

教育資料與研究雙月刊
第69期 2006年4月 165-180頁

台灣與美國永續校園教育政策執行之比較

李顯榮

摘要

永續發展是有關「符合現今需求，又不犧牲未來世代需求」的理念。國際間陸續針對環境、都市、建築之未來發展發表宣言，積極召開與永續、生態、健康建築相關的國際研討會，我國「永續校園」計畫從2002年六月開始推動，至今將屆四年多，培訓出許多相關專業人員，成立輔導團協助學校執行專業技術，每年申請的學校數量，從九十一年度的23所、九十二年度的119所，到九十三年度的562所，三年以四倍以上速度成長，這些驚人的大幅成長，說明有越來越多的學校積極想要加入永續校園的行列。美國、德國、日本、荷蘭、與北歐等先進國家對於綠建築的實行已有亮麗的表現，由於台灣地理環境氣候的相異於上列的先進國家，在合理的經濟成本的前提下，保護環境的同時也能兼顧學生使用的便利、提升其學習效能、提供教師教學資源，取得家長與社區支持，擷取上述各國的經驗，發展本地特色，達到永續校園發展方案的指標，實有必要。本文探討永續校園的意涵、發展方案內容執行過程與評估指標、並以美國加州州立大學Pomona分校附屬中學與我國深坑國小作永續校園執行成果比較，期待能給我國永續校園的政策執行和發展一些新的思維方向。

關鍵詞：綠建築、永續建築、永續校園

李顯榮，國立政治大學教育系博士班研究生，台北市私立大誠高中董事長

電子郵件為：senzong2@yahoo.com.tw

來稿日期：2006年4月10日；修訂日期：2006年4月12日；採用日期：2006年4月13日

Exploring the Differences between Educational Policies for Sustainable Schools' Implemenation in Taiwan and the United States

Sen Zong Lee

Abstract

Sustainable development is regarding to a perspective to meet the needs of the present time without scarifying our next generation in the future. Countries all over the world are making a declaration of environmental, civil, and architect's future development in succession. They convened a series of international conferences for sustainable, ecological, green building issues aggressively. Ever since June 2002, "Sustainable School Program" in Taiwan has been promoted, a lot of experts have been trained, an association made to assist schools implements specific techniques, and the number of schools participating this program have raised rapidly four times than it used to be. The program's major improvement accounts for that more and more schools are willing to join it. The United States, German, Japan, Netherlands, Northern Europe, and other developed countries had had great performances of green building's implementation. Because the environment and climate in Taiwan are different from those countries mentioned above, we must consider both their implementation experiences and our local characteristics when we implement the "Sustainable School Program." In addition, economic efficiency has to be taken into consideration during the program's implementation process. As a result, we can have a win-win situation of achieving the goals of environmental protection and assuring convenience for students' usage. In this way, students' learning effectiveness can be enhanced, in addition to provide teaching resources and to gain supports from parents and communities. Obviously, the importance of the goals of the Sustainable School Program's should not be ignored. This article mainly reveals the nature and contexts of the implantation of the developmental plan, and its evaluation indicators for the sustainable schools. In order to inspire Taiwan's policy implementation and promote the development of the sustainable school, a comparison between the State and Taiwan is indispensable, i.e., an analysis is in depth between an affiliated senior high school of California State University, Pomona in the State and Shekeng elementary school's sustainable school in Taipei County, in terms of their implementation performances.

Keywords: green building, sustainable architecture, sustainable school

Sen Zong Lee, Doctoral Candidate, Department of Education, National Chengchi University, President, Ta Cheng High School

E-mail:senzong2@yahoo.com.tw

Manuscript received: April 10,2006 ; Modified: April 12,2006 ; Accepted: April 13,2006

一、前言

1982年由國際自然資源保育聯盟(IUCN)起草的世界自然憲章(World Charter for Nature),確認了國際社會對人與自然倫理關係與其所應該承擔的義務,「永續」與「發展」首次被連結一起。永續發展是有關「符合現今需求,又不犧牲未來世代需求」的理念。1987年世界環保與發展會議(World Commission on Environmental and Development, WCED)為人類永續發展策略提出「我們共同的未來」的報告,獲得全球共鳴。1992年由聯合國環境與開發委員會所支持的地球高峰會議,以二十一世紀實踐命名的「二十一世紀議程」(Agenda 21),更明顯的提供了永續發展的輪廓與架構。此報告的重點分為以下幾類:(1)地球上的生活品質。(2)地球資源的有效利用。(3)全球公共事物的保護政策。(4)人類居住環境的管理。(5)化學品與廢棄物的管理。(6)永續的經濟發展。除了二十一世紀議程外,會中還簽署了「氣候變化公約」、「生物多樣性公約」、與「森林原則」和「里約宣言」。1993年聯合國成立「永續發展委員會」(United Nations Commission on Sustainable Development, UNCSD)展開地球環保活動。1998年「京都環境會議」制訂全球CO₂排放減量目標,「永續發展」成為刻不容緩的議題。2002年舉行的第二屆永續建築國際研討會中,有超過60個國家及1,000位代表與會,大會安排了六個平行會議(Parallel sessions:sessions held at the same time),180篇論文發表,250篇被張貼展示的論文。二十世紀人定勝天的意念開始萌芽,人類發展科技並利用科技開

