

環境教育設施場所環境友善工具之建構

呂佳蓉*、張育傑**

摘要

由於全球暖化影響，減緩環境衝擊相對受到重視，而環境教育法的實施也帶動環境教育設施場所的發展與需求。為了因應環境教育設施場所之數量成長，並能維持營運的品質，本研究嘗試架構環境教育設施場所之環境友善工具，相關訂定指標強調注重「環境友善」，期望能降低設施場所的活動對於環境的衝擊與影響。本研究所建立的評估工具，係以環保署的低碳活動指引，以及聯合國環境部(UNEP)的永續活動指引(sustainable events)為藍本，透過簡易生命週期評估(streamline life cycle assessment, SLCA)的簡化架構，將兩者所匯集的指標進行統整。在完成由 15 位專家小組進行德爾菲法調查，以及多次的指標整併後，建立一可適用於不同類型的環境教育設施場所的環境友善評估工具。本指標工具分為「活動辦理前」、「活動辦理中」與「活動辦理後」三大時間軸，而在環境衝擊部分，分別以「物質」、「能源」、「污染」予以分類。預期本研究所建構之環境友善評估工具，將可應用於環境教育相關的活動方案中，評估其是否考慮環境友善性。進而可使環境教育設施場所運作過程中，減少實際對環境所產生衝擊。另一方面，若將本工具應用於設施場所之自評，預期將對環境教育實務工作者之職能素養有所提升。

關鍵詞：環境教育法、環境教育設施場所、環境友善、生命週期評估、德爾菲法

* 臺北市立大學地球環境暨生物資源學系（含環境教育與資源碩士班）研究生。

** 臺北市立大學地球環境暨生物資源學系（含環境教育與資源碩士班）教授。

壹、前言

我國環境教育法於民國 99 年 6 月 5 日立法通過，並於次年開始施行。環境教育法的實施，主要的影響為要求機關、公營事業機構、高級中等以下學校及政府捐助基金累計超過 50% 之財團法人應依規定推展環境教育。(第十八條及第十九條)，同時，各級主管機關及中央目的事業主管機關應整合規劃並鼓勵民間設置環境教育設施或場所，以及中央主管機關應辦理環境教育設施或場所之認證(第十四條)。根據環境教育法十九條說明，依規定推展之環境教育「得以環境保護相關之課程、演講、討論、網路學習、體驗、實驗(習)、戶外學習、參訪、影片觀賞、實作及其他活動為之」，其中，「戶外學習應選擇環境教育設施或場所辦理」。因此，唯有經過認證的環境教育設施場所，始得辦理戶外學習活動。行政院環境保護署依據環境教育法第十四條第三項，制定環境教育設施場所認證及管理辦法。該辦法規定，在環境教育設施場所申請認證與評鑑過程中，相關指標強調設施場所應「避免興建不必要之人工裝置、鋪設或設備」、經營管理規劃應注重相關活動所帶來的「環境負荷」，以及注重相關「環境友善措施」，若能確實降低設施場所營運對環境產生的衝擊，關注相關細節，便能使參與者更能由活動參與過程中確實體會環境教育內涵。由於全球暖化、氣候變遷議題逐漸受到大眾關切，降低生活中對環境衝擊的觀念已逐漸為一般大眾所接受與認知。本研究將

以國際公認之低碳、綠色活動以及綠建築評估工具為基礎，並考慮導入簡化後之生命週期評估工具，嘗試發展一特別用來進行評估環教設施場所之環境友善度的工具，藉以對環境教育設施場所之相關活動方案與既有設施進行盤查與評估。預期本計畫研究成果可針對各類別設施場所之設施(硬體)以及方案(軟體)，進行環境友善度評估，並研究其對設施場所之資源設施、人員、營運管理，以及對參與方案者之影響。

貳、文獻探討

一、環境教育與設施場所意涵

環境教育是一種結合理論、議題與實務的服務配套，以最有效的整合方式，以便提供最好的服務。我國環境教育設施場所認證及管理辦法第二條中說明所稱環境教育設施場所，指整合環境教育專業人力、課程方案及經營管理，用以提供環境教育專業服務之具有豐富自然或人文特色之空間、場域、裝置或設備。政府與民間以具有自然與文化特色之場域，申請環境教育場所認證，然而申請者對於認證的認知與期待，與實施的規範與方式，仍然有落差(吳鈴筑、王鴻濬，2012)。

目前環保署將環境教育場所依各部會或各事業主管機關的資源屬性來分類分為自然/生態教育中心、國家公園/都會公園、農場、風景區/遊樂園、水資源及溼地、社區總體營

造、博物館/動物園、環保/節能設施、文化保存、以及水土保持等共十類。截至 106 年 4 月止，目前已通過環境教育設施場所共有 144 處，其中環保節能設施所佔比例 20.1% 為通過認證設施場所最多就有 29 處，例如宜蘭縣利澤垃圾資源回收（焚化）廠、臺南市環保教育園區、臺南市城西垃圾焚化廠、寶之林廢棄家具再生中心、朝陽科技大學、臺北市政府環境保護局內湖垃圾焚化廠、潤仔壠環境教育中心、科技部新竹科學工業園區管理局污水處理廠、嘉義市垃圾焚化廠、中台資源科技(股)公司環境資源教育中心、迪化污水處理廠等等。其次排序為水資源及溼地及風景區/遊樂園 14.6%、博物館/動物園 9.7%、農場 9%、文化保存 8.3%、國家公園/都會公園 7.6%、自然/生態教育中心與社區總體營造 6.9%、社區總體營造、水土保持 2.1%。由此可知，各種設施場所歧異度甚大，對環境友善的理解程度差異度可能不小，因此本研究所欲設計之環境友善評估工具，必須考量其未來可適用於不同類別設施場所，在其營運過程中將得以提升其環境友善度。

