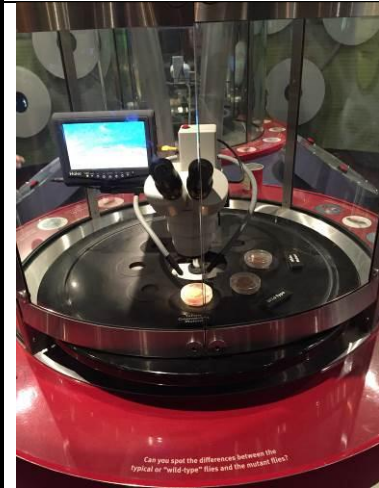
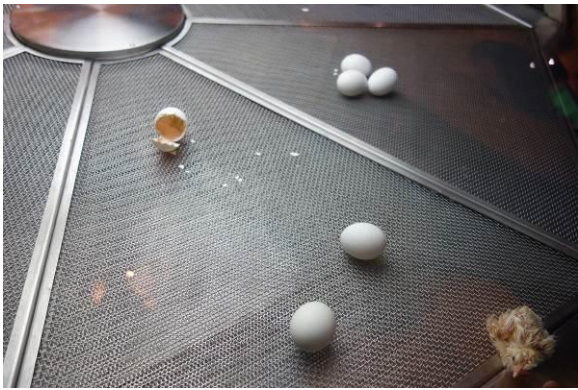
各個分區除了陳述相關範例，亦個展示八種不同的觀點(紫色部分)，如對於基改食物的看法，讓民眾按鍵投票累積計分。



基因工程展區的螢光綠眼青蛙是透過基因轉殖技術而成，透過螢光蛋白的基因轉殖技術，科學家得以更清楚的觀察研究眼睛的生理發展。展廳內的動物維生空間皆設定獨立的溫度、濕度及光照控制系統。



複製單元展出複製技術過程相關的四種老鼠：複製老鼠DNA的提供者(黑色)、卵子提供者(灰色)、複製老鼠(黑色)及其代理孕母(白色)。複製老鼠由夏威夷大學研究團隊研發「檀香山技術(Honolulu Technique)」所複製，此技術和複製桃莉羊的羅斯林技術不同點在於運用物理浴促成複製胚胎生長而非以電擊觸發細胞融合，據稱成功率

	<p>更高。</p>
<p>突變單元展示野生果蠅、白眼果蠅及彎翅果蠅，說明同一物種(species)因為突變所產生的不同品種(variants)。活體果蠅則是向卡羅萊納生物公司購買(Carolina Biologic，一家販售生物教材及教學實驗材料的公司。)</p>	

芝加哥科學工業博物館和卡菲爾農場博物館(Garfield Farm and Inn Museum)合作，一起藉由孵蛋展示復育瀕危的美國雞(Java Chicken)。

(三) 農業科技展示廳(Farm Tech)

有賴於現代科技在自動化、物理、基因工程、農業及機械的突破發展，農業並沒有因為世界人口的增加而擴增規模，反而是運用上述技術發展的更為精緻且有效率。農業科技展示廳以「農場到餐桌」的軸線，讓民眾體驗目前農業普遍使用的創新科技。

	
<p>農業科技展示廳以農產品常見的橘、黃、藍、綠為主要色系，並以農舍外觀、模型與農業機具搭配作為展示分區意象。</p>	



「農業型態(Farming Styles)」以小型溫室的造景簡述不同的農業方式及作物對於農業環境的需求，其中藉由活體植物與模型以玉米說明傳統育種、基因改造和有機農業的不同發展面向。

