

從科學博物館推廣環境教育 ——更新人與自然的互動關係

Popularizing Environmental Education from Science Museum-
Refreshing the Interactive Relationship between Human and Nature

黃惠婷 | 國立科學工藝博物館公共服務組

Huang, Hui-Ting | National Science and Technology Museum Visitor Services Division

陳淑菁 | 國立科學工藝博物館蒐藏研究組

Chen, Shu-Ching | National Science and Technology Museum Collections & Research Division

黃俊夫 | 國立科學工藝博物館蒐藏研究組

Huang, Jun-Fu | National Science and Technology Museum Collections & Research Division

全球暖化、氣候變遷、環境生態破壞，地球正面臨著前所未有的災難，科學博物館透過創意科學傳播方式，來提升觀眾環境知識與態度，期求能更新人與自然互動的美好未來！

* 前言

浩瀚宇宙中一顆資源豐富又生態多樣化的美麗地球，經由人類予取予求地耗費大量自然資源，導致全球暖化、氣候變遷、環境生態破壞、成千上萬的物種正面臨著滅種危機。從工業革命以來，人類為提升生活水準，在政治、經濟、社會與文化活動上大量使用自然資源，各項議題均已引起國際重視，環境教育已成為解決環境問題與促進環境永續的關鍵，希望各界能檢視過去的發展並重新思考未來的世界及環境，具有社教功能的博物館當然也不能置身事外，如何推動並落實環境教育，儼然成為現階段重要課題。

聯合國大會於 2015 年制訂「2030 年永續發展議程」(2030 Agenda Sustainable Development)，提供人類與地球現在及未來和平與繁榮的藍圖。其中聯合國教科文組織以 17 項永續發展目標 (Sustainable Development Goals，以下簡稱「SDGs」) 為核心 (如圖 1)，呼籲已開發及開發中國家共同採取緊急行動，希望能在 2030 年前終止貧窮、改善健康與教育、減少不平等、激勵經濟發展、減緩氣候變遷與保育森林及海洋生態系。畢竟每個問題都是息息相關，有賴各國攜手合作才能扭轉當前局勢，進而達到永續發展的可能。

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



※此表由CSRone永續報告平台翻譯與製作

圖1 聯合國17項永續發展目標(參考自科工館109年年報,頁111)

* 建置國立科學工藝博物館為環境教育設施場所——綠博物館計畫

近年來，環境保護議題在臺灣日漸受到重視，就連一般觀眾也在日常生活中感受到氣候變遷的壓力，對當前各界的環境管理和國際治理構成重大的挑戰，政府也開始努力在調適和減緩各項環境策略中建立連結。《臺灣環境教育法》於2010年6月5日立法通過後，隔年便開始實施環境教育設施場所與人員等認證及管理辦法，這象徵著臺灣的環境教育邁入另一個新紀元。環境教育法實施後，已有多數具有豐富生態或人文與自然特色之場域申請環境教育設施場所認證，而在非制式教育體制中具社會教育功能的科學博物館，對於環境教育必然有著不可規避的責任和義務。

國立科學工藝博物館（以下簡稱科工館）

早從2010年開始，以永續發展理念邁向「綠博物館」的願景，推動環境教育為使命，展現社教機構的責任。在綠博館架構下（圖2），科工館秉持著永續發展理念，推動環境教育的主要概念，並透過教育與示範雙管齊下的方式，以「環境學習中心」的經營理念，提供一般觀眾與學校師生適當的場域，並藉由展示、教育、設施與活動，透過專業人員的解說、引導及教育，期盼成為全國推廣環境教育之最佳環境教育設施場所，以及臺灣首座「綠博物館」。