二、環境教育設施場所評鑑制度

行政院環境保護署環境保護人員訓練所（2013）委託訂定中華民國環境教育學會環境教育機構及環境教育設施場所評鑑作業、方式、項目以及指標等。無論設施場所申請認證或受理評鑑制度過程中，相關指標均強調設施場所應「避免興建不必要之人工裝置、鋪設或設備」、經營管理規劃應注重相關活動

所帶來的「環境負荷」，以及注重相關「環境友善措施」，倘若能確實降低設施場所活動辦理期間對環境產生的衝擊，關注相關細節，便使設施場所工作者與參與者更能由活動參與過程中確實體會環境教育內涵。

指標（Indicator）可定義為：「可歸納特定現象或事物相關資訊之量度（measure），或可合理替代（proxy）該量度者」；然為瞭解與度量永續發展之總體進程（progress）與績效（performance），常需藉「永續發展指標」（Indicator of Sustainable Development）以為評估或評量工具，永續發展指標不僅為提供永續發展之綜合訊息外，亦是決策的指導者，和溝通不同領域界面之橋樑（於幼華、張益誠，1999）。指標（Indicator）完整的指標系統係由各指標層級所構成，指標建構的方法多樣形式，包括量性與質性的方法，其中包括問卷調查法、德爾菲法、層級分析法和迴歸分析法等。而問卷中常用的質性方法則有文獻探討法、專家判斷法和專業團體模式等（劉潔心、馮嘉玉、晏涵文，2006）。

三、簡化式生命週期評估

隨著一般民眾環境素養的提升，以及氣候變遷所造成的影響，環境衝擊評估也受到產業發展的重視。環境衝擊評估，往往必須考量整個生命週期。產品之生命週期包括了原料的取得、產品的製造、組裝與運送、消費者的使用到最終的廢棄物處理。生命週期評估(Life Cycle Assessment, LCA)意即全盤考慮產品的完整生命週期過程，並透過一套

完整的方法為其進行衝擊量化的評估工作。簡化 (streamlining) LCA 係指簡化一個 LCA 之複雜程度，並且也是減少在從事 LCA 時之成本、時間與精力的過程。SLCA，特別是矩陣式評分系統(Matrix scoring system)，同時保有了評估生命週期每一個階段環境衝擊的特性，以及可以節省大量時間及成本的優點，已獲得了許多國際跨國公司(Dow, Monsanto, AT&T)的採用 (胡憲倫、許家偉，2003)。為

落實污染預防減低整體的環保成本，企業可採用相關管理工具，以降低生產活動對環境的衝擊。一般 SLCA 多用來半定量評估產品的生命週期的衝擊指數，環境教育設施場所所提供的產品為一服務型產品。表 1 所示為典型 SLCA 在生產服務型產品過程中對於環境衝擊因子所考量在不同階段(縱軸)所造成不同的環境衝擊(橫軸)的矩陣。

表 1 環境衝擊矩陣(摘譯自 Graedel, 1998)

服務活動	環境關切				
	生物多樣性/ 物質資源	能源使用	固態 廢棄物	液態廢棄物	氣態 廢棄物
場域與服務發展	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
服務供應	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
設施運作	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5
完成服務	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5
場域與服務終止	5,1	5,3	5,3	5,4	5,5

* 表格內的數字代表矩陣的元素指數

參、研究方法

本研究以環境教育設施場所進行評鑑時，評鑑指標當中「朝向環境友善的方向發展」為核心目標，嘗試建立檢核評估工具，以評估設施場所自評所進行的活動方案，是否確實朝環境友善的方向努力。所欲建立的評估工具，係以環保署的低碳活動指引，以及 UNEP 的永續活動指引(sustainable events)為

藍本，透過 SLCA 的簡化架構，將兩者所匯集的指標進行統整。以下分別就研究方法與流程、研究工具、以及指標建構，分別說明。

一、研究方法及流程

本研究以聯合國 UNEP/ICLEI「永續活動指引」與環保署「低碳活動指引」作為建環境友善工具之基礎指標庫，藉以發展指標的骨幹，並導入簡化生命週期評估工具(SLCA)進行指標的歸類與整併。隨後，再運用德爾