發自然資源,歷經數十年的時間,因為人類的過度開發,自然資源開始急速減少,自然環境對人類展開反撲,自然與相關反撲議題開始備受矚目。國際間陸續針對環境、都市、建築之未來發展發表宣言,積極召開與永續、生態、健康建築相關的國際研討會,確定出未來永續的發展方向。

在城鄉發展的生態環境系統中,由於學校用地在國土配置上分布最為均勻與廣泛,由大學、高中職、中小學、幼稚園與托兒所擁有的廣大校園,具有最優良的綠化、透水、生物棲息條件,因此將校園改造為更優良的生態環境,對於城鄉生態綠網、都市氣候、生物基因交流、國土生態保護有莫大幫助。所以,永續校園的發展更顯其發展上的必要性與不可取代性:永續校園的建立,除了能夠有實質的環境改善外,對於國人孩提時期與青少年生活體驗及人格塑造亦有極大幫助(林憲德,2004)。此外,對於學生們的學習成就亦有影響,Lemasters認為學校設施和學生的成就正相關(引自內政部建築研究所,2006)。因此,永續校園方案之教育政策執行應是值得探討的重大議題。

我國「永續校園」計畫從2002年六月開始推動,至今將屆四年多,已培訓出許多相關專業人員,成立輔導團協助學校執行專業技術,每年申請的學校數量,從九十一年度的23所、九十二年度的119所,到九十三年度的562所,三年以四倍以上快速成長,這些驚人的大幅成長,說明有越來越多的學校積極想要加入永續校園的行列。美國、德國、日本、荷蘭、與北歐等先進國家對於綠建築的實行已有亮麗的表現,由於台灣地理環境氣候的相異於上列的先進國家,在合理的經濟成本的前提

下，在保護環境的同時也應兼顧學生們使用上的便利、提升其學習效能，並擷取上述國家的經驗，且應考量國內特色，方能達永續校園發展方案的指標。

2006年二月作者參訪加州州立大學Pomona分校，認為該中心節能建材研發，高科技太陽能轉化為電源，結合自然生態，節能減廢技術，發展多樣生物景觀，自給自足，保護環境，與社區結合等概念，均值得我國借鏡。台灣深坑國小執行永續校園多年的努力過程與成果，成為我國教育部示範學校，是以，本文乃針對美國加州州立大學Pomona分校附設中學與台北縣深坑國小永續校園執行過程異同與結果之差異作一比較分析，期本文對學校永續校園有所助益。

二、永續校園的意涵

1962年，Rachel Carson發表〈寂靜的春天〉引爆永續建築的議題，文中針對環境遭受破壞後的大自然反撲提出警訊，地球環保意識覺醒。經過「蒙特婁公約」、「里約宣言」、「世界人口會議」、「城市高峰會」、與「京都議定書」的討論，由「環保」、「省能」等消極議題，邁向「永續」、「生態」等積極因應。1970年之前，全球經濟空前繁榮，當時建築界正盛行現代主義，建築物朝向機械化、設備化的設計，全天候的空調、全面玻璃的建築外觀、中央熱水系統、全面人工照明等設計充斥全世界，吞食著地球資源。由於，建築物的每一塊磚、鋼筋、玻璃，對能源來說都是極大的消耗，同時也製造大量的CO₂，建築物是高污染、高耗能產品，助長地球的高溫化，也造成地球環境危機。

據產業耗能統計，每生產一公斤水泥排放0.4公斤的CO₂，生產一公斤鋼筋排放0.9公斤的CO₂，一平方米的瓷磚則排放7.9公斤的CO₂（內政部建築研究所，2006）。以台灣來說，用每戶35坪計算，每戶之CO₂排放量約為34,000公斤，這些CO₂的排放量需要一棵喬木40年的光合作用才能吸收完畢，也就是全台都市必須種植500萬棵喬木才能平衡建築市場CO₂排放量對環境造成的衝擊。因此，永續建築的節約建材政策勢在必行。

2000年在荷蘭舉行的SB' 2000會議，進行一連串針對環境生態議題的探討，提出永續建築、綠建築、生態建築、健康建築等之定義與意涵（Sustainable Buildings, 2000）：