科工館也參考國外博物館經驗，以「環境永續」、「社會永續」、「文化永續」及「經濟永續」四大面向，融入展示、教育活動及推廣、主建築體及戶外園區的利用與維護。自

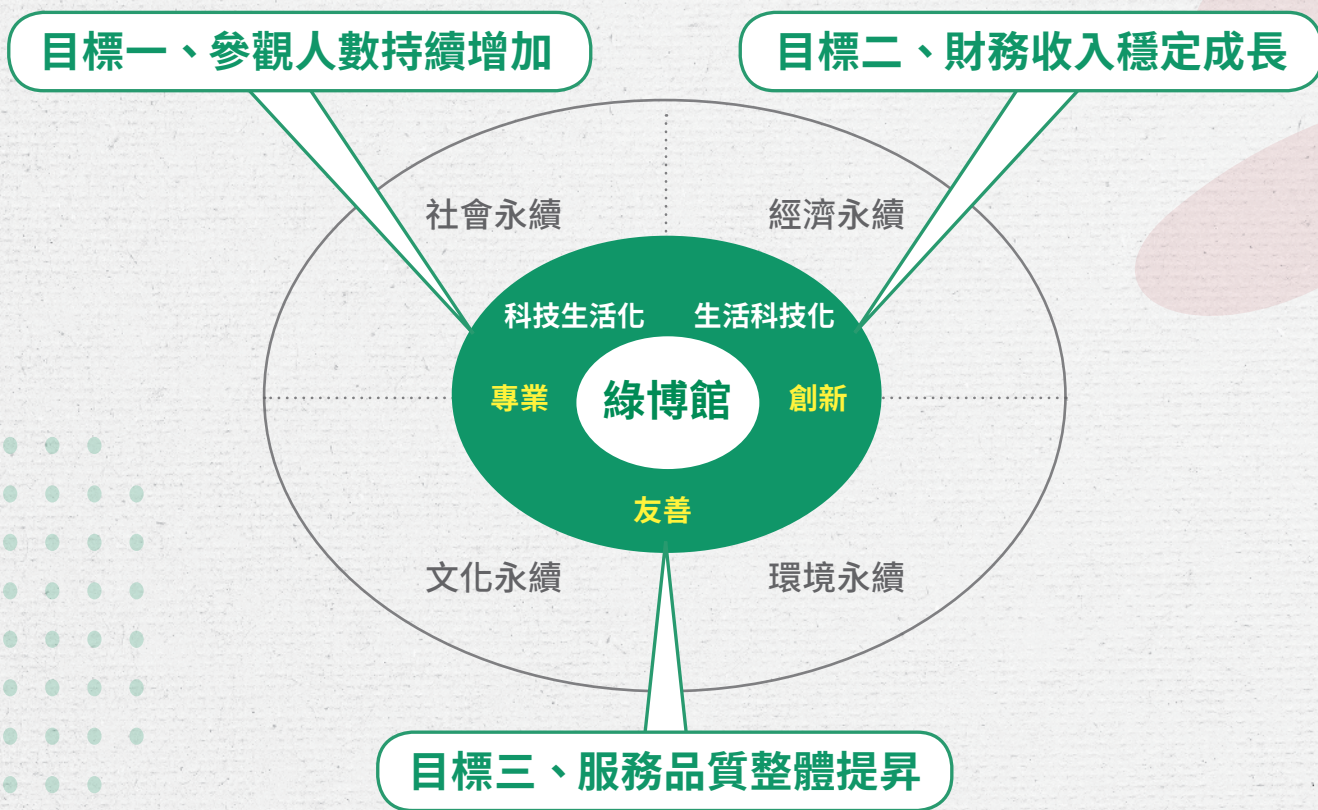


圖2 綠博館架構圖(參考自陳訓祥、張秀娟(2010),頁105)

2010年起即開始進行「綠博館計畫」，2013年及2016年皆經過修正：如「社會永續」方面，從「拓展主要觀眾計畫」到「多元觀眾開發計畫」，新增了「拓展新媒體暨社群」；以及「經濟永續」方面，

則是「推動會員制計畫」，除科工館原有機器人卡及家庭卡之外，加入「企業會員」。以科工館107年年報為例，在各面向之執行策略如下，其他主要工作項目及評估指標執行成果，詳如表1所示。

(一) 環境永續

執行目標在於建立科工館成為友善、舒適、愉快的參觀環境；執行策略歸納為「節能減碳」、「環境管理」及「綠色消費」等三大議題。

(二) 社會永續

目標在於善盡科工館的社會責任，追求社會公平正義，拓展多元參與，以獲得觀眾、社區及國內外博物館社群的認同與支持；主要執行策略歸納為「增進多元族群教育與服務」、「促進社區關係與發展」、「推展多元文化與國際合作」等三大議題。

(三) 文化永續

目標在於透過科工館之蒐藏研究、展示及教育活動、教材教具、出版品等途徑，增進文化的傳承與創新；主要執行策略可歸納為「文化資產保存」、「綠色教育」、「綠色展示」等三大議題。

(四) 經濟永續

目標在於進行成本管控，降低營運成本，健全財務機制；主要執行策略可歸納為「資源再利用」、「能源管理與效率」、「外部資源運用」等三大議題。

表 1 2018 年綠博館執行策略及成果備註彙整

面向	執行策略 (子計畫)	主要工作項目	評估指標 (特定項目執行成果備註為*)
環境 永續	增進節約 能源計畫	1. 再生能源硬體改善與維護	每半年進行設備維護與發電效能評估，達到 100% 運轉 * 全年運用再生能源發電量 9 萬度
		2. 提報爭取外界合作	爭取至少 1 項節約能源相關之外部合作或獎助
		3. 更新北館辦公室室內照明改善	更換約 300 組 20W T8 日光燈為 14W LED 燈，1 年約可節省電量 2 萬度
		4. 配合 ISO 進行空調節能改善	空調箱增設變頻器 5 組，1 年約可節省電量 10 萬度左右
		5. 加強水管防漏	加強巡檢維修用水設備；用水量定期分區比較，降低漏水頻率
		6. 空調設備汰換	汰換儲冰設備 1 組，1 年約可節省電量 60 萬度左右
		7. 廢棄物基本調查	設法統計年度垃圾總量與類別分析，建立基本資料
		8. 資源分類與回收	回收比例至少 6.5% (回收量/總數量=6.5%)
	綠建築 改善計畫	1. 改善公共空間空氣品質	持續改善南館地下室典藏庫房空氣品質及改善部分展廳空氣品質
		2. 適當遮陽	裝設 24 平方公尺遮陽裝置，降低室內日曬刺眼現象
		3. 建築物防漏改善	遷移 A 區 5 樓東側冷卻水塔，加覆鐵皮屋頂，改善屋頂漏水狀況
		4. 水土整治 (透水與保水)	沙土回填、截流雨水、地坪修補，預估改善面積達 500 平方公尺
		5. 植栽綠化	四季花卉，依據經費計畫分區執行；園區植栽，移植自培灌木 1,000 棵，綠化量增加
		6. 生態營造	員工停車場周邊綠地栽植蝴蝶蜜源植物 500 棵
		7. 牆面環保塗料	配合空間改善 100 平方公尺，提升綠建材使用比率
		8. 天花板改善	老舊天花板檢討更新 20 平方公尺，提升綠建材使用比率
	加強綠色 採購計畫	1. 綠色採購申報	綠色採購目標值 90 % * 全年綠色採購項目統計達 100%
		2. 加強措施	不定期宣達最新綠色採購相關訊息，藉由訊息之更新傳播以提升同仁綠色採購素養
	園區學習資源 平台開發計畫	1. 戶外教育資源建置推廣	建立 4 處大型環教說明牌 * 喬木 QR-Code 說明達 1,400 件
		2. 開發學習單或教案並辦理相關課程活動	完成學習單或教案 1 件、辦理活動課程 3 場次