展廳牆面穿插著有趣的「農場小知識(Farm Fact)」，圖為說明深色的萵苣比淺色萵苣更有營養。



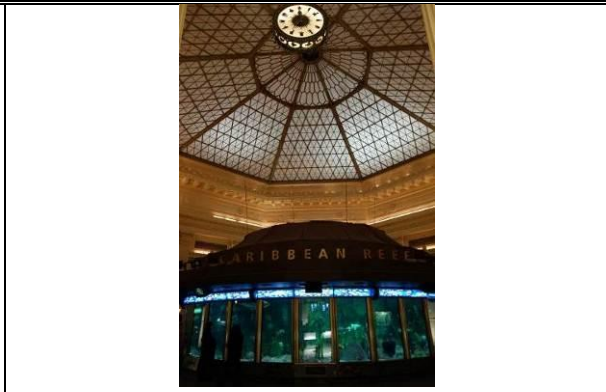
展廳內最引人注目的焦點就是真實收割機改造的互動單元，透過結合模型與互動多媒體，民眾可以操控收割機模擬收割玉米，旁邊的機器剖面也可以讓民眾看到機械運轉方式。

三、 謝德水族館(Shedd Aquarium)

謝德水族館與菲爾德自然史博物館同樣來自於 Marshall Field 百貨企業老闆的贈禮，約翰謝德(John G. Shedd)有鑑於美國境內及歐洲都市幾個大城都有完善的水族館，於是致力於為芝加哥打造全世界最大且最好的水族館。謝德水族館蒐羅了世界水生物種，是第一個同時展出鹹水與淡水生態的內陸水族館，於 1929 年開幕。

除了水族表演秀及 4D 劇場，其特色體驗活動包括水族館幕後巡禮、餵食鯊魚、與白鯨近距離接觸及一日水生動物訓練者活動，並可以預約客製化的水族館體驗活動。

謝德水族館持續累積館內科學家在動物健康及行為學、遺傳學、營養學、藥理學及生育的研究與著作發表，亦透過館內硬體設施節能友善環境措施(節能、節水及打造植物園)及保育活動(與其他博物館合作「白鯨保育運動」、發展保育海馬的公民科學活動及友善海洋資源的海鮮食材教育)推動環境永續。



謝德水族館由芝加哥當地享譽盛名的建築團隊(Graham, Anderson, Probst & White)設計，打造由石灰岩與紅陶組成的新古典主義風格建築。



亞馬遜雨林區：以透光的鋼構空間、造型水族缸、雷射切割板材及模型造為空間設計。

亞馬遜雨林區的圖板除了說明圖文，亦結合機構互動裝置、標本、模型(部分可觸摸體驗)或影片。圖為以齒輪機構說明食人魚食物的圖板設計。



五大湖展示區可觸摸當地特有魚種—大型魚湖鱒魚(Lake Sturgeon)。

海洋展示廳內體驗臉部彩繪活動的民眾。



野生珊瑚礁(Wild Reef)區牆面以大量的珊瑚礁模型拼組成。



條紋斑竹鯊(Bamboo Shark)的魚卵展示。



為了復育珊瑚礁，謝德水族館加入國際珊瑚礁保育活動—SCORE，將在野外蒐集的珊瑚卵放置實驗空間，以鹵素燈、鈣反應器(Calcium reactor)及蛋白質分離器(protein skimmer)打造人工珊瑚礁維生系統並展示給觀展民眾認識。



賣店以大型八爪章魚作為視覺焦點。

四、艾德勒天文館(Adler Planetarium)

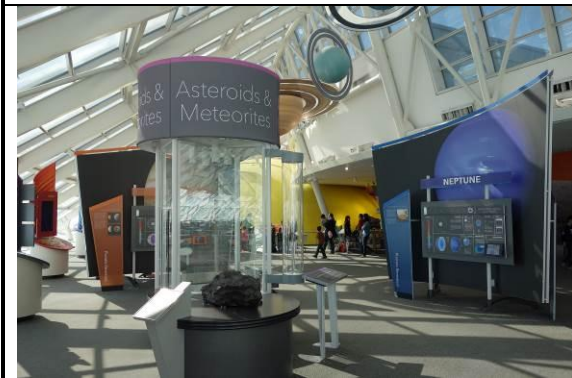
艾德勒天文館的創始者—Sears 百貨大亨 Max Adler 為了造福芝加哥後代，並驚艷於德國打造能形塑夜空影像的光學投影設備，運用其資金創建西半球第一座現代天文館，並於 1930 對大眾開放。艾德勒天文館廣蒐具有歷史的天文、導航、計時與工程工藝品，其發展使命為鼓勵大眾對於宇宙的探索與了解。