永續建築乃一個永續需思考的操作事項是建材、建築物、都市區域的尺度大小並考慮其中的機能性、經濟性、社會文化和生態因素。為達到永續建築環境必須反映出不同區域性的狀態和重點以及建構不同的模型去執行（如全球性和區域性等模型）。

「綠建築」起源於1970年代的二次世界能源危機，當時因為石油恐慌而興起建築界的「節能設計」運動，也引發「低能源建築」、「生態建築」、「誘導式設計」、「風土建築」的熱潮，至今猶成為環境設計思潮的主流，最近更在地球環境危機聲中，融入最新的地球環保設計理念而形成最新的「綠建築」理念。直到1973年發生了第一次石油危機，各國政府也在警覺能源危機下，積極制定建築節能設計的法令，加強建築外殼隔熱規定，鼓勵太陽能源使用，也收到不少節約能源之效。根據聯合國全球永續發展宣言，綠建築的定義

為：「在經濟與環境兩個問題中有效率的利用僅有的資源並提出解決的方法，進一步改善生活的環境就是所謂的綠建築。綠建築最明顯的影響，就是使環境和經濟方面的關係達到一個平衡的狀態，這也就是永續經營的特點」(SB' 2000&GBC2000, 2000)。

所謂「健康建築」指：「一種體驗建築室內環境的方式，不僅包含物理測量值，如溫濕度、通風換氣效率、噪音、光、空氣品質等，尚須包含主觀性心理因子，如佈局、環境色、照明、空間、使用材料等，另外加上如工作滿意度、人際關係等。一棟健康建築必須包含以上所有」(HB' 2000, 2000)。上述三種建築名稱雖不同，但其目標皆為永續建築——一個能真正提供人類生計、萬物生存與地球生命的建築朝向，而其下依序為生態建築 (Ecological building)、綠建築，最底層亦為最基礎必須達成者即為健康建築。

國外早將永續校園納入正式教育體系，將環境永續的概念納入環境教育。世界各國推動綠色學校的計畫有許多層面，有針對單一重點來推動生態改造工程，有的則推動多層面的綠色學校計畫。單一改造工程導向的國家，如：美國能源機構的綠色學校計畫，鼓勵學校進行節約能源的硬體改善與節能相關教學活動 (Alliance to Save Energy)；日本的綠色學校計畫則專重於學校的硬體改造。推動多層面綠色學校計畫的地區有歐洲的生態學校、加拿大的種子學校、中國的綠色學校、與台灣的綠色學校。依Varis Bokalders教授的觀察，歐洲的生態建築發展可依三大派，德國、荷蘭與北歐三大區域，各有其獨特的專長領域與對生態建築觀點。由於有厚實的工

業基礎，德國的生態建築發展較強調高科技設備的應用與施工品質，如：高能轉率的太陽能光電技術等科技產品。因為地狹人稠，因此推行生態設計從政府政策規定，促使民間與政府共同推行生態建築。北歐四國的生態建築則應用低科技之自然對策，亦即將可應用之事物回歸大地應用，採用簡易之設備技術達到生態建築之目的。2002年日本建築學會聯合學術界與產業界的五個團體，發表「地球環境、建築憲章」與「地球環境、建築憲章的運用指針」，作為建築學界與業界共尊的法則。長壽命、自然共生、省能源、省資源、與繼承等五原則 (江哲銘, 2004)。

行政院在1996年七月的APEC永續發展會議中，承諾推動「人居環境會議」的決議目標，同年在「營建白皮書」中宣示全面推動綠色建築政策。台灣對於永續建築評估體系的推動，現階段是由內政部建築研究所主辦，經由研究成果進而進行政策的制定與推動，逐步建立完整的台灣本土永續建築的評估模式。我國目前進行的永續建築發展方向，分為政府政策與民間產業部分。政府以「綠建築」為主，以「綠建築九大指標」政策、「綠建築推動方案」與「綠校園」。1980年代崛起「宜蘭新校園風格」、「開放教育空間改革」與921地震後的「新校園運動」，加速「永續校園」發展需求。自2002年起，「永續校園」提升為「挑戰2008六年國家重點發展計畫」之一環，2005，2006年行政院編列各一億五千萬元法定預算。雖然相較世界各國，台灣的綠建築政策起步雖晚，其發展的「綠建築評估EEWH系統」不但具備學術理論體系，同時能充分掌握國內建築物的耗能、耗水、減廢、環保之特性，而深具引導綠