面向	執行策略 (子計畫)	主要工作項目	評估指標 (特定項目執行成果備註為*)
社會 永續	多元觀眾 開發計畫	1. 拓展學生及成人團體觀眾來 館參與環境教育	1. 成人及學生團體參與環境教育課程認證展示廳(包括莫 拉克風災重建展示館及氣候變遷展示廳) 導覽解說至少 5,000 人次 2. 環境教育大銀幕電影參觀至少 5,000 人次
		2. 拓展新媒體暨社群	1. 會員互動(臉書粉絲數較 2017 年增加 2%) * 社群媒體會員粉絲人數計有 7 萬 5,630 人, 較去年增加 18% 2. 行銷事件或實體活動(預估每季至少配合特展、大銀幕 電影或外部合作辦理 1 件)
	推動社區 合作計畫	1. 「科工平安燈」點燈傳愛公 益扶弱活動計畫	1 人 1 燈 1 萬元, 募集 150 萬元 * 全年接獲贊助金額 309 萬 1,440 元, 並服務 222 校、5,530 位師生到館免費參觀
		2. 科工睦鄰社區關懷活動	* 2 月及 8 月各辦理連續 6 天里民電影欣賞, 活動人數共 3,980 人次
	環境教育 增能計畫	1. 增進環境知能與責任	辦理員工永續發展與環境教育研習至少 3 場次; 所有同仁 (任職 3 個月以上) 完成環境教育研習至少 4 小時 * 辦理「2018 年環境教育跨域整合學術與實務論壇」, 共 發表環境教育相關論文 16 篇, 達 150 人次參與
		2. 環境教育人才培訓	針對志工與教師舉辦永續發展與環境教育相關教育訓練 25 場次
文化 永續	增進蒐藏與 研究計畫	1. 文物保存: 結合環保永續	善用文物維護設備建立科工館臺灣本土科技文物典藏獨 特性
		2. 活化藏品: 運用在文化傳承	1. 進行藏品詮釋研究, 再將研究成果溝通傳達予民眾, 使 藏品與大眾之溝通永續 * 全年藏品數位化 492 件; 舉辦「2018 物華再現——博物 館保存修護工作坊」 2. 進行文物保存修復知能推廣與服務 * 全年辦理 30 場文物健檢活動
		3. 文化加值: 融入友善環境的 理念	增加科工館對社會的服務項目與內容, 建立藏品服務的永 續性 * 全年開發文創商品 5 項 * 辦理 2 場偏鄉學校的文物推廣體驗活動
	綠色教育 推廣計畫	1. 環境傳播推廣	* 辦理專業人才培訓 25 場; 辦理節水、節電、太陽光電、 新興能源科技、環境、海洋、生態、災害與防治等相關活 動逾 182 場, 服務人數 7 萬 5,142 人次
		2. 跨域合作	與高雄科技大學合作組成夥伴聯盟, 共同推動環境教育
		3. 展示教育活動	* 辦理新住民與偏鄉學校孩童完成 45 場次教育推廣活動, 包含「多元文化」、「行動科學實驗站」、「偏鄉『FUN 城市』」、「太陽能之旅」等系列, 計 2,543 人次參與

面向	執行策略 (子計畫)	主要工作項目	評估指標 (特定項目執行成果備註為*)
	綠色展示與 評估計畫	1. 規劃環保節能議題的展覽	* 成果包括「氣候變遷」展示廳、「莫拉克風災重建展示館暨水保專區」、「台灣農業的故事暨植物工坊」及「防災大聖西遊記——防災科技特展」、「迴風穿堂——風能展示」及「戶外太陽能展示」，使科工館成為環境教育優質學習場域，參觀人數約 101 萬人次
		2. 以科工館綠色展示檢核表，評量館內展示符合環保節能內涵等級	建立綠色展示觀念，節省展示成本 * 完成 4 檔展示綠色檢核表，4 座展廳獲得「金色」等級
經濟 永續	開源節流計畫	1. 開源	* 業務及業務外收入為 2 億 630 萬 6,631 元
		2. 節流	* 節流金額 5,271 萬 7,054 元
		3. 引入外部資源	爭取公私部門挹注蒐藏、展示與教育之環境教育與永續發展活動
	推動會員制 計畫	1. 會員服務	* 一卡通電子票證系統使用共為 1 萬 795 筆
2. 企業會員		* 寒軒國際大飯店、高雄商旅飯店、臺灣麥當勞餐廳股份有限公司、臺塑關係企業高雄管理處、財團法人國語日報社等 36 間企業會員加入	