艾德勒天文館外觀。



Clark Family Welcome Gallery以太空艙的空間設計，結合互動感應投影遊戲，圖為觀眾體驗組裝太空探勘車。



「我們的太陽系(Our Solar System)」展示廳



展廳內以鬧鈴、氣球等不同物品放置真空設備中，說明太空中物質傳遞與地球大氣層的不同。



「週一小小探險家 (Young Explorer Monday)」的自製風箏(Flying Kite)活動，適合2至6歲的親子體驗，透過包裝袋、色紙、緞帶、塑膠杯等工具，民眾可以自由設計組裝個人的飛行器，再放置到強力風管(如右圖)中嘗試飛行。體驗過程中現場工作人員僅作為輔導而並無課程教育，完全是讓民眾自己探索創造，而風管因為風力很強所以成功率也很高，無論何種飛行設計都可以在此獲得驚奇與成就感。



「太空觀察實驗室(Space Visualization Laboratory)」每週一的天文學講座，由艾德勒天文館中的科學家講解並與民眾討論天文議題，同時說明天文館目前進行的研究計畫。



Johnson Theater 3D劇場以舞台布幔鑲嵌燈泡的方式模擬星空閃爍的樣貌。



天空劇院(Grainger sky theater)是艾德勒天文館中最大的圓頂劇院，透過沉浸式劇場與工作人員穿戴太空裝角色扮演帶領觀眾闖蕩太空的互動方式，完成太空探險任務。當日觀賞的「太陽系探險(Destination Solar System)」影片結束後，工作人員配合劇情，讓民眾觸摸體驗土星環的冰晶。



早期在光電科技還未發達的時候，Historic Atwood劇場設置在戶外並藉由太陽光穿透孔洞的方式呈現夜空星光。現今劇場移至展廳內並改以電燈光源，透過5-6人進入球型劇場的方式，解說人員簡介夜空的星座，並隨民眾提問回答交流。劇場內圓頂模擬地球自轉造成四季星象不同的方式轉動，坐檯旁飾有芝加哥高樓的剪影，十分有意境。

五、 創新科技館(The Tech Museum of Innovation)

成立創新科技館的靈感來源可追溯到 1978 年 Palo Alto 高年級聯盟與聖荷西低年級聯盟想打造科學與科技動態學習場域的想法，經歷 1998 成立的「倉庫(Garage)」青年兒童學習場域時期，2006 年創新科技館才以新穎的色調與世人相見。

創新科技館以鼓勵創新為使命，博物館內透過靜態展示與體驗科學，讓觀展者可以藉由玩樂與喚起好奇及快樂的情緒，了解科技對於我們生活的影響、鼓舞參與行動並呈現矽谷在地特色。

創新科技館目前正進行為期四年的常設展示廳更新計畫，預計全面更新館內展示內容並展示至少七年的時間。

(一) 博物館整體參觀紀錄

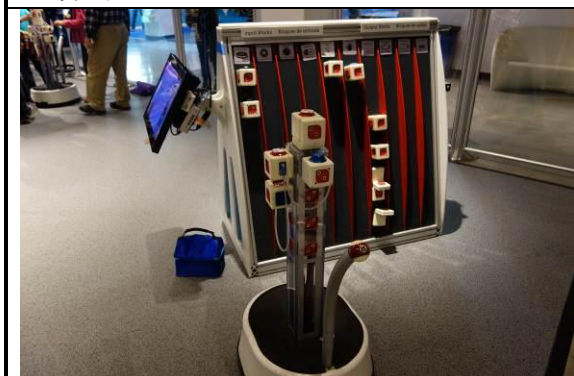
	
<p>創新科技館以芒果色及紫色，呈現新穎、活潑的樣貌。</p>	<p>館內以條碼(The Tech Tag)門票的設計，讓民眾可以紀錄個人參觀紀錄，如與展品的合照、體驗圖像及插圖小知識，當民眾在網頁上建立帳號後並登錄條碼號碼後，日後除了可追憶亦可登錄再次參觀的條碼至同一帳號累積參觀資訊。</p>