菲法(Delphi)，對所整併的指標進行修正建議，以及重要性可行性評估，同時亦納入各指標構面權重之調查。最後再統整權重等因素，

建構評估環境友善之工具。圖 1 所示為本研究整體流程圖。

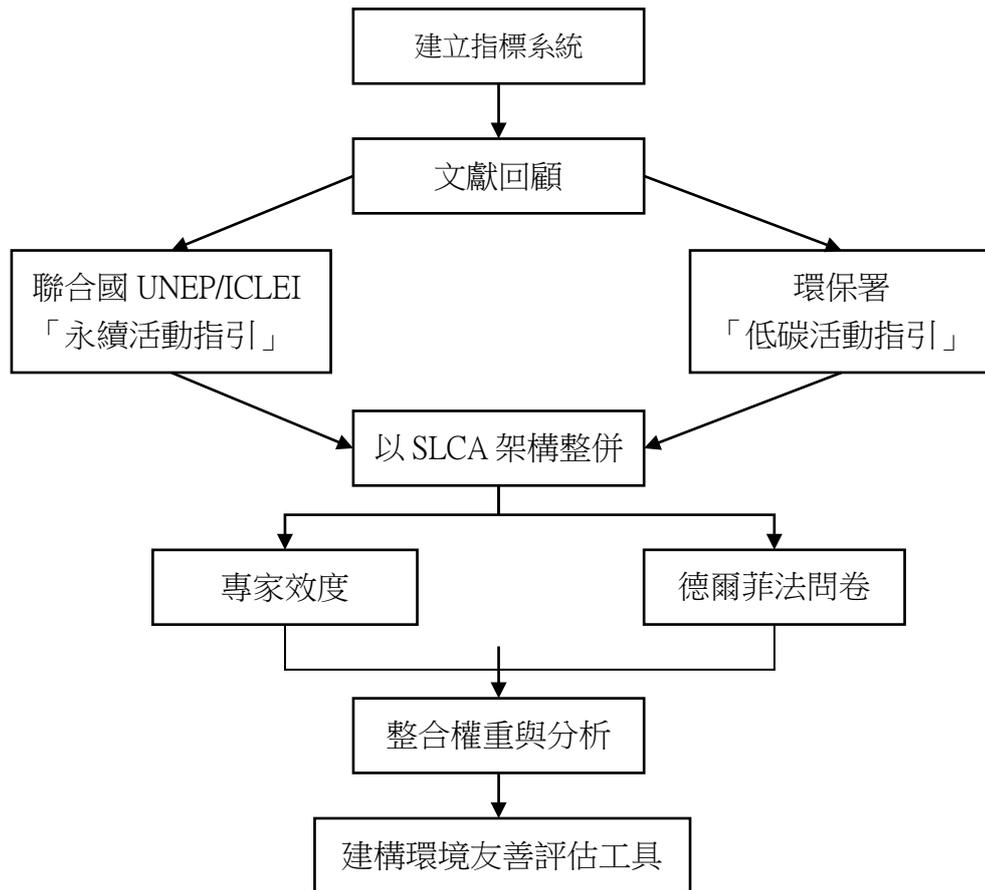


圖 1 配合設施場所活動形式建構一環境友善評估工具研究流程圖

二、研究工具

本研究所使用來架構指標的研究工具為 SLCA 的矩陣，鑒於 SLCA 當初設計主要是以評估產品生命週期為主，設施場所的活動方案在時間軸上要區隔為如同原先 SLCA 矩

陣之 5 個階段具相當困難度。本研究配合設施場所的活動方案特性，以辦理時間軸作為切割之考量，從「活動辦理前」、「活動辦理中」及「活動辦理後」為三個時間軸分隔點。考量活動辦理前在生命週期階段中與活動辦理中的階段會有重疊時間差，故以事件發生

的時間點作為區隔兩者的基準，其指標座落於各階段在環境衝擊中之矩陣。表 2 所示為本研究修正後之 SLCA 矩陣。

本研究以德爾菲法彙整專家意見，採二

回合式的問卷進行資料彙整與相關統計分析，蒐集資料包含專家意見、指標重要程度、可執行程度及指標權重等。

表 2 環境教育設施場所之生命週期評估矩陣

生命週期階段	環境衝擊因子		
	材料選擇	能源使用	污染物排放
活動辦理前	(1,1)	(1,2)	(1,3)
活動辦理中	(2,1)	(2,2)	(2,3)
活動辦理後	(3,1)	(3,2)	(3,3)

三、指標建構

指標建構系統的架構分為三大層面，以設施場所辦理活動期間時間軸(表 2)為主要構面，第二層為整合的指標項目，第三層為各項指標項目之內涵，即為細項指標說明。在進行指標建構時，指標適合歸類的時間不易認定，例如，考量「活動辦理期間之紙張節用」，該事件發生在活動辦理中，但亦可在活動辦理前事前規劃，如此，亦造成幾乎所有是間接被歸類在活動辦理前。故本研究之指標歸類係以各指標所發生的時間為界定基準。

另外，考量評估指標在生命週期階段中環境衝擊因子之材料選擇、能源使用與污染物，亦有許多可能造成指標重疊，或無法相互獨立(independent)的現象。以表 2 的活動辦理前為例，減少紙張使用，可以屬於(1, 1)，減少物質資源的耗用，但紙張製造也會耗能，故減少紙張使用，也與(2, 2)關聯，同理，減少紙張使用，亦可減少廢棄物產生，此又與表 2 的(3, 3)指標項目相關。為減少此一問題所造成的衝突，本研究設計不同指標在 SLCA 矩陣中，三大項目所適用之環境衝擊評估指標分類準則，如表 3 所示。

表 3 環境衝擊評估指標內涵分類之準則

環境衝擊因子	環境衝擊評估指標內涵分類準則
材料選擇	使用少量的原始材料 避免有害物質的使用
能源使用	避免高的能源使用

	鼓勵可再生的替代能源的使用（如汽電共生、廢氣等） 提升產品的能源效率
污染物	降低固體、液體、氣體廢棄物產生 落實回收再利用的執行 減少不必要的包裝材料 強調去物質化產品（如租賃）的特性

肆、結果與討論

本研究在整合環境教育設施場所環境友善指標，經歷相當多次的討論、整併與調查。為便於說明，將研究成果分成兩大階段之整併與調查，以下分別說明。

一、第一階段環境友善指標內涵建構、整併與調查

本研究首先依照聯合國 UNEP/ICLEI「永續活動指引」與環保署「低碳活動指引」作為建環境友善工具之基礎指標庫，該指標庫共約有 300 餘項指標。在 UNEP/ICLEI「永續活動指引」中，分別有「會場、住宿、餐飲承辦、溝通和活動材料、地方交通、展覽、利害關係人的參與和溝通」等主要項目，考量本工具發展主要是適合國內大多數設施場所，故為了簡化本評估工具，將住宿項目刪除，其他項目則予以整併。環保署「低碳活動指引」中，則包含「宣傳活動、報名活動、活動通知、場地布置、弱勢照顧、綠色採購、講義資料、紀念品及贈品、照明空調、低碳

住宿、綠色採購、交通指引、低碳飲食、出席者溝通、餐具廢棄物、資源回收再利用、地方回饋、碳排放計算、碳中和、碳資訊公開、評量與報告」等項目，因本評估工具專注在環境友善、減少對環境衝擊，故將地方回饋、碳排放計算、碳中和等項目刪除，其餘項目整併。