建築設計之效益（內政部建築研究所，2006）。J. Weiss（2000）對於學校綠建築的定義為如下：

綠建築學校的特徵具有學校設計、建造與營運的資源上的節約、隨時盡所能的使用回收再生資源、學校具有自行製造可替代資源的能力、利用學校所在地的氣候與地理環境的優勢，減低對石化燃料的依賴、在經濟許可的情況下，創造個健康與安全的學校、使學校環境不僅是教育工具，同時也能是社區資源等。

學校建築是教育場所，為公共建築的一部分，學校綠建築的規劃與設計，融合綠建築與相關教育和環保問題，引起世界各國重視。如：永續學校（sustainable school）、生態學校（eco-school）、綠色學校（green school）、健康學校（health school）、高成效學校（high performance school）、智能學校（smart school）、和種子學校（seeds）（湯志民，2004）。教育部定義「綠校園」是具備環境自覺與實踐能力的綠色學校，施以綠建築與生態環境之改造技術，符合永續、生態環境原則之校園環境（打造綠校園 Taiwan Green School）。美國能源部定義高成效學校具有高品質的室內空氣、能節約能源、節省建材、節省水、容易維護與維持學校運作、

操作方法是經過設計的、尊重校地和學校所在之社區、擁有跨學科領域的學習資源、安全與保衛、激發性的建築設計、與能適應變遷的需求（教育部，2003）。

三、永續校園發展方案內容執行過程與評估指標

1995年我國政府首次將「建築節約能源設計」納入「建築技術規則」、1999建築評估系統啟動、2001年「綠建築推動方案」的推出全面加速公私有建築物進行綠建築設計、2002年綠建築政策列入「挑戰2008年一國家重點發展計畫」的一環、2003年部分建築規定納入「建築技術規則」，逐步落實綠建築設計。綠色學校計畫從2000年推行自今，已經有六年，計畫名稱為「台灣綠色學校夥伴網路計畫」。2001年起，教育部給予地方教育局環境教育經費，來推動綠色學校，教育局自由申請該項計畫，在所屬學校舉辦校長與教師研習、輔導訪視及自評工作、行動研究等工作。2003年起，教育部又給予學校局部硬體改造經費。綠色學校計畫願景的內容、方向和內涵，如表1：

為促成國家永續發展的目標，帶動日後社會持續進步與改革的基礎力量。除了

表1 綠色學校計畫願景內容表

願景方向	願景內涵
學校環境政策與管理	校園環境調查、學校環境政策、環保小組、環境稽核、社區資源等
學校校園規劃	建築與設施綠化、師生參與、省能源、省資源、生活機能、乾淨舒適、避免污染社區環境
綠色生活	簡樸生活、綠色思潮、綠色消費、能源、水資源節約、安全、寧靜、和樂、垃圾分類、資源回收、愛好和平、自然和諧、負責任的綠色行爲
環境教學	在環境中教學：鄉土與戶外教育、社區與學校教學步道教導；環境知識：融入式教學、綠色課程研發、為環境而活動；環境議題行動研究、環境主題活動

在軟體方面，落實以「永續發展」理念出發的課程設計與校園經營外；在硬體方面，則可透過永續建築技術—建立節省能源、省資源、健康、舒適的校園建築，及生態環保回收利用之校園環境；並藉此環境改造的過程，建立起台灣本土永續校園技術應用與評估的例，整合成省能、環保、健康之校園環境應用技術，以提供未來國內永續校園改造與設置的規範（永續校園學習之旅，2006）。校園公共空間的改善，將能夠有效地透過居民參與的方式，獲致鄰里社區認同；讓永續校園進一步地擴及社區再造方案的推動；同時，在這些各地的永續校園改造更突顯地域特色、順應環境條件、凝聚社區意識等效益，創造出各社區與校園緊密結合之生態教育示範社區。而每一所示範校園呈現教育改革之理念，回歸教育改革方針，同步為永續教育播下愛與希望的種子。

1992年在巴西里約召開的地球高峰會議，制定「生物多樣性公約」後，「生物多樣性」一直是地球環保的最高指導原則，生物多樣性的設計在於確保充足的綠化量。所以積極從事生態教育的學校，應該要挪用部分過分園藝化之校園邊緣綠地，將其變更為複層雜生混種之綠化。綠地面積至少要占校園面積30%，綠地配置連結週邊外緣地系統，且不能被30公尺以上道路、封閉圍牆或其他設施截斷。在校園，水域環境是萬物匯集交流最豐富密集的区域，魚蝦、兩棲、爬蟲、甲蟲、與昆蟲類在此聚居，水生與灌木喬木叢生於此，鳥類在此補食魚蝦，路行動物也到此飲水。可見校園環境創造溼地水域是創造生物多樣化環境最有利的�方法。另一方面，土壤也是生物多樣化環境創造的重要

