

出國報告（出國類別：參加國際會議）

赴巴西參加「第 4 屆 CIB 智慧與永續 建築環境國際研討會」報告書

服務機關：內政部建築研究所

姓名職稱：姚志廷約聘副研究員

派赴國家：巴西

出國期間：101 年 6 月 25 日至 7 月 4 日

報告日期：101 年 9 月 14 日

目次

壹、出國目的

貳、出國行程

參、參與過程

- 一、參加「第4屆CIB智慧與永續建築環境國際研討會」
- 二、參加技術導覽
- 三、國際間智慧與永續建築發展
 - (一)住商部門建築耗能
 - (二)綠建築的發展
 - (三)智慧建築的發展
 - (四)低碳建材的發展
 - (五)全球永續環境現況

肆、心得與建議

- 一、心得
- 二、建議

伍、附錄

- 一、第4屆CIB智慧與永續建築環境國際研討會論文集目錄心得
- 二、具特色之巴西建築外觀

摘要

爲因應全球氣候變遷及溫室效應造成之全球暖化問題，並使國人有更優質、舒適及健康之居住環境，我國於民國90年開始執行「綠建築推動方案」，且於97年起擴大實施「生態城市綠建築推動方案」，使我國的綠建築政策更進一步邁入永續都市的階段，另爲有效運用我國ICT產業優勢，以創造經濟價值，行政院於99年核定「智慧綠建築推動方案」，積極擴大綠建築推動成效，並促進智慧、綠色產業之發展。值此同時，國際間對於綠建築與智慧綠建築的研究和推動也蓬勃發展，爲瞭解國際間相關發展現況及未來趨勢，爰參加 101年6月26日起至30日於巴西聖保羅召開之「第4屆CIB智慧與永續建築環境國際研討會」。本國際會議邀集許多全球各地之專業人士進行演講及論文發表，提供豐富的專業資訊，本報告係彙整本次會議中所蒐集之重要資訊，包括住商部門耗能統計、智慧建築與綠建築的發展現況及策略、永續建材的應用、全球永續環境現況等，並提出相關心得與建議。

壹、出國目的

我國自民國 90 年開始實施「綠建築推動方案」至今，已超過十年，綠建築評估系統（EEWH）為僅次於英國、美國及加拿大之後，第四個實施具科學量化，同時也是目前唯一獨立發展且適於熱帶及亞熱帶的評估系統，另外為了將我國資通訊科技領域累積已久的競爭優勢與綠建築結合，目前我國亦積極推動智慧建築。

而在國際間，從 2009 年 12 月的「哥本哈根協議」(Copenhagen Accord)、2010 年 12 月「坎昆協議」(Cancun Accord)，到 2011 年 12 月在南非德班(Durban)召開的聯合國氣候變化綱要公約 (UNFCCC) 第 17 次締約國會議 (COP17)，均確認了全球必須努力把溫度上升控制在 1.5~2°C 的範圍以內，各國也透過相關協議與自願性的減碳承諾，共同推動溫室氣體減量，在此背景下，各國對於永續與智慧建築所能發揮的減碳效益，均予高度重視，催化了永續與智慧建築的快速發展。

本次出國即是希望藉由參與第 4 屆 CIB 智慧與永續建築環境國際研討會(4th CIB Smart and Sustainable Built Environments Conference)，蒐集相關資訊，瞭解國際間智慧與永續建築發展現況及未來趨勢，以作為本所推動相關業務之借鏡與參考，並確保我國智慧綠建築政策發展符合國際脈動。