「矽谷創新廳(The Tech Silicon Valley Innovation Gallery)」以矽谷研發的互動科技打造的藝術與科技的體驗展區，民眾可藉由多媒體藝術、虛擬實境旅遊、動畫及奈米科技等面向，創作自己的科技藝術。



「社交圈(Social Circle)」以鼓勵社會交流的立意，設計讓觀眾自由踩踏出繽紛的動態圓形且互相交流的多媒體視覺意象。



「社交機器人(Social Robot)」展示區以電腦計算的「I/O(Input / Output)」鍵操作概念，讓民眾體驗自己組裝輸入(如按鍵、旋鈕、光感應器等)及輸出鍵(如旋轉動作、發光LED等)，再加以串聯作用，另可讓機器人穿戴現場的道具服飾，打造獨一無二的個人機器人並拍照留念。



「創新工作室(The Tech Studio)」設有許多可動手體驗的設備與道具，如積木、3D列印組件，並不斷開發新課程及體驗活動，吸引觀眾一再來館參觀。



「創新工作室(The Tech Studio)」中可自行組裝建築結構，並在震動平台上測試穩固性。創新科技館每年也舉辦建築結構挑戰賽，鼓勵青年學子動手研發創造。



「創新工作室(The Tech Studio)」內以容易取材的鋁箔盤、色球與木條等工具，開發不同的投射工具。

與科學教育組組長Gretch會談合照。

(二)健康與生物科技廳(The Tech Health and Biotech Gallery)

矽谷不僅是全球電腦資訊龍頭的所在地，也是生物科技產業誕生的地方，生物科技相關的企業、學術單位與研究人員為了人類的健康未來緊密合作。基於地緣關係與教導民眾認識此高科技，創新科技館以約 460 平方公尺的場域設計了「健康與生物科技廳」。展廳主要內容陳述遺傳學與人類健康的關係，小部分陳述人類如何發展科技鍛鍊體能並挑戰生理極限(如飛行)。在展廳中，民眾可透過 Tech Tag 儲存基因卡通教學圖像、角色扮演(如科學家、顧問或決策者)、動手進行基因工程實驗，認識基因與人類健康生活的關係。

創新科技館與鄰近的史丹佛大學遺傳學系擁有長久的合作關係，兩個單位共同創作出遺傳學展示(Genetics: Technology with a Twist)並持續研發更新。史丹佛大學遺傳學系邀請所有該校生物相關科系的研究生及博士後研究人員加入「史丹佛在創新科技館(Stanford at T Tech)」活動計畫，參加人員經過培訓，得以參與創新科技館遺傳學展示維運活動。參與計畫的學生必須持續兩個學術季(quarter，美國部分學校將學年分成四部份的方式)且每週一個上午的方式在創新科技館內工作，工作內容包括：

- 辦理展廳樓面科教活動：引導參觀民眾萃取犢牛胸腺 DNA 並回答其問題。
- 編寫創新科技館線上遺傳學展示資料，包括回覆「詢問遺傳學者(Ask a Genetics)」觀眾提問的問題於該網頁及詢問者信箱，並提供近期熱門的遺傳學科技新知到「遺傳學新知(Genetics in the News)」網頁。
- 研擬期末提案：參與者必須在第二個學術季提出期末提案，提出的提案可能會成為展區更新的一部分、作為線上展示更新或作為展廳樓面科教活動。

參與學生可獲得相當於在史丹佛大學講授一個學術季的薪水。除了在創新科技館的工作，參與者還須提供展區實驗室「Wet Lab」所需的質體與培養大腸桿菌，以供體驗活動需求使用。