要素。農藥、化肥、殺蟲劑與除草劑等化學藥劑應被禁用以免破壞土壤中的生物存活空間。土壤內的有機物品質提升而滋養植物，對生態環境有莫大助益，對永續校園的執行佔有不可或缺的地位，當基地保水性能愈佳時，基地涵養與水的能力愈好，則對土壤內微生物的活動愈有益。

除了校園生態設計外，永續校園的節能設計亦極為重要，第一是為避免複合中央空調化發展。目前許多學校建築都有走向巨型中央空調化的現象，此類巨型的中央空調對於大專院校而言較之其餘層級的學校更容易造成資源浪費，因為其設施夜間的使用率偏低，因應少部分使用者而打開整層樓的中央空調是十分浪費資源。因此，在相通空間機能的前提下，開發學校建築應以更人性、更分散、更通風採光、更彈性空調的方式進行。總的來說，愈大規模尺度的校園節能計畫，能影響的層面愈廣，因此，由整體校園來進行生態氣候規劃是最有效、經濟的校園節能設計。所謂校園生態氣候規劃就是善用空氣、陽光、方位、形狀等自然力所進行的校舍節能規劃，這是一切學校節能設計之母。近來校園的規劃常遷就空間造型而忽略生態氣候，因此常出現嚴重東西日曬的校舍配置，引起採光不良與能源浪費。

另一方面，校園綠建築的規劃應把握生態、科技、教育、效率、與健康的五項原則（湯志民，2003）。學校綠建築的生態規劃原則可分為校外、校內與整體生態環境來思考。校外生態環境應把學校的地理、地形、地貌、坡度、降雨、排水、日照時數、風向、風速、土壤、地質、地震、與環境敏感性等因素列入學校校舍和校園配置的考量，以降低週遭環境交通、

噪音、垃圾、水污染等不良影響。校內生態環境則應考慮活動於校園內人員的密度，以免過多的人員影響共生生物的生存（梁明煌，2002）。最後，學校應融入整體學校的環境中，創立特有的學校風格與特色（方智芳，2003）。由前面提到的各國的綠建築發展可知，綠建築的科技原則並未有高低限制。至於在教育原則的參與需要有校內各相關人員的參與，如：學校教職人員、建築師、工程師、營造商、建築使用者和設施操作者，還有學生與家長們的參與；效率原則須以節能、減少廢棄物的產生、省資源、與省力的方向思考；健康原則必須以人類的生活舒適為起點，可從舒適、自然、避免危害為思考方向。

從目前全球永續發展之各國趨勢，落實至實質建築層面可執行之方法，建築環境評估上便需要一套評估工具以資評斷，利用此評量工具藉以宣導管制並提升該國之建築環境與地球環境之相容性，進而達成永續建築與地球生存共容之目標。從1987年聯合國第42屆大會提出「我們共同之未來」後，各國依序提出評估工具，從評估工具內部發展上，大體可分成三個階段，即：省能環保、生態綠化，和舒適健康。各國從最先面臨之省能省資源出發，逐漸瞭解地球環境與人類息息相關，因而轉向生態綠化，最後回歸至人類生活基礎之舒適與健康，此三者必須同時進行管制與評量，方能趨於完善，如英國所提出之「建築研究院環境評審法」（Building Research Establishment Environmental Assessment Method, BREEAM），即為最佳範例。因此就所建立之評估指標對應實質建築應用上，目前各國多數採用建築物生命週期評估法（Life Cycle Assessment，

LCA）進行建築物不同時段應用之評估指標。我國基於「綠建築就是消耗最少地球資源，製造最少廢棄物」的定義，綠建築評估指標的九大項目分別為：1.生物多樣性指標。2.綠化指標。3.基地保水指標。4.日常節約能源指標。5.二氧化碳減量指標。6.廢棄物減量指標。7.室內環境指標。8.水資源指標。9.污水垃圾改善指標。依據上列的九大指標，邁向永續校園的設計與計畫可區分為：生態設計與節能計畫。生態設計又可細分為：校園生物多樣性設計、校園綠化量設計、校園生態綠化設計、生態水池設計、有機農園設計、落葉堆肥設計、與校園基地保水設計；節能計畫又可依照學校避免複合中央空調化發展、校園生態氣候規劃、建築平面的節能計畫、與再生能源計畫作為節能的執行方向（林憲德，2004）。

四、美國加州州立大學Pomona附屬中學與台北縣深坑國小永續校園之差異

加州州立大學Pomona分校的Lyle研究中心主要為研究資源再生與環保等議題，該中心的目標任務為：經由教育、研究、執行、與社區延伸來改善永續生活環境的原則。使用結合社會需求和自然的生態原則相互依賴的、自給自足的維生供應系統的設計為上述任務的基礎。為達到任務的目標，需經由下列方針：