初步整併過程包括多次的整合計畫討論會議，將聯合國 UNEP/ICLEI「永續活動指引」與環保署「低碳活動指引」作為參考所建立之基礎指標庫中，將重複以及概念相近者予以整併，由 300 多項，減少至 71 項。這 71 項指標被歸類為「宣傳活動、活動通知、場地布置、講義資料、照顧弱勢、照明空調、環境整潔、出席者溝通、紀念品贈品、綠色採購、交通指引、低碳飲食、資源回收、地方回饋、評量報告」等主要項目，整理如表 4。隨後將此 71 項指標，導入本研究所簡化的 SLCA 架構(表 2)。在將此 71 項指標，分別依照 SLCA 架構歸類後，便可再進一步以較具操作性定義歸納這些指標，經過本階段，本研究將指標整併為 18 項。並以其他相近指標作為該代表性指標的內涵說明。表 5 為整併之後的結果，其中，未具指標來源者，係配合 SLCA 不足之處，予以補充。

在完成指標的二次整併後，本研究採用德爾菲(Delphi)專家意見調查法，透過匿名化之群體判定方式，以有系統的、反覆性的調查，獲取專家的群體共識，進行後續的指標修正。第一回合共計發出 19 份專家問卷，回收 15 份有效樣本，回收率為 78.94%，主要

根據專家意見修改指標內容，另一方面也請專家以李克特尺度五點量表(Likert Scale)評量其重要程度與執行容易度，(5 代表非常重要、4 代表重要、3 代表普通、2 代表不重要、1 代表非常不重要)。

表 4 本研究第一階段整併後 71 項指標

主要項	編號	第一階段整併指標
宣傳活動	1	布條、旗幟、看板、燈箱、車體廣告等宣傳工具，都會間接產生碳排放，應妥善評估使用時數與數量，或儘可能不用。
	2	布條、旗幟、看板、廣告海報及宣傳單，通常只使用一次，就成為廢棄物，應避免非必要性的耗材使用。
	3	精算所需使用宣傳工具，避免造成浪費
	4	使用紙張廣告文宣時，評估使用的時數、次數及印刷數量。
活動通知	5	短期內可能重複舉辦之活動，廣告文宣上避免打印日期、地點，或改由手寫日期、地點，以妥善利用每張文宣。
	6	使用網路方式進行報名及確認等工作。
	7	儘可能使用電子郵件宣傳與聯繫各項活動事宜，避免寄送實體信函。
	8	只有在活動產生重大變更（例如變更舉辦時間、地點或因故取消）且無法以電子郵件或電話完成通知時，才以郵寄信件通知出席者。
	9	透過網站或電子郵件方式，讓出席者事先知道活動應自備餐具、使用環保杯等需配合辦理之低碳訊息，並提供交通指引。
	10	告知工作人員（包含承辦單位、場地提供者及協力廠商）本活動環保低碳的規劃，以及須遵守事項。
場地布置	11	與場所布置人員協調，避免使用無法回收的裝飾物品，或向其他單位借用。
	12	進場布置時攜帶的包裝材料應妥善保管，以便在退場時可以再次使用，並且儘可能減少不必要的包裝材料使用。

主要項	編號	第一階段整併指標
講義資料	13	要求演講者提供議義及簡報的電子檔，公布於網站上供出席者下載。
	14	當必須使用紙本文件時，一般紙張應使用再生紙。
	15	當必須使用紙本文件時，紙張需採雙面列印，以減少用量。
	16	將會議所有的資料存放在 CD 或者 USB 隨身碟上，提供給與會人士，以避免列印。
照顧弱勢	17	提供有孩童、老年人、殘疾或特殊需求的人友善空間。
	18	提供休息空間配置。
	19	如果可能，選擇一樓的活動空間以減少上下樓的需要。
	20	依工作性質，可聘任殘障人士及弱勢團體成員擔任工作人員。
照明空調	21	儘可能減少間接照明以及裝飾照明的燈具數量。
	22	場所照明設施應採用省電燈具。
	23	儘可能使用自然通風。
	24	會議室應控制室溫於 26 度以上。
	25	會場的設計應最大限度地善用日光（室內、咖啡區、午餐區和展覽區）。
	26	環境的清潔維護應使用環保標章的清潔用品。
環境整潔	27	會場之清潔維護，需應對環境友善：應最小化和自動化消毒水的使用量。
	28	會場之清潔維護，需應對環境友善：應使用有環保標章或以快速被生物分解的清潔產品。
出席者溝通	29	活動期間，告知並提醒出席者本活動為環保低碳活動，並且指導可具體配合的方式與作法；在活動會場展示，並向出席者介紹環保低碳活動。
	30	鼓勵或獎勵配合環保低碳活動之出席者。
	31	活動中，至少對全部出席者公開說明 1 次「環保低碳活動」的配合方式。
	32	非必要不提供紀念品及贈品。
紀念品、	33	不過度包裝紀念品及贈品。