註 參考自科工館 107 年年報 (2018)，頁 133-137。

2020 年邁向綠博物館計畫中，仍繼續秉持永續發展理念，並積極推動 SDGs，在原「綠博館計畫」中各面向、子計畫、主要工作目標及評估指標成果，轉化為 SDGs 執行目標成果評估簡述如表 2。

在 SDGs 的 17 個目標中，除「目標 14 保育且永續性使用海洋資源以永續發展」科工館無相對應的主要工作項目，其餘皆有相應，並訂定其評估指標及執行 SDGs 相關說明。

表 2 2020 年邁向綠博物館計畫執行 SDGs 及成果備註彙整

項次	永續發展目標 (SDGs)	是否符合 SDGs	具體目標	主要工作項目	評估指標 (特定項目執行成果備註為*)
1	目標 1、強化弱勢群體社會經濟安全照顧服務	V	推動弱勢群體及社區合作	科工睦鄰社區關懷活動	* 辦理敦親睦鄰活動、弱勢及偏鄉學童的教育活動，如電影欣賞、機器人程式設計、展覽，共計服務 25 萬 1,495 人次參加
				弱勢群體教育服務	
2	目標 2、確保糧食安全，消除飢餓，促進永續農業	V	永續農業教育推廣	展示教育活動	* 「臺灣農業的故事」展廳推動永續農業教育推廣，共計 4 萬 818 人次參與
3	目標 3、確保及促進各年齡層健康生活與福祉	V	各年齡層健康教育推廣	展示教育活動	* 推動「防疫戰鬥營」展示教育及宣導健康飲食與辨識食品安全科教活動，共計 9 萬 3,750 人次參與
				宣導健康飲食與辨識食品安全	

項次	永續發展目標 (SDGs)	是否符合 SDGs	具體目標	主要工作項目	評估指標 (特定項目執行成果備註為*)
4	目標 4、確保全面、公平及高品質教育，提倡終身學習	V	環境教育增能	增進環境知能與責任	館內所有同仁完成環境教育研習至少 4 小時
				環境教育人才培訓	辦理各式永續發展教育訓練達 25 場次
			增進蒐藏與研究	文物保存：結合環保永續	善用文物維護設備建立科工館臺灣本土科技文物典藏獨特性
				活化藏品：運用在文化傳承	1. 進行藏品詮釋研究，再將研究成果溝通傳達予民眾，使藏品與大眾之溝通永續 * 全年藏品數位化 200 件 2. 進行文物保存修復知能推廣與服務 * 辦理主題式創作與體驗活動 5 場次 3. 持續推廣學術研究，與館外單位建立合作夥伴關係 * 主辦國際學術研討會 1 場
				文化加值：融入友善環境的理念	增加科工館對社會的服務項目與內容，建立藏品服務的永續性 * 開發文創商品 4 項
			綠色教育推廣	跨域合作	與高雄科技大學合作組成高屏區環境教育區域中心夥伴聯盟，共同推動環境教育
				環境傳播推廣 展示教育活動	* 透過多元方式達到終身學習，如競賽、營隊、講座、教具體驗申請等，共計 541 場、4 萬 3,087 人次參與
			綠色展示與評估	以科工館綠色展示檢核表，評量館內展示符合環保節能內涵等級	建立綠色展示觀念，節省展示成本 * 檢核 4 檔展示達到綠色展示檢查表「銀級」等級
5	目標 5、實現性別平等及所有女性之賦權	V	女性擔任一級主管	鼓勵晉用女性擔任主管	* 編制 132 位員額，其中共有 70 位女性，達 53%，其中 9 位一級以上主管中有 44% 是女性
6	目標 6、確保環境品質及永續管理環境資源	V	綠建築改善	改善公共空間空氣品質	1. 逐年研究改善局部區域之空氣品質 2. 維持展示廳（公共空間）空氣品質之即時監測 100% 正常顯示數值 * 展廳二氧化碳濃度監測共 12 個點
				適當遮陽降溫	每年檢討改善遮陽，數量目標為 24 平方公尺
				建築物水管漏水改善	建築物防止滲漏水與排水檢討，每年完成 1 個區域之改善 * 防水塗布 796.2 平方公尺
				牆面環保塗料	配合各空間調整檢討牆面環保塗料，提升綠建材使用比率，改善數量目標為 100 平方公尺