- (一) 結合永續生活的理論與實際與設立優越的全國標準，創新和跨科際的系所學程。
- (二) 包含多樣的學生、學者、和執行者，國際化的跨科際環境研

究。

- (三) 結合科學/技術知識的知識基礎的創造。
- (四) 一個兼具支持、參與、和開放性的學生、學者和參觀者的教學文化和生活結合典範。
- (五) 展現使用實驗性生活維持系統的永續生活環境社區延伸至校外的學院、大學與社區。
- (六) Lyle中心再生研究、再生發展與管理工作資源整合。

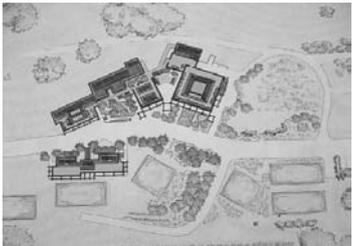
北縣深坑國小獲選為教育部綠色種子學校、結合師生、家長、社區、專家團隊的全方位合作推展，建構一個節能、環保、生態、健康、多元的豐富學習環境。「生物多樣性」、「向自然學習」、「省能源、省資源」、「室內環境的舒適與健康」、「環境改變將影響行為的改變」、「國際接軌、環境責任」。深坑國小希望「校園環境政策」為指導原則，以「校園總

體營造」為理想目標，逐步調整、充實校園各種軟硬體環境，使生活在這裡的全體師生、家長與社區民眾能擁有舒適、健康、安全，又符合各種教學與休憩活動之需求，且富有地方人文與自然風貌的永續校園。校園環境總體營造相關思考的方向如下：

- (一) 注重舒適、健康、安全、生態的校園。
- (二) 普設省節能與永續環保設施的校園。
- (三) 形塑深坑特色且生活機能完整的校園。
- (四) 創造環境多元化與生物多樣化的校園。
- (五) 營造自然與人文環境並重的永續校園。

由下圖之分析，比較兩校在建構節能、環保、生態、資源再利用上，永續校園目標相同，結合社區和教育學生的原則也一致，但表現出來的作法差異性很大。

2006年二月研究者參訪兩校之永續校園執行過程與結果之差異，圖文對照說明如下：

Pomona 分校	深坑國小
	
永續校園以廢棄紀念性卡車作指標。	永續校園以標章作指標。
	
永續校園配置圖 包含三棟建物、六個生態水池、多處太陽能發電場及提供學者研究、學生教材、社區人士參觀休閒的多樣化場所，作整體規劃。	永續校園配置圖 分散在學校教室蓋成後使用空地，提供師生使用，分期分年施作，未整體規劃。

Pomona 分校	深坑國小
	
<p>校園形式 開放型 鳥瞰照片園區位於學校南邊無圍牆、無校門。開放式空間，生活環境由校內延伸到校外與社區，建築物的屋頂設有太陽能板。</p>	<p>校園形式 封閉型 學校與社區居民被圍牆、守衛室分離，社區人士不易分享永續校園。</p>
	
<p>建築構造 建築以省能木構造，四周多樣植物增加陰影，減少太陽熱照，使室內溫度冬暖夏涼，降低空調所需之能源浪費。</p>	<p>建築構造 建築物吸熱耗能鋼筋混凝土構造，多樣化生物減少使自然光線進入教室，但能減少日照。</p>

Pomona 分校	深坑國小
	
<p>屋頂處理 學生和教職人員設計建造植物盒栽種植物，防熱。</p>	<p>屋頂處理 屋頂供收集雨水，無防熱設計。</p>
	
<p>生態水源 自然生態水池、種植多樣花草、提供鳥魚棲息。水源來自學校廁所，再生水源。</p>	<p>生態水源 串連景美溪生態，天然野溪、埤塘、溼地的生物多樣性校園。水源來自屋頂收集雨水及自來水。</p>

Pomona 分校	深坑國小
	
<p>校門入口 警衛室上方的太陽能時鐘鐘塔聳立於校門，具有再生能源示範作用。</p>	<p>校門入口 警衛室上方的太陽能時鐘鐘塔聳立於校門，具有再生能源示範作用。</p>
	
<p>能源意義 提供學生教材，利用太陽能技術與應用的現場工作示範。</p>	<p>能源意義 利用壁報說明小型太陽能板功能，作學生教材。</p>

Pomona 分校	深坑國小
	
<p>學生社區花園 校園結合社區延伸，提供學生及社區使用，收集乾草做堆肥減廢，實際操作永續校園意義。</p>	<p>藝術壁畫 收集舊校舍遺留建材，貼壁紀念，說明永續校園意義。</p>
	