主要項	編號	第一階段整併指標
贈品	34	規劃實用性的紀念品或贈品，將未發送出去的紀念品及贈品捐贈給當地的社福機構或教育單位。
	35	如果你選擇在活動中贈送禮物，鼓勵購買有用的贈品，例如旅行杯、鋁製水杯、USB 隨身碟，或者是其他可以重複使用的物品。
	36	贈品盡量減少使用裝飾、地毯、指示牌等物質。
	37	採購時應購買具有環保標章之再生紙、文具及活動相關用品。
	38	在廚房和洗手間使用省水裝置。
	39	在會議中，自己帶筆和紙。
綠色採購	40	當不使用電源時，關閉電燈與設備以及關閉多孔插座。
	41	確保所有的電子設備的節電功能都有啟用。
交通指引	42	提供公共運輸網絡的連結，如有可能，提供即時資訊的連結。
	43	考量出席者的屬性與距離、活動地點的位置，規劃合適的交通方式及提供簡便路線圖。
	44	以步行及大眾運輸優先，鼓勵使用自行車，並提供共乘或接駁方案。
	45	提供出席者完整及明確的交通指引，包括：到達活動地點之大眾運輸工具、自行車租借方式或步行資訊；提供接駁車接送出席者至活動地點或飯店。
	46	鼓勵出席者共乘車輛。
	47	確保活動停車場不破壞自然環境。
	48	在旅館和會場之間，提供安全的步行路線。
	49	應使用在地物資，避免產品的運輸。
	50	應選擇當地、當季的食材，以減少碳排放。
	51	應事先調查用餐時人數，應供適量應餐點。
	52	要求食物不使用不能食用之裝飾用菜。
低碳飲食	53	多餘的包裝，可儲存的食物提供給當地社福機構。
	54	鼓勵使用省水節能標章的廚房用具。
	55	餐飲公司經營的場地應該是以對環境友善的方式進行清潔。
	56	菜單應該要呈現在地所生產的季節性食材。

主要項	編號	第一階段整併指標
	57	產品的供給應該考量可再次使用，或可回收的方式包裝。
	58	使用可重複清洗的餐具。
	59	使用可重複清洗的布製餐巾和桌巾。
	60	要求飲料以桶裝的方式提供，不提供瓶裝與罐裝飲料。
資源回收	61	在報到、展示及出口地區設置回收箱，回收塑膠製識別套，讓相關人士可以將標章或其他的物件歸還或重複使用。
	62	確認各種垃圾的合法處置方式，包含廚餘及資源垃圾。
	63	所有會場產生的垃圾都應做好垃圾分類（例如：紙類、塑膠類、金屬類及有機類），並應提供充足且標示清楚的分類垃圾桶。
	64	蒐集只有使用過一面的紙張，並重複利用於影印或筆記。
	65	收取參展廠商製造不能被回收或再利用的廢棄物費用，或要求參展廠商將廢棄物帶回。
	66	垃圾分類應至少分為資源回收類、一般垃圾類與廚餘類。
	67	要求並確認活動場所必須回收並妥善處理廚餘，例如交由清潔隊回收，或自行製成堆肥使用。
地方回饋	68	活動結束後，不需要但功能完整之設備、文具及紀念品等，可贈與當地學校及社福機構。
	69	確保你的持續性努力成果的資訊，可以透過電子在會議前後提供。
	70	主辦單位應估算活動可能產生的碳排放，計算的範圍包括活動、交通、住宿及餐飲的能資源使用結果。
評量報告	71	主辦單位應檢視整體活動環保低碳執行績效，並適時對外展現活動辦理成果。

表 5 將第一階段整併指標依照 SLCA 特性進行第二次整併後之指標項目

指標層面	指標項目	指標整併來源 (編號代表對應於表4指標 編號)	SLCA 分類
活動 辦理 前	1. 減少一次性宣傳工具使用	1, 2	(1.1)
	2. 宣傳期間避免耗用額外能源		(1.2)
	3. 選擇妥善的宣傳工具	1, 3	(1.3)
	4. 場所布置過程產生衝擊		(1.3)
	5. 考量出席者交通問題		(1.2)
	6. 講義與資料對紙張資源的節用	5, 6, 7, 8, 13, 14, 15, 16	(1.1)
	7. 講義與資料產生廢棄物		(1.3)
活動 辦理 中	8. 照明與空調節能措施	21, 22, 23, 24, 25, 40, 41	(2.2)
	9. 環境清潔及整潔維護	26, 27, 28	(2.3)
	10. 減少贈品之環境衝擊	32, 33, 34, 35, 36	(2.1)
	11. 地點交通節能減碳措施	42, 43, 44, 45, 46, 47, 48	(2.2)
	12. 減少活動本身直接影響自然環境	47	(2.3)
	13. 活動設計減少活動參與者之環境衝擊	9, 10, 29, 30, 31, 37, 38, 39	(2.1)
	14. 活動供膳之低碳考量	50-60	(2.3)
活動 辦理 後	15. 廢棄物減量與資源回收	62-67	(3.3)
	16. 活動後可用性物品回收	11, 12, 61, 68	(3.3)
	17. 活動後減少環境衝擊之努力與資訊 揭露	69, 70	(3.2)
	18. 減少評量之紙張與顏料之使用		(3.1)

表 6 第一回合德爾菲法統計分析

指標層面	指標項目	重要程度			執行容易度		
		平均值	眾數	標準差	平均值	眾數	標準差
活動辦理前	減少一次性宣傳工具使用	4.60	5	0.49	4.27	4	0.77
	宣傳期間避免耗用額外能源	4.13	4	0.81	4.07	4	0.57
	選擇妥善的宣傳工具	4.40	5	0.71	4.27	4	0.68
	場所布置過程產生衝擊	4.40	5	0.71	4.07	4	0.68
	考量出席者交通問題	4.33	5	0.79	3.47	5	1.39
	講義與資料對紙張資源的節用	4.67	5	0.60	4.07	4	0.61
	講義與資料產生廢棄物	4.53	5	0.72	4.00	4	0.73
活動辦理中	照明與空調節能措施	4.60	5	0.61	3.53	4	0.86
	環境清潔及整潔維護	4.20	5	1.17	4.53	5	0.72
	減少贈品之環境衝擊	4.27	5	0.85	4.53	5	0.62
	地點交通節能減碳措施	4.27	5	0.77	3.33	4	0.90
	減少活動本身直接影響自然環境	4.40	5	0.88	3.93	5	1.06
	活動設計減少活動參與者之環境衝擊	4.27	5	0.85	4.27	5	0.77
	活動供膳之低碳考量	4.53	5	0.62	3.80	4	0.96
活動辦理後	廢棄物減量與資源回收	4.67	5	0.60	4.87	5	0.34
	活動後可用性物品回收	4.40	5	0.71	4.67	5	0.60
	活動後減少環境衝擊之努力與資訊揭露	4.40	5	0.80	3.20	3	1.05
	減少評量之紙張與顏料之使用	4.13	5	1.14	3.67	5	1.14