項次	永續發展目標 (SDGs)	是否符合 SDGs	具體目標	主要工作項目	評估指標 (特定項目執行成果備註為*)
				天花板改善	逐年檢討老舊與污染之天花板，提升綠建材使用比率，每年更新數量目標為 20 平方公尺
				戶外水土整治 (透水與保水)	沙土回填、截流雨水、地坪修補，預估改善面積達 300 平方公尺 * 高壓灌注 101.2 公尺，節水盤 40.79 平方公尺
7	目標 7、確保人人都能享有可負擔、穩定、永續且現代的能源	V	增進節約能源	再生能源硬體改善與維護	每半年進行設備維護與發電效能評估，達到 100% 運轉
				提報爭取外界合作 (或榮耀)	爭取至少 1 項節約能源相關之外部合作或獎助
				改善節能持續更新照明設備	每年檢討改善照明設備，改用高能效產品，預估更新數量目標為 50 盞
				配合節能檢討進行空調改善	1. 重大能耗之空調設備檢討 * 汰換除冰設備，改善空調效能 2. 研究改善走道終端風箱，達節能功效
				加強供水防漏	加強巡檢維修用水設備；用水量定期分區比較，降低漏水頻率
8	目標 8、促進包容且永續的經濟成長，提升勞動生產力，確保全民享有優質就業機會	V	保障身心障礙就業	依身障法規定，各級政府機關員工總人數在 34 人以上者，進用具有就業能力之身心障礙者人數，不得低於員工總人數 3%	* 編制內員額身心障礙人員 7 位，保障身心障礙人員
9	目標 9、建構民眾可負擔、安全、對環境友善，且具韌性及可永續發展的運輸	V	鼓勵搭乘公共運輸至科工館	搭乘各種大眾運輸工具優惠方案	* 減碳成效達 3,296.38 公斤二氧化碳排放量
10	目標 10、減少國內及國家間不平等	V	照顧經濟弱勢	「科工平安燈」點燈傳愛公益扶弱活動計畫	* 贊助金額達 351 萬 3,224 元。更有文教基金會、醫院、中華電信等私部門機構協同合作照顧弱勢或偏鄉地區學童
11	目標 11、建構具包容、安全、韌性及永續特質的城市與鄉村	V	減少環境造成的有害影響	廢棄物基本調查	設法統計年度垃圾總量與類別分析，建立基本資料
				資源分類與回收	檢討資源回收比例目標值 (回收量 / 總數量 = 4%)

項次	永續發展目標 (SDGs)	是否符合 SDGs	具體目標	主要工作項目	評估指標 (特定項目執行成果備註為*)	
12	目標 12、促進綠色經濟，確保永續消費及生產模式	V	加強綠色採購計畫	綠色採購成果申報	* 綠色採購目標值 100 %	
				加強宣導與資訊提供	不定期宣達最新綠色採購相關訊息，藉由訊息之更新傳播以提升同仁綠色採購素養	
				開源節流計畫	開源	* 增加收入 2 億 3,883 萬 2,276 元
				節流	* 減少支出 4,531 萬 1,712 元	
13	目標 13、完備調適行動以因應氣候變遷及其影響	V	氣候變遷教育推廣	展示教育活動	* 常設展廳「氣候變遷」執行社教場所的教育任務，服務人次達 11 萬 4,702 人	
				環境永續——水是高手 宣導活動	* 辦理 26 場氣候變遷實境解謎活動，及 27 場創意實作競賽得獎者作品解說活動，以教育的角度因應氣候變遷	
14	目標 15、保育及永續利用生態系，以確保生物多樣性，並防止環境的劣化	V	確保園區生物多樣性	戶外植栽綠化	* 種植矮仙丹共 1,500 棵、百合竹共 100 棵、及馬纓丹 200 棵，作為蝴蝶蜜源植物	
				戶外生態營造		
15	目標 16、促進和平多元社會，確保司法平等，於各層級建立有效率、負責且服務全民的體系	V	園區學習資源平臺開發	戶外教育資源建置推廣	增設 4 座環境教育說明牌	
				開發學習單或教案並辦理相關課程活動	完成學習單或教案 2 件；辦理活動課程 2 場次	
16	目標 17、建立多元夥伴關係，協力促進永續願景	V	多元觀眾開發	拓展學生及成人團體觀眾來館參與環境教育	1. 成人及學生團體參與環境教育課程認證展示廳（包括莫拉克風災重建展示館及氣候變遷展示廳）導覽解說至少 5,000 人次 2. 環境教育大銀幕電影參觀至少 5,000 人次	
				拓展網路社群媒體觀眾	* 臉書粉絲達 9 萬 9,943 人次，相較於 2019 年增加 1 萬 3,073 人次 (15%)	
			推動會員制	會員服務 企業會員	* 多元夥伴包含公部門、學校及私部門等 10 個企業，除各項教育資源挹注外，各單位共同協力合作以加強能量達成永續發展目標	