<p>實驗花園 社區人士使用實驗花園展現回收原則，且考量自然堆肥、再生水、陽光和陰影等因素，發展地方特色。</p>	<p>落葉回收 讓孩子觀察落葉經水的分解後，和泥土養分創造出的蚯蚓的變化過程。</p>

Pomona 分校	深坑國小
	
<p>教育方式 學校社區附近的孩子，至校園內從事植物栽種活動，引發學生學習興趣，並作環保、生物、生態教育。</p>	<p>教育方式 學生觀察植物栽種作生態教育。</p>
	
<p>社群關係 居住於學校社區附近的居民，參與園內植物栽種活動，校園與社區結合。</p>	<p>社群關係 校園和社區以鐵造圍牆分離，社區人士參與永續校園結合機會降低。</p>
Pomona 分校	深坑國小
	
<p>水資源利用 廁所廢水處理後再利用，街道生態水地，剩溢流水，水管直接灌溉在植物根部上，減少灑水外流，多元使用。</p>	<p>水資源利用 屋頂雨水節流再利用，儲存在 40 公噸水塔及雨水屋，供應人工溪流、生態池。廁所廢水未再回收。</p>
	
<p>校園綠色走廊 綠色走廊中以百香果樹葉覆蓋成蔭，達到遮陽效果，人類居住環境管理，符合森林原則。</p>	<p>校園綠色涼亭 百香果樹葉覆蓋涼亭供學生休閒，圍牆使校園與社區分離。</p>

Pomona 分校	深坑國小
	
<p>生態 水生物 太陽能轉換電力，轉動抽水機馬達與供應水中氧氣，使池中多樣生物存活，地球資源有效利用，有防漏水設計，減少水流失。</p>	<p>生態 水生物 生態池種植台灣原生種的水生植物，不僅可用於教學，也成了生物棲息的好所在，今年四月，就飛來一位嬌客—紅領瓣足鷸（候鳥，原棲息於西伯利亞），讓師生驚喜不已。</p>
	
<p>水池周邊 水池四周多樣化生物符合 1992 年聯合國地球高峰會議精神。</p>	<p>水池周邊 水池四周提供座堤休閒、鋪面通路、欠缺透水性。</p>
Pomona 分校	深坑國小
	
<p>生態池 結合自然資源，配合生態水池防漏設計，提供地球生命，鳥類棲息，萬物生存。</p>	<p>生態池 生態水池養鬥魚吃蚊蟲，無防漏，需借雨水，自來水補充水源。</p>
	
<p>環保建材教育 以乾草、泥土、與木板等材料作實驗，比較不同建材與室內外溫度的變化差異，當作教材，使學生了解環保建材的特色。</p>	<p>環保建材教育 陳列紅磚與石頭等建材，說明環保建築特色。</p>

茲表列如表2。

綜合上述分析，兩校因位於不同國家、不同地區，不同的學校背景、人文，產生各有不同特色，但Pomona之永續校園是整體規劃，開放多元使用，利用現有建物、建材、植栽等作現場示範教育，鼓勵學生、社區人士參與，利用太陽能、廢水再生、垃圾減量，從實際操作，結合生活體驗，配合自然景觀，作永續校園經營，值得我國借鏡。面對二十一世紀強調全球化且重視地域性的生活環境，我們應考慮所處亞熱帶氣候環境特有之風土民情，探索適合台灣風土氣候特徵之綠建築策略，創造不同於歐美日等高緯度國家氣候環境。跨領域的研究整合應是教育產業之新方向，運用生態科技在新舊建築產業的發展，必須兼顧社會、經濟、環境、教育等多個面向，創造出以人為本，以地域為基，以地球為旨的永續環境，我們期許每一所學校不只是繁亂緊張都市中的綠洲，生物的遷徙島嶼，同時也是綠建築的濃縮與孩子們的快樂天堂。

五、結語

為確保永續校園指標的達成，在執行各校的永續校園方案前，應先有客觀的科學政策執行評估，配合地方發展特色，取得家長及社區支持，作為學校永續發展指標，執行期間也應有定期的檢討評估機制，執行完成後更應設立完善的追蹤與維護，並且收集使用者及社區人士的意見，調查其滿意度，作為政策執行改進的方針，在保護環境的同時，需兼顧學生學習興趣及提供老師教學資源之用。

在劇烈變動的時代，各國都了解環境在人類發展中的重要性，也在生活中的各個領域進行綠色變革與調整，由於世界對於地球環境保護危機意識的逐漸抬頭，「永續校園」已經成為教育界的熱門議題，雖然教育界對於永續校園有基本概念，政府主管單位也對永續建築和永續校園訂有相關的規章、實行方針與指標，然而，在實際操作上，仍然顯示各校負責人員與家長們對於永續環境內涵的無知，以致於本末倒置，例如：有的學校先把校舍作成容易造成大量資源浪費的帷幕玻璃大樓，再