在第一回合問卷統計分析結果，如表 6 所示，進行專家意見一致性分析以確定各專家意見看法是否已達共識。

在指標整併過程中，已經盡可能處理原來就存在的兩個問題，分別是，時間軸問題，以及，物質、能源、廢棄物相互之間的相關

性問題。為解決此一複雜問題，本研究嘗試建立幾個區隔表 2 矩陣的準則(criteria)如下：

1. 活動規劃階段的行動會包含使用階段，造成事件重疊部分，調整為以事件發生的時間區隔，便不會有此問題(例如，場佈在活動前階段，就不再活動結束後再

- 去考慮場佈時有無注意減少廢棄物產生等，把那部分留在活動前)。
2. 材料選擇與能源使用部分，不考慮材料使用本身的能耗。
 3. 材料選擇與廢棄物產生階段的重疊部分，材料選擇在於其資源是否浪費，以及有害性。而資源回收再利用，可應用於該次活動者，屬於材料資源減少耗用；屬於資源回收後非於該時間點使用者，屬於減少廢棄物。(以時間點切割)
 4. 活動執行與活動結束污染物區別，以活動執行階段產生，以及活動結束後的動作產生為基礎，進行區隔。

由於第一階段所做的調查，同時也請專家提供指標的修正建議，許多專家皆指出指標有重複性的問題。此一問題已於研究方法

以及上段敘述中提及，雖然已有訂定上述的準則進行區隔，仍然不易解決指標之間彼此相關的問題。

二、第二階段環境友善指標內涵建構、整併與調查

由於本研究目的主要是將指標群予以有系統地歸納整併，以建立成容易理解使用的環境友善評估工具。因此，在第二階段的整併中，本研究採取直接利用修正過的 SLCA 架構，在每一矩陣的元素(component)中給予明確的定義，以此做為評估工具。所建立之矩陣如表 7。在完成第二階段所進行的 Delphi 問卷調查結果後。最後，綜合問卷修正與權重調查，完成環境友善評估工具如表 8。

表 7 第二階段修正後建立的指標架構

	物質資源耗用	減少能源耗用	減少污染物排放
活動辦理前	活動宣傳與訊息提供方式，有考量減少物質資源使用	活動宣傳與訊息提供，有考量能源的節用	活動宣傳與訊息提供方式經過妥善考慮容易再次使用，使用易回收再利用材質或環保材質，可減少廢棄物、廢水或廢氣產生
活動辦理中	活動辦理期間之場布裝飾、講義、紙張、教具、餐點、禮品等，有考量減少物質資源使用的作為	活動辦理期間之交通、場地、照明、空調、設備、器材、活動方式等，有考量減少能源使用的作為	活動辦理期間所提供之飲水、餐點、餐具、禮品、教具、文具、名牌、紙張等經過妥善考慮，使用易回收再利用材質

	物質資源耗用	減少能源耗用	減少污染物排放
			或環保材質，可減少廢棄物、廢水或廢氣產生
活動辦理後	活動辦理後之交通、場地清潔、贈品、宣傳品、證書、證明等，考慮減少物質資源使用的作為	活動辦理後之交通、場地清潔、設備、器材搬運、廢棄物清運等，能考慮減少能源使用的作為	活動辦理後對於所產生的廢棄物中可用資源妥善回收、剩餘餐點、餐具、宣傳品、教具、文具、名牌等經過妥善再利用處理，場地清潔使用低污染或環保標章產品，可減少廢棄物、廢水或廢氣產生

表 8 建構完成之環境友善評估工具

指標層面	指標面向	分數	指標項目(內涵)
(1,1)	活動宣傳與訊息提供方式,有考量減少物質資源使用	□/8 分	<input type="checkbox"/> 減少非必要性宣傳工具，以節省資源的使用 <input type="checkbox"/> 選擇宣傳工具（例如：布條、旗幟、看板、燈箱、海報等），應評估使用的時機與數量，以避免造成浪費 <input type="checkbox"/> 使用紙本通知或講義時，評估使用的時機、次數及印刷數量 <input type="checkbox"/> 減少非必要之彩色印刷，以減少資源使用 <input type="checkbox"/> 紙張採取雙面列印，以減少用量 <input type="checkbox"/> 活動報名與通知時，應減少紙本的使用（例如：採電子郵件、簡訊等方式） <input type="checkbox"/> 其他：_____
(1,2)	活動宣傳與訊息提供,有考量能源的節用	□/9 分	<input type="checkbox"/> 宣傳期間避免耗用額外能源(例如:減少LED燈箱、電視的長時使用，或選用高能源效率設備)