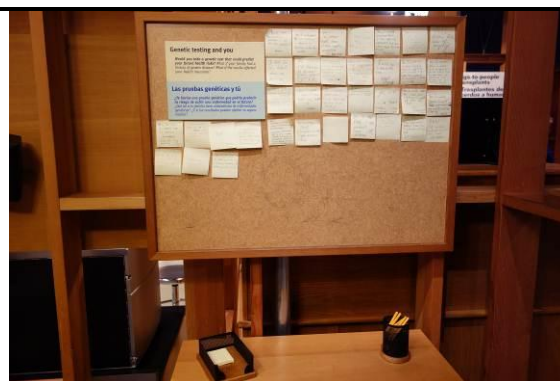
健康與生物科技廳內「遺傳學(Gentics: Technology with a Twist)」展區以書房的概念作為空間設計，入口處可看見由書本堆疊的DNA雙股螺旋造型，象徵DNA如同許多密碼文字組成的生命之書的概念，富含許多指令以建構出生命現象。



展廳內的實驗室(Wet Lab)透過標準流程化的實驗步驟，讓民眾可以依據螢幕圖文指示，一步步的使用試管、滴管、培養皿等工具，邊操作邊學習轉殖水母的綠色螢光蛋白基因到質體中。



「請問遺傳學者」單元可輸入民眾對於遺傳學的問題，這項活動由美國國立衛生研究院國家研究資源中心(NCRR, NIH)科學教育合作夥伴獎計畫 (SEPA) 資助提供。



觀展者可使用現場便條紙寫下自己對基因檢測的看法。



透過美國參議院場景的設計，觀展者可在此錄製支持或反對基因工程的宣言。



史丹佛大學學生正教導民眾萃取小牛胸腺DNA，透過詢問民眾日常生活遇到的DNA，串聯我們與生活中的DNA是如何相似與息息相關。

(三)「基因體：解開生命密碼(Genome: Unlocking Life's Code)」

巡迴特展

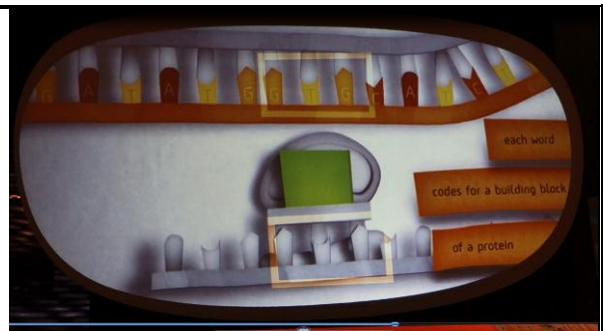
本展由美國國立基因體研究機構(National Human Genome Research)與美國國立自然史博物館(Smithsonian Institution National Museum of Natural History)合作所策劃，展示內容主要為紀念人類基因體計畫的卓越成就並引介其與我們健康生活的關聯。本展在美國國立自然史博物館展畢後至美國相關科學館巡迴展出，加州創新科技館展期為2015年1月22日至4月27日。

展覽分為四大區：解釋基因體與我們關係的「我們的基因體 (The Genome within us)」、基因體如何造就多變與相似生物世界的「自然世界(Natural World)」、基因檢測如何輔助考古學與化石證據追溯祖先的「我們的基因體旅行(Our Genomic Journey)」與先天基因變異及後天生活習慣對於疾病醫療影響的「基因體治療(Genomic Medicine)」四大區，

(備註：人類基因體計畫(HGP)目的為瞭解人類基因的各個功能，以瞭解生命的現象與疾病的關聯，透過人類基因的解碼，生物科技不論在農業育種、健康醫療或工業環境等研究領域都有望能突破發展。)



特展以影片、互動多媒體、標本、模型與互動機構結合圖文面板的方式，呈現一座座豐富的資訊站。



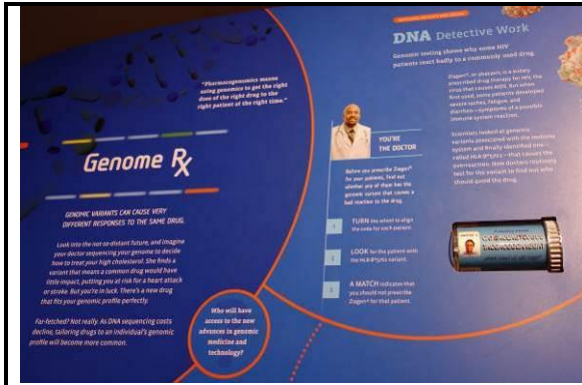
特展以卡通剪紙的動畫方式呈現分子生物學的中心法則，將生理現象轉化為逗趣且簡易的形象。