表2 加州 Pomona 分校附屬中學與深坑國小永續校園執行結果之比較表

永續校園實行	加州州立大學 Pomona 分校	台北縣深坑國小
校園配置	整體規劃	散佈校園、零星空間
建物外殼	防熱木構造	吸熱鋼筋混凝土造
屋頂利用	植物栽種減熱	雨水收集
牆壁節能	植物栽種增加陰影	藝術壁畫
校園使用者	老師、學生、研究人員、社區人士	老師、學生
生物多樣性	本地與優良新物種	本地原生種
能源利用	太陽能大量利用、教材使用	少數利用
水池構造	防水防漏，減少水流失，補充氧氣	自然濕地，補充雨水、自來水
水再生來源	廁所廢水再利用	屋頂雨水收集
水池生態	魚、鳥、自然棲地	養殖鬥魚，減少蟲蚊
社區延伸	開放、無圍牆、無守衛室	設圍牆、設守衛室

裝設幾片閃閃發亮的太陽光電版，以產生稀少的電量。又如興建中央空調大樓、溫水游泳池，也不符合節能、節水意義。此情況顯示永續校園概念、內涵與執行方針尚未被廣大的第一線教育界成員與家長們所理解，導致因一知半解而產生花大省小的窘境。故政府主管單位應加強宣導永續校園的內涵與理念、評估辦法與獎勵措施，使其能確實落實在台灣每個校園。教育部每年評選優良綠建築，即希冀藉由永續校園理念之推廣、觀摩及實質環境之改造，達成永續校園環境教育之目標。

參考文獻

- 內政部建築研究所 (2005)。綠建築在台灣：第三屆優良綠建築設計獎作品專輯。台北：作者。
- 內政部建築研究所 (2006)。有綠建築真好-綠建築政策說帖。台北：作者。
- 方智芳 (2003)。綠色學校空間規劃原則。2006年1月2日，取自http://www.giee.nthu.edu.tw/greenschool/main2/objective/space_design20010925/g-space_design20010925.htm
- 王順美 (2003)。社會變遷下的環境教育——綠色學校計畫。台灣綠色學校伙伴網站，專欄文章。2006年1月2日，取自<http://www.nthu.edu.tw/greenschool>
- 台北縣深坑國小 (2004)。台北縣深坑國小校園環境導覽手冊。台北縣：作者。
- 永續校園改造資訊網 (2006)。2006年1月2日，取自<http://www.archilife.ncku.edu.tw/Gschool%20Webs/user/home/index.asp>
- 永續校園學習之旅 (2006)。年1月2日，取自http://www.ilan.org.tw/eco_school/page2-1.htm
- 江哲銘 (2004)。永續建築導論。建築情報，111-112、176。
- 林憲德 (2004)。永續校園的生態與節能計畫—城鄉環境的生態島嶼建設綠色學校設計的基礎資料。台北：詹氏。
- 林憲德 (編) (2004)。綠建築在台灣：第二屆優良綠建築設計獎作品專輯。台北：內政部建築研究所。
- 教育部 (2003)。打造綠校園Taiwan Green School：與世界接軌的學習環境-永續、生態、環保、健康。台北：作者。
- 梁明煌 (2002)。生態循環與環境保育：從學校生態談綠色學校空間與建築規劃設計原則。2006年1月2日，取自<http://medium.enc.hlc.edu.tw/green/>
- 湯志民 (2003)。學校綠建築規劃之探析。載於永續發展的校園與建築 (頁11-80)。台北：中華民國學校建築研究學會。
- 湯志民 (2004)。學效綠建築的規劃與設計。2006年1月2日，取自<http://www3.nccu.edu.tw/~tangcm/article/pdf/200401.pdf>
- 楊冠政 (2001)。邁向21世紀永續發展的環境倫理。中等教育，52 (2)，4-19。
- HB' 2000(2000). *Healthy building conference. Finland: Espoo.*
- Hungerford, H. R., & Peyton, R.B.(1976). *Teaching environment education.* Portland, Maine: J.Weston Walch.
- SB' 2000&GBC2000(2000). *Sustainable building conference.* Maastricht, Netherlands.

United States Department of Energy(2003).

Energy smart choices and financial consideration for school. Retrieved January 12, 2006, from <http://www.rebuild.org/attachements/SolutionCenter/ASBOfinancial>.

Weiss, J.(2000).*Sustainable school*.Scottadle.

AZ. : Council of Educational Facility Planners International. Retrieved January 12, 2006, from <http://www.cefpi.org/pdf/issuell.pdf>