註1 參考自科工館 109 年年報 (2021)，頁 109-111。

註2 項次 7 再生能源硬體——指建築體頂樓提供廠商架設太陽能光電系統。

註3 項次 9 搭乘各種大眾運輸工具優惠方案之成效，以搭公車、火車及捷運至科工館之減碳量來計算。

(1) 搭公車遊科工館碳排量，以高雄車站至科工館距離計算 (1 人 0.35 公克二氧化碳排放量)。

(2) 搭火車遊科工館碳排量，以臺南、屏東及高雄站至科工館站距離平均值計算 (1 人 4.62 公克二氧化碳排放量)。

(3) 搭捷運遊科工館碳排量，以美麗島站為中心到紅線及橘線最末端 4 站之平均距離 9.76 公里計算 (1 人 1.6396 公克二氧化碳排放量)。

＊ 科學博物館如何推動環境教育——以環境教育認證導覽解說課程為例


科工館在 2012 年 5 月取得「環境教育設施場所」認證後，開發國小與成人共 3 套環境教育認證課程（以下簡稱環教課程），執行後發現參與成人課程參訪的機關團體人數較多，既有「樂活節能屋」課程同時間能容納的人數卻有限，導致部分團體無法參加。2014 年特別把「氣候變遷展示廳」課程新增至成人環教課程，此展廳除可容納多人數的團體參訪外，亦可提升成人環教課程的多樣性。2016 年更開發與更新「莫拉克風災重建展示館」及「氣候變遷」展示廳探索活動，使參與學員可以獲得更多元化、貼近時事的學習經驗。

為落實環境教育普及化與在地化、增加科工館環教課程之服務績效，透過「環境教育導覽志工」招募（以下簡稱環教導覽志工），培訓志工在環境保護相關知識與技能的專業性，期培養更多環境教育人力，協助成人環教認證課程的導覽工作，讓平常較少關心環境的觀眾，增加對環境友善之態度，並讓關注環境議題之社會大眾，能夠擁有一個完善豐富的場域，瞭解更多環境相關知識，深化環境素

養。2016 至 2018 年持續針對有關環境教育主題的展示廳及特展做教育訓練課程規劃及培訓，提升導覽志工環境教育知識。2017 至 2019 年對防災教育持續做教育訓練課程規劃及培訓工作，讓展示廳與特展加入防災概念的知識傳達，擴大環境教育對人與社區營造的議題，深入於日常生活之中。

科工館環教課程導覽解說展示廳包括「氣候變遷展示廳」、「莫拉克風災重建展示館」及「樂活節能屋」，導覽團體除 3 至 6 年級國小及國中學生團外，還有高中（職）以上及政府機關學校需至少環境教育時數 4 小時之成人團體兩種，藉由環保署認證課程進行導覽解說教育活動，運用科學博物館的科技專業，以科技生活化、生活科技化的方式，活化環境教育內涵，讓學員們從導覽人員生動活潑的專業解說及多重感官設計的展品直接互動學習，提升對環境知識與態度的科學素養，達到對社會與環境更深切的影響。

表 3 科工館環境教育認證導覽解說課程歷年成果

序號	課程名稱	成果簡述	教學類型
1	氣候變遷展示廳探索 (K3-K6 國小及國中學生)、(成人)  氣候變遷展示廳 (黃惠婷 攝)	展廳內容以互動高、創意性十足的展示手法闡釋氣候變遷，每年皆可累積數千人之參觀人次，展廳內容並逐年更新以因應時事，在認證課程回饋單結果顯示 90% 以上的學員可透過本課程增加氣候變遷之認知程度 科工館氣候變遷展示廳作為全臺灣第 1 個該主題之展示廳，擁有得天獨厚的教育經驗及展示手法，有別於傳統教育方式；未來將更深化展示廳教育內容，融入團體遊戲、實驗觀察及桌遊等，以期透過更活潑多元的方式，使觀眾了解氣候變遷的切身議題	1. 境教： 體驗學習 (展品操作) 2. 言教： 運用解說進行教學 (導覽人員)

序號	課程名稱	成果簡述	教學類型
2	悠遊樂活節能屋 (K3-K6 國小及國中學生)、 (成人) 	節能屋中以各種生活化的例子及實物，展現建築及家電的節能知識，更透過影片將抽象的太陽能及氫能轉換、建築座向與空氣循環等知識，以活潑易懂的方式說明原理，節能屋中各項教具更可以比較出各種節能手法的成效，藉以加強落實學員的行動意願 透過計畫之補助，自 2018 年起每年皆可服務超過萬人次，除了認知上的改變外，超過 90% 的觀眾在參與活動後提升了在節能態度上的認同；本課程亦將持續更新教具及教學模式，以深化南部地區民眾對節能與綠色能源之應用觀念	1. 境教： 體驗學習 (展品操作) 2. 身教： 角色扮演、 故事教學 3. 言教： 運用解說 進行教學 (導覽人員)
3	莫拉克風災重建展示館探索 (K3-K6 國小及國中學生)、 (成人) 	莫拉克風災重建展示館以八八風災所造成之土石流成因、救災及災後重建之過程，喚醒觀眾對風災的警覺，並有沉浸式劇場以多角度投影方式重現土石流災害之發生，以各種教具說明土石流的成因及災害程度，更用互動式教具提供觀眾了解防災科技的進步對生命財產的保障，每年皆有逾千人之參觀人次 參與課程後在態度面上，學生觀眾的認同感高於成人觀眾，期盼長期的培養可達到如日本 311 海嘯時「釜石奇蹟」一樣的成果；在認知面上學生觀眾的程度卻遠低於成人觀眾。未來課程除了導覽人員對於學生觀眾的解說內容修正外，亦會調整認知問卷之題目，以更生活化之應用取代專有名詞及技術的記憶，以增加學生興趣	1. 境教： 體驗學習、 科學探究 (展品操作) 2. 身教： 角色扮演、 故事教學 3. 言教： 運用解說 進行教學 (導覽人員)