指標層面	指標面向	分數	指標項目(內涵)
			<input type="checkbox"/> 提供出席者完整及明確的交通指引，包括到達活動地點之大眾運輸工具 <input type="checkbox"/> 安排合適交通接駁工具 <input type="checkbox"/> 其他：_____
(1,3)	活動宣傳與訊息提供方式經過妥善考慮容易再次使用，使用易回收再利用材質或環保材質，可減少廢棄物、廢水或廢氣產生	□/12 分	<input type="checkbox"/> 短期內可能重複舉辦之活動，廣告文宣上避免打印日期、地點，或改由手寫日期、地點，以妥善利用每張文宣 <input type="checkbox"/> 場所布置過程避免產生其他衝擊（例如：場所布置產生噪音、塵土、污染、光害等） <input type="checkbox"/> 減少一次性布置耗材使用（例如：汽球、非季節性裝飾盆栽非季節性等） <input type="checkbox"/> 場地布置避免使用無法回收再利用的物品，儘量使用可重複使用的標示或向其他單位借用 <input type="checkbox"/> 講義與資料的準備，有考量減少製造污染物或廢棄物 <input type="checkbox"/> 使用環保標章或認證產品（例如：FSC 認證紙張、使用大豆油墨、環保再生紙張等） <input type="checkbox"/> 活動前通知出席者應自備餐具、杯子等，以減少廢棄物 <input type="checkbox"/> 其他：_____
(2,1)	活動辦理期間之場布置裝飾、講義、紙張、教具、餐點、禮品等，有考量減少物質資源使用的作為	□/21 分	<input type="checkbox"/> 非必要不提供紀念品及贈品 <input type="checkbox"/> 減少公文封、筆、筆記本、便箋等贈品 <input type="checkbox"/> 活動中精確估算餐點需要量，避免食材浪費 <input type="checkbox"/> 避免使用一次性餐具，並於活動中適時溝通說明以減少資源的使用 <input type="checkbox"/> 避免或減少活動中使用一次性教具，以減少資源的使用 <input type="checkbox"/> 應使用具有環保標章之再生紙、文具及包含

指標層面	指標面向	分數	指標項目(內涵)
			<p>清潔用品等活動相關用品</p> <p><input type="checkbox"/> 其他：_____</p> <p>_____</p>
(2,2)	活動辦理期間之交通、場地、照明、空調、設備、器材、活動方式等，有考量減少能源使用的作為	<input type="checkbox"/> /13 分	<p><input type="checkbox"/> 照明與空調具節能調整措施，例如照明可調整明暗度等</p> <p><input type="checkbox"/> 活動場地有足夠的窗戶，可選擇自然採光及自然通風</p> <p><input type="checkbox"/> 場所照明採用 LED 等省電燈具，以減少活動用電量</p> <p><input type="checkbox"/> 設置冷氣空調設備，使用符合節能規範或標章之設備，以減少活動用電量</p> <p><input type="checkbox"/> 應調查與評估參加人數，以妥善安排合適活動的場地，以降低造成的空調及照明浪費(例如：太大的空間亦造成不必要的浪費)</p> <p><input type="checkbox"/> 選擇自然採光的場地，能減少燈具的使用量</p> <p><input type="checkbox"/> 選擇通風良好的場地，能減少空調的使用量</p> <p><input type="checkbox"/> 活動期間需要接駁使用節能交通工具(例如：太陽能、電動、油電混合車)</p> <p><input type="checkbox"/> 其他：_____</p> <p>_____</p>
(2,3)	活動辦理期間所提供之飲水、餐點、餐具、禮品、教具、文具、名牌、紙張等經過妥善考慮，使用易回收再利用材質或環保材質，可減少廢棄物、廢水或廢氣產生	<input type="checkbox"/> /16 分	<p><input type="checkbox"/> 場地環境清潔維護使用環保標章或環境友善產品</p> <p><input type="checkbox"/> 減少活動本身直接影響自然環境(例如：光害，噪音，對生物干擾，過多殺生等)</p> <p><input type="checkbox"/> 活動供膳之低碳考量選擇當地、當季的蔬菜，不使用不能食用之裝飾用菜</p> <p><input type="checkbox"/> 使用可重複清洗的餐具、餐巾和桌巾，不提供一次性餐具，以減少廢棄物產生</p> <p><input type="checkbox"/> 要求飲料以桶裝的方式提供，不提供瓶裝與罐裝飲料，以減少廢棄物產生</p> <p><input type="checkbox"/> 其他：_____</p> <p>_____</p>

指標層面	指標面向	分數	指標項目(內涵)
(3,1)	活動辦理後之交通、場地清潔、贈品、宣傳品、證書、證明等，考慮減少物質資源使用的作為	□/6分	<input type="checkbox"/> 減少獎盃、錦旗、證書、評量之紙張、燙金與顏料之使用 <input type="checkbox"/> 閉幕活動減少場地之布置 <input type="checkbox"/> 活動後盡可能使用線上評量 <input type="checkbox"/> 其他：_____
(3,2)	活動辦理後之交通、場地清潔、設備、器材搬運、廢棄物清運等，能考慮減少能源使用的作為	□/5分	<input type="checkbox"/> 活動後將減少環境衝擊之努力進行資訊揭露 <input type="checkbox"/> 活動後人員疏運之交通安排，盡可能利用大眾運輸系統 <input type="checkbox"/> 活動後相關器材搬運、廢棄物清運考量減少能耗，或使用生質能交通工具 <input type="checkbox"/> 其他：_____
(3,3)	活動辦理後對於所產生的廢棄物中可用資源妥善回收、剩餘餐點、餐具、宣傳品、教具、文具、名牌等經過妥善再利用處理，場地清潔使用低污染或環保標章產品，可減少廢棄物、廢水或廢氣產生	□/10分	<input type="checkbox"/> 活動後廢棄物妥善處理與回收 <input type="checkbox"/> 活動結束妥善復原及整理活動後之場地 <input type="checkbox"/> 廢棄物回收項目應至少分為資源回收類、一般垃圾及廚餘類 <input type="checkbox"/> 如非必要，場地標示與指示不打印活動名稱，以便下次使用 <input type="checkbox"/> 活動後文具、識別證套等可用資源回收 <input type="checkbox"/> 活動後其他可用性物品回收 <input type="checkbox"/> 活動後場地清潔使用環保標章或無毒、環境友善之清潔用品 <input type="checkbox"/> 其他：_____