展區以彈性布披罩金屬支架及獨立展座的設計方式，便於適應各種移展空間。



「自然世界(Natural World)」展區以生命樹說明基因體如何造就多變又相似的生物多樣性。



「誰擁有接受基因治療與科技的優先權？」：展示圖文面板以穿插提問的方式引領民眾思考基因科技的議題。

科學家根據研究資料打造出的3D基因體球，試圖解析基因體在細胞核中的結構。



創新科技館館員為特展開發「遺傳性狀」手鍊製作的活動。一個個不同顏色的珠子代表不同的性狀。以我的例子(右圖)而言，經過回答問題得到該性狀顯性或隱性的珠子，手腕上珠子代表「不能卷舌」、「沒有美人尖」、「直髮」、「無酒窩」及「味覺感覺得到苦味紙苦味」的性狀，透過毛根管與不同串珠的組合成個人的手鍊，完成手鍊後參與者相互比較DNA是何其多變與不同。

六、加州科學院(California Science Academy)

加州科學院是一個在災後新生的博物館，創立於1853年的博物館由於受創於地震，2008年以綠建築的新面貌與大眾相見。透過過去蒐藏將近2,600件標本及豐富的研究能量，結合新興科技，由裡到外呈現維護自然生命的新願景。

加州科學院的研究、教育及公眾計畫，旨在讓社會大眾認識科學並投入生物多樣性保育。其工作內容可濃縮為「探索(Explore)」、「解釋(Explain)」、「永續(Sustain)」地球生

命：透過全球性的探勘及研究計畫探索認識生物多樣性，藉由博物館展示、教育活動、科學公民計畫及線上教學資源向大眾分享自然知識及加州科學院的研究成果，最後透過與政府、人民和其他單位的合作保護自然生物的永續發展。



加州科學院位於舊金山金門公園中，其建築師 Renzo Piano 以金門公園揚起的屋頂融入當地多丘陵的地形特色中。兩端突起的部分分別為館內雨林區與天文區的屋頂，多層的構造讓加州科學院具有收集水、散熱、通風的功能，其上種植加州科學院測試成功可以在屋頂生存的 35 種植物，與周遭的候鳥、昆蟲自成生態系的綠屋頂。



導覽志工解說綠屋頂結構。重建的加州科學院使用了約九成舊建築的回收鋼材，並運用單寧作為隔熱層，頂覆太陽能板吸收太陽能，企圖最有效節能的運用自然能源。



加州科學院的熱帶雨林展示區，展場運用高度透光的屋頂及金屬鹵化物燈讓建築內的植物能充分吸收陽光以進行光合作用。



「地震展示廳(Earth Quake: Life on a Dynamic Planet)」以板塊移動為主軸，說明地震防災措施與物種的演化，並透過地震體驗屋讓民眾體驗1906年的舊金山大地震。



「地震展示廳(Earth Quake: Life on a Dynamic Planet)」多人合作操作的板塊拼接遊戲，每座機台負責一塊大陸，最後必須拼成盤古大陸。



天文館圓頂劇場一樓作為一投影解說空間，當天由科學家分享天體生物學目前的發現與進展。



水族館以水流造型的半立體牆面作為設計。



自然學家中心(Naturalist Center)收藏動植物標本，內有駐點研究人員輔助民眾觸摸認識，另有展示教具、參考書籍、骨骼描繪區與資訊查詢區。當時教育活動為奈米日(Nano Day)，展示奈米小知識及奈米圖像拼圖、「我發現奈米！」桌遊、觀察蝶翅的奈米結構等開放式教具。





親子教室空間，提供殺人鯨圖畫紙彩繪。



計畫實驗室(Project Lab)是一個擁有先進設備的場域，加州科學院的科學家會在此觀察生物、研究、分類，民眾可透過透明櫥窗目睹科學家的研究過程，並參與實驗室不定期舉辦的講座活動。