註 日本 311 大地震的重災區釜石市，因為當地國小學生 184 名全員生還，因而被稱為「釜石奇蹟」。

＊ 科學博物館導覽環境教育推廣成效——以莫拉克風災重建展示館為例

科工館推動環境教育是透過互動高且創意足的科學傳播方式，普及觀眾不足的科學知識，更新對環境保育的正確認知與態度，進而達到愛護大自然環境的目的。以下為依據環保署核定環境教育認證課程「莫拉克風災展廳探索」為內涵，以科工館在

2016 年至 2019 年間以「莫拉克風災重建展示館」為場域進行，透過導覽解說的學習模式，設計認知與態度及滿意度問卷進行後測，藉以了解不同觀眾族群在科學博物館類型的非制式教育場域的觀眾環境素養。

表 4 莫拉克風災重建展示館探索課程

項目	課程簡介	活動照片	教學類型
培養觀眾科學態度	以齊柏林團隊的空拍圖回顧呈現，讓觀眾了解莫拉克風災造成多嚴重的狀況，以及「回到莫拉克」沉浸式劇場的多角度投影方式，重現土石流災害的發生	 莫拉克風災重創情形解說 (黃惠婷 攝)	1. 境教： 沉浸式劇場體驗 2. 言教： 運用解說進行教學
提供觀眾科學知識	以莫拉克風災的各項展示主題，包括「重建之路」、「風災科學觀」與「省思與前瞻」等3區進行導覽解說各種颱風科學知識	 在重建之路區解說國軍協力救災狀況 (黃惠婷 攝)	1. 境教： 觀察大型模型學習即藉由展品操作進行科學探究 2. 言教： 運用解說進行教學 (導覽人員)
提升觀眾科學能力	藉由擴增實境式體驗「海岸災害」互動教具，最重要的是，瞭解災害更要學習如何遠離災害，保護自己的安全	 解說海岸災害造成嚴重的生態環境衝擊 (黃惠婷 攝)	1. 境教： 大型展品觀察體驗學習 2. 身教： 角色扮演 3. 言教： 運用解說進行教學 (導覽人員)
投入、參與與學習	利用大型永久屋模型與造景，並在「迎向未來」8個重建社區櫥窗前，敘說原住民發展現況，尋求產業重建及相關議題討論	 解說杉林慈濟大愛園區重建過程 (黃惠婷 攝)	1. 境教： 藉由兩大 NGO 永久屋模型觀察體驗學習 2. 身教： 在地原住民故事影片教學 3. 言教： 運用解說進行教學 (導覽人員)
課程評量	先由導覽人員依動線規劃解說，待完成該展廳解說後，觀眾開始在固定地點回答課程評量問卷	 導覽解說展示廳探索課程後觀眾進行問卷評量 (黃惠婷 攝)	1. 境教： 觀察各項展品操作體驗學習及科學探究 2. 言教： 運用解說進行教學 (導覽人員)

註 參考自黃惠婷、陳淑菁、黃俊夫 (2020)，頁 98-99。

透過導覽解說、觀察及動手操作後，加深觀眾對莫拉克風災本身、救援及重建的了解，並針對觀眾參與導覽課程後的認知、態度及滿意度，以問卷調查方式進行評量，彙整相關的問卷評量統計與分析結果，以進一步明瞭科學博物館觀眾的學習成效。博物館的導覽解說人員不是學校老師，不負責專業知識授予，而是在導覽解說教育活動及科學博物館展示單元物件互動體驗過程，擔任輔助者的角色，引發觀眾學習動機，使觀眾注意產生好奇心，形成短期記憶，並藉由好奇心與注意力維持探索行為，持續科學學習刺激進而使訊息轉變成長期記

憶，提升觀眾對於自然科學的關切程度，提升認知與態度的環境素養成效。

就態度問卷調查結果可以看出，認證課程可喚醒民眾對於災害發生與防治的重視，並願意提升自我災防的能力、保有正向態度，未來可考量增加相關的實驗課程或遊戲來輔助學員提升相關知識。成人團體則是主要能喚起觀眾的舊記憶，在「對相關科學觀念與態度的提升」、「舊有經驗的聯結」、「問題解決的能力」等認知價值進行評斷，便能得知導覽解說活動對觀眾環境素養有正向成效。

* 結語

科工館作為環境教育設施場所，2021年已邁向第10年，其中經歷設施場所審查、展延與國家環境教育獎等多重檢驗，藉由科工館相關展示設施及活動教具，建構各種環教課程，讓大家了解並關心週遭環境，且教導觀眾與學員們學習如何愛護有限資源。環境教育推廣持續維持創新與特色發展，期望能成為環境教育紮根與環境素養培育的深厚地基。因此，總結過往經驗提出以下5點檢討，以期自我精進，達到永續經營與發展。