伍、結論與建議

本研究以國際公認之低碳、綠色活動以及綠建築評估工具為基礎，嘗試發展一特別用來進行評估環境教育設施場所之環境友善度的工具，使可對環境教育設施場所之相關活動方案與既有設施進行盤查與評估。研究結論如下：

- 一、本研究以以環保署的低碳活動指引，以及聯合國環境部(UNEP)的永續活動指引(sustainable events)為藍本，透過簡易生命週期評估(SLCA)的簡化架構，並借重 15 位專家參與的德爾菲法進行指標整合後，建立一可適用於不同種類之環境教育設施場所的環境友善評估工具。
- 二、本指標工具分為「活動辦理前」、「活動辦理中」與「活動辦理後」三大時間軸，而在環境衝擊部分，分別以「物質」、「能源」、「污染」予以分類。

綜合本研究，建議如下：

- 一、本研究所建立的環境友善評估工具，經過妥善分類，預期可較一般的查核表更能鑑別出潛在的衝擊因子，故亦適用於對環境衝擊較不熟悉的人員操作進行自評使用。
- 二、本研究在指標進行整合過程中，為考量不同設施場所的適用性，本研究減少指標中有關硬體設施的比重，在範疇規劃考量上，以設施場所的活動方案所涉及的環境衝擊活動為主。未來若要針對指標再予精進，可考慮再整合綠建築等硬

體設施的相關指標。

- 三、預期本研究所建構之環境友善評估工具，將可應用於環境教育相關的活動方案中，評估其是否考慮環境友善性。進而可使環境教育設施場所運作過程中，減少實際對環境所產生衝擊。另一方面，若將本工具應用於設施場所之自評，預期將對環境教育實務工作者之職能素養有所提升。

陸、參考文獻

- 環境教育法(2010年6月5日)。
- 高翠霞、高慧芬(2004)。台灣地區國小環境教育指標系統探究。**環境教育研究**，1(2)，71-104。
- 孫志麟(2000)。國民教育指標體系建構之研究。**國立台北師範學院學報**，13，121-148。
- 郭昭佑(2001)。教育評鑑指標建構方法探究。**國教學報**，13，251-278。
- 於幼華、張益誠(1999)。永續發展指標。**環境教育季刊**，37，53-74。
- 張育傑(2012)。**環境教育機構及環境教育設施場所評鑑專案工作計畫**。行政院環境保護署環境保護人員訓練所專案工作計畫成果報告(編號：101-023)，未出版。
- 吳鈴筑、王鴻濬(2012)。環境教育設施場所認證之實務分析。**鄉村旅遊研究**，6(1)，1-13。
- 劉潔心、馮嘉玉、晏涵文(2006)。我國學校

- 環境教育指標之研究。師大學報:教育類，**51 (1)**。
- 胡憲倫、許家瑋 (2005)。建置以簡化式生命週期評估為基礎之綠色設計決策支援系統，**臺灣環境管理研究**，**1**，19-34。
- 行政院環境保護署 (2015 年 12 月 25 日)。環境教育管理資訊系統【線上論壇】。取自 http://eais.epa.gov.tw/front/cert/field_qry.aspx
- 行政院環境保護署 (2015 年 12 月 25 日)。環保低碳活動平台【線上論壇】。取自 https://www.google.com.tw/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjhs-hkv7JAhWi6KYYKHbWZBRAQFggaMAA&url=http%3A%2F%2Fgreenevent.epa.gov.tw%2Fmanage%2Ffile_download%2Ffile%2F%25E7%2592%25B0%25E4%25BF%259D%25E4%25BD%258E%25E7%25A2%25B3%25E6%25B4%25BB%25E5%258B%2595%25E6%258C%2587%25E5%25BC%2595.pdf&usq=AFQjCNFeiGkFYz5q0wOE_50_Fir_UbsZjQ
- United Nations Environment Programme (2016, March, 24). Re: Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment【Web blog message】. Retrieved from <http://www.unep.org/documents.multilingual/default.asp?documentid=97&articleid=1503>
- T. E. Graedel, T. Lanzano, and W. Pott. (2015, January 22). Re: Multiscale Life-Cycle Assessment【Web blog message】. Retrieved from http://environment.yale.edu/publication-series/documents/downloads/v-z/wp_6_multiscale_lifecycle.pdf
- Graedel, T.E. (1998). Streamlined Life-Cycle Assessment. NJ: Prentice Hall. Upper Saddle River.
- Graedel, T.E. (1998). Life-Cycle Assessment in the Service Industries. *Journal of Industrial Ecology*, 1(4), 57-70.
- UNEP SUN,ICLEI,IAM-LAPD. (2015, May,2). Re: Sustainable Events Guide: Give your large event a small footprint【Web blog message】 Retrieved from http://www.iclei-europe.org/fileadmin/templates/iclei-europe/files/content/ICLEI_IS/Publications/Sustainable_Events_Guide_May_30_2012_FINAL.pdf

Developing an environmentally friendly tool for the environmental learning centers

Chia-Jung Lu, Yu-Jie Chang

Abstract

In this study, a tool to evaluate the degree of the "environmentally friendly" of environmental learning centers (ELCs, or environmental education venues) was developed. A streamlined life cycle assessment (SLCA) method was applied to be the framework of these indicators. After these indicators were reviewed and selected by 15 experts through Delphi method, over 300 indicators introduced from UNEP/ICLEI (Sustainable Events Guide) and Taiwan EPA (Green Events) have been merged to nine main indicators with weightings. The degree of the "environmentally friendly" has been transferred to a more quantitative tool for applying on ELCs. Using this evaluating tool developed in this project is expected to diminish the carbon emission of the ELC's activities and to improve the literacy of practitioners in the ELCs.

Key words : Environmental education act, environmental learning centers, Environmentally friendly, Life cycle assessment (LCA), Delphi method