陸、心得與建議

以生物主題來說，本次考察的展覽可分為偏向自然生態及生物科技兩類：偏向展示自然生態的博物館包括菲爾德自然史博物館、謝德水族館和加州科學院。上述博物館透過標本、化石及活體生物的蒐藏研究，並建置龐大的館內生物維生及貯藏系統，累積豐富的展示活動資料。展示內容以大量生物物種的介紹(名稱、學名、習性、生理結構及生態)及永續生物多樣性為主軸；

而偏向展示生物科技的芝加哥科學工業博物館、創新科技館及美國國立自然史博物館「基因體：解開生命密碼」特展，則運用多元的互動展示科技吸引民眾體驗。展示面向則著重於基礎的生物科技概念並藉此啟蒙觀展者思考科技與人文如何兼容並進。

本館屬於應用科技博物館，未來展示的方向偏向芝加哥科學工業博物館「遺傳學展示廳」、「農業科技廳」、創新科技館「健康與生物科技展示廳」及美國國立自然史博物館「基因體：解開生命密碼」特展的展示陳述方式，其他考察展示則作為本案設計風格、展示手法、博物館維運活動及軟硬體建置參考。

藉由本次考察行程，綜合以下幾點建議，未來期能加以應用在展示廳更新規劃中：

一、透過特色展品活絡展示內容

觀察上述芝加哥科學工業博物館及創新科技館兩館展示亮點主要以互動單元、活體及實物為主：例如芝加哥科學工業博物館遺傳學廳的複製老鼠及農業科技廳的收割機、創新科技館的水母綠色螢光基因轉殖體驗實驗及基因定序機皆是一般大眾平常較不易接觸到的生物科技實物，給予民眾獨特的參觀體驗。本館「臺灣農業的故事」建置植物工坊，給予民眾貼近農業生物科技且藉此感受觀看、觸摸及聞香的多重體驗，並期以農業生物科技機械儀器結合互動多媒體的方式，豐富觀展者的參觀經驗並藉此強化展示效益。

二、連結日常生活經驗的展示陳述方式

芝加哥科學工業博物館「遺傳學展示廳」、「農業科技廳」、創新科技館「健康與生物科技展示廳」及美國國立自然史博物館「基因體：解開生命密碼」特展展示內容主要由「人類與生物科技」的角度切入，簡述生物科技及對人類的影響，拉近生物科技與我們的關係。例如遺傳學展示主要以「人類疾病與健康」及「人與人之間性狀的差異」讓觀展者可以去思考生物科技與我們的關係，而農業科技展示廳則以農畜產品及其工業(如作物、大豆工業製品、生質能源…等)應用層面貼近我們的生活經驗。因此在有限的展示空間內，上述展示盡可能地透過實例解釋各展示單元科技概念(例如以缺乏生長激素的個案說明基因治療或以林肯的頭髮說明基因辨識)，較多或較複雜的內容則透過影片解說或互動體驗的方式逐步了解。

未來本館「臺灣農業的故事」的目標客群為一般社會大眾，因此擬參考上述展示的陳述方式，盡量以容易理解的口語並運用實例說明科技概念以利初學者親近展示內容，另將

結合互動體驗單元及解說影片增加展示內容的深度。

三、開放性的爭議思考

由於生物科技是利用生物個體或其組成的成分所發展出有益人類生活品質之產品的技術，因此其面對的倫理、社會及法律爭議討論更為熱烈。芝加哥科學工業博物館遺傳學廳、創新科技館及美國國立自然史博物館「基因體：解開生命密碼」特展皆透過讓觀展者扮演醫生、科學家、顧問或決策者…等角色，鼓勵其表達自己對於生物科技議題的看法，以開放性的思考方式而不以是非對錯的概念來教育觀展者。

相關展示方式則透過穿插於圖文表板間的提問句、議題投票與發表宣言之場景設計呈現，未來本館「臺灣農業的故事」期以穿插爭議思考及小知識的方式，給予觀展者藉由觀展所學進而沉澱省思。