(一) 持續發展認證課程廣度與深度，推動環境教育普及化

在推動現有環境教育過程中，發現科工館教材教具研發之專業能力深獲肯定，在各項專案及計畫的推動成果豐碩，因科工館整合全館各組室人力，集合環境教育團隊合作力量，課程研發主軸以能源科技、災防科技及氣候變遷科技等三面向，在發展課程時，除了現有認證課程的規劃外，應朝向以科工館館藏物件文物與課程連結，充分運用館內資源，增加課程深度，使課程能彰顯跨時代的變遷與力量。

科工館目前已發展國小至國中動手做認證課程及學生、成人展示廳探索認證課程，發現教師對於動手做課程亦表現高度興趣，未來可發展高中至成人動手做課程或親子動手做課程等，並與各展示廳探索課程搭配，以期發展出系統性認證課程，以因應科工館各年齡層之目標觀眾及需求，達到環境教育全民化之目的。

(二) 深化課程多元連結及科技融入，強化學習評量效益

除分齡課程發展外，針對動手做特色課程之內容發展，將著重與展示廳配合，以能源科技、災防科技及氣候變遷科技融入動手做活動為研發重點，使展廳課程及動手做課程相輔相成，形成系統性觀念建

立；並針對學習成效評量持續改進，在原有認知、態度問卷的基礎之上，延伸測試更合適之評量模式，以期確實了解課程成效外，並可輔助課程修正及研發之雙重功效。

(三) 修正課程難度及時間分配

科工館現有課程包含 2 種執行方式，展示廳導覽及室內課程，科工館之前已嘗試用心智圖、概念圖、問卷、問答等方式作為評量工具，但囿於課程時間，團體參訪性質求量多快速，難以質精，故課程評量難以進行並獲得正確之結果，故未來除繼續嘗試並發展科工館課程評量方式外，亦持續修正授課模式及時間，以達到最佳之學習效果。

(四) 鼓勵人員專業培訓及認證取得

持續支持科工館環境教育專業人員進修及培訓課程之參與，以精進教案研發、評量設計等課程發展之需求，並鼓勵相關成員累積環境教育經驗，以期未來能取得專業人員認證，強化人力架構之分工及專業性。如在綠博館架構下 SDGs「目標 16 和平與正義制度——促進和平多元社會，確保司法平等，於各層級建立有效率、負責且服務全民的體系」（表 2 項次 15），針對園區學習資源平臺開發，可於科工館網頁之教育資源中強化戶外園區植物資源網頁或臉書，對大眾提供相關消息、與周遭社區或睦鄰方案里民建立夥伴關係、志工及館內人員的培力，持續增能增量。

(五) 對 SDGs 主動積極評量成果

運用 SDGs 繼續來檢核科工館的努力，可據以證實達到綠博物館，但是僅止於被評核，或許未來可主動選取 SDGs 中的一、兩個原則，如「目標 1 消除貧窮——強化弱勢群體社會經濟安全照顧服務」（表 2 項次 1）或是「目標 17 全球夥伴——建立多元夥伴關係，協力促進永續願景」（表 2 項次 16），針對館內同仁、志工、夥伴團體，共同以深度匯談，開創屬於自己博物館的永續的做法，並能對外述說其中的理念及主張、創意作法及評量的結果，將能提升科工館的自主形象。

此外，科工館不斷擴大提供全民參與環境教育，不僅設計提供 4 小時環境教育相關課程，實際提升民眾、企業及各社群自主進行環境教育學習成效，期求能更新人與自然互動的美好未來！

* 致謝

本文經由期刊審查委員悉心斧正，在此特致謝忱。

參考文獻

- John Fien, William Scott & Daniella Tilbury.(2001). Education and Conservation: Lessons from an evaluation. Environmental Education Research, 7(4), 379-395.
- 黃惠婷、陳淑菁、黃俊夫 (2020)。科學博物館增進觀眾科學素養之分析——以「莫拉克風災重建展示館」導覽解說為例。科技博物，(24) 3，85-116。
- 林之丞、張簡智挺、曾瑞蓮 (2017)。科學博物館推動環境教育——澳洲與臺灣經驗之比較研究。博物館學季刊，31 (3)，55-77。
- 陳訓祥、張秀娟 (2011)。科學博物館落實環境教育之推動策略——以國立科學工藝博物館為例。博物館學季刊，25 (3)，83-97。
- 陳訓祥、張秀娟 (2010)。國立科學工藝博物館邁向綠博物館之策略方針。博物館學季刊，24 (3)，99-115。
- 國立科學工藝博物館 (2021)。國立科學工藝博物館 109 年年報。檢自 <https://www.nstm.gov.tw/FileUploadCategoryListC003230.aspx?CategoryId=9ab0a79b-bc4a-434e-9caf-fc61a7b188ab>
- 國立科學工藝博物館 (2019)。國立科學工藝博物館 107 年年報。檢自 <https://www.nstm.gov.tw/FileUploadCategoryListC003230.aspx?CategoryId=9ab0a79b-bc4a-434e-9caf-fc61a7b188ab>