四、運用畫面分割及結合不同展示手法的方式增加圖板可看性

本館生物科技廳原規劃為簡介基本生命科學、生物科技的運用及倫理，展示手法也大多以圖文表板、影片、互動多媒體及模型呈現。觀察芝加哥科學工業博物館的遺傳學廳、謝德水族館與「基因體：解開生命密碼」巡迴特展，兩展均透過畫面分割陳述展示單元簡介、應用及倫理議題，並輔以模型、實物或互動機構增加圖文表板吸引力，讓觀展者可以輕易地找到自己感興趣的部分逐一了解體驗。未來本館「臺灣農業的故事」在展示設計上除了可朝建材多元組成及增加層次的方向規劃外，亦可參考上述三展示的設計，增加圖文表板的閱讀性。

五、常設展示廳展示內容的活化與經營

如同創新科技館科學教育組組長 Gretchen 所言，以科技為展示內容的展館會面臨到「資訊過時」的問題，因此該館的發展面向主要朝向可以鼓勵科技發展的「創新」為主。本館發展面向以應用科技為主，可參考芝加哥科學工業博物館

及創新科技館展示介紹核心議題及重要里程碑(如芝加哥科學工業博物館複製老鼠即為複製技術突破發展的實例)為主，仍在發展中的新科技或較為複雜的技術則可透過辦理科教活動、特展及串聯網路媒體的方式分享給民眾。有關辦理特色科教活動、相關特展或透過網路媒體延續展示效益建議說明如下：

(一)辦理特色科教活動

本次考察的博物館特色科教活動包括展廳內活化廊道的動手做科教活動、科學演示及研究成果發表。動手做科教活動如同創新科技館內配合展示內容的教育活動及加州科學院自然學家中心的開放式教具；科學演示則以芝加哥科學工業博物館的生活科學體驗與艾德勒天文館的展廳定點演示活動為例；而加州科學院、菲爾德博物館及艾德勒天文館皆建置實驗空間供研究人員研究，並運用本身研究資源或與學界協力研究的方式，辦理研究成果發表講座。

不論何種形式的科教活動，觀察上述博物館皆十分注重講者及參與者相互間的交流討論。例如史丹佛大學在創新科技館辦理的 DNA 萃取體驗活動，即由詢問參與者早餐吃甚麼延伸到我們吃的漢堡、薯條、果汁這些產品都含有 DNA，將 DNA 由抽象化的概念轉變為我們生活經驗的具體形象；而當參與者在兩組以上的時候，授課者也可以透過引導參與者相互觀摩比較增加體驗活動的獨特性。如同「基因體：解開生命密碼」特展遺傳性狀手鍊的製作，在完成手鍊後，參與者還可以互相比照，讓我們驚嘆人與人之間是多麼相似又獨特。

未來本館「臺灣農業的故事」在辦理相關科教活動時，可參考上述活動輔以引導討論的方式，讓參與者除了透過活動學習科技知識，亦可帶回自己的體悟與心得。此外，針對比較艱深的科技新知，可考量與外界學術單位合作辦理座談，深化展廳內容。

(二) 辦理相關特展或透過網路媒體延續展示效益

如美國國立自然史博物館「基因體：解開生命密碼」特展展示許多目前主辦單位(美國國立基因體研究機構與美國國立自然史博物館)的研究成果，目標客群較適合對於分子生物學已有基礎認知之族群，因此作為巡迴特展也可增加各館所生命科學或生物科技主題展示廳的進階課程。其豐富的展示內容及參考研究資料大部分可在特展網路上延伸閱讀，同時特展網頁也串連美國各單位基因體教學網頁，提供一般社會大眾認識目前科技發展的平台；而創新科技館遺傳學展示則透過與史丹佛大學的合作，於網路平台上分享科技新知並開放民眾詢問相關問題。

未來本館「臺灣農業的故事」將規劃一區活動兼小型特展空間，不定期更新該區展示內容，期與相關社會資源結合開展展示活動。此外，亦希望透過建置展廳網頁的方式串聯相關教學資源，加值展示效益。