貳、出國行程

出 差 人	姚志廷	出 事 國 由	參加第 4 屆 CIB 智慧與永續建築環境國際研討會	
日 期	行 程	任 務	備 考	
6/25 (一)	台北→香港 香港→杜哈	自台北啓程	搭乘長榮航空	
6/26 (二)	杜哈→GRU 機場 GRU→聖保羅市	抵達巴西聖保羅	搭乘卡達航空	
6/27 (三)	參加會議	報到並參加 workshop	會議地點： Brazilian British Centre,BBC	
6/28 (四)	參加會議	參加研討會	會議地點： Brazilian British Centre,BBC	
6/29 (五)	參加會議	參加研討會	會議地點： Brazilian British Centre,BBC	
6/30 (六)	參加會議	參加研討會技術導覽活動	參訪對象： Eldorado Business Tower	
7/1 (日)	參訪	參觀聖保羅市建築特色		
7/2 (一)	參訪	參觀聖保羅市建築特色		
7/3 (二)	聖保羅市→GRU GRU 機場→杜哈	自巴西聖保羅啓程	搭乘卡達航空	
7/4 (三)	杜哈→香港 香港→台北	抵達台北	搭乘長榮航空	

參、參與過程

一、參加「第4屆CIB智慧與永續建築環境國際研討會」

本次出國主要係為參加「第4屆CIB智慧與永續建築環境國際研討會」，該會議是由CIB組織(International Council for Research and Innovation in Building and Construction)每3年舉辦一次之國際大型研討會，前3屆會議分別於澳洲、中國大陸及荷蘭舉辦，本屆會議於巴西聖保羅市舉辦，由巴西Campinas大學(University of Campinas)及Espírito Santo聯邦大學(Federal University of Espírito Santo)承辦，會議於101年6月27日至30日假巴西英國中心(Brazilian British Centre,BBC)國際會議廳召開(圖1)。

「CIB智慧與永續建築環境國際研討會」係國際間最具影響力之智慧與永續建築國際會議之一，過去幾屆會議的探討主題已逐漸從永續建築環境發展的理論，推進至具體成果的應用與展現，然而，對於許多新興國家而言，在過去的十年內，雖然在經貿及硬體設施上有著驚人的發展，卻也花費了許多努力在彌平國家快速發展過程中導致的社會公平問題，因而對於更為永續的未來，仍處於想像階段，或者對於永續建築的管理技術與創新理念仍處於探索階段，因此，新興經濟體對於永續社會雖有高度的實踐潛力，卻仍有許多有待突破的發展瓶頸，本會議的一個重要議題，便是如何協助這些新興國家成功地歷經這樣的過渡期，而發揮永續社會的實踐潛力。本屆會議有7大主題：

1. 智慧及健康工作場所和生活環境的設計，發展和管理。
2. 足以面對新挑戰(氣候變遷、資源匱乏、居住安全、替代能源、生命週期評估、自然生態的整合等)的創新技術、系統及低碳建材。
3. 智慧和永續新建築及既有建築設計與發展之相關評估方法與技術。
4. 透過管理流程，法規，社區協議等手段達成之永續環境改善。

5. 永續及創新建築的知識管理。
6. 永續發展方法論與實踐技術的教育訓練及推廣。
7. 其他智慧及永續建築、設施、社區、城市的相關議題。

本次參與會議之活動包括開幕式前預備會議（詳圖 2）、專題演講（詳圖 3）、口頭發表（詳圖 4）、海報發表(詳圖 5)等。



圖 1 會議地點 Brazilian British Centre, BBC



圖 2 開幕式前預備會議（Workshop）



圖 3 開幕式專題演講



圖 4 研討會論文口頭發表會場



圖 5 研討會論文海報發表會場

二、參加技術導覽

本次也參加了大會安排的技術導覽活動（Technical Tour），參訪的對象是拉丁美洲第一座 LEED 認證為白金級綠建築的 Eldorado 商業大樓（Eldorado Business Tower，詳圖 6），該大樓也是全球第八座、美國以外第三座白金級的辦公大樓綠建築，該建築完工於 2007 年 11 月，樓地板面積達 12 萬 8645 平方公尺，地上 32 層，地下 4 層（內含 1805 個停車位），該大樓使用了許多經過 LEED 或巴西國家認證之節水、節電設備，例如雨水及中水回收系統、自動澆灌系統、節能電梯、VRF 空調系統(Variable Refrigerant Flow，VRF)、節能燈具等，整體而言，該大樓可以節省 30% 以上之可飲用自來水及 18% 的能源消耗量，透過分類、回收及再利用機制，可以減少約 70% 的廢棄物，其餘符合永續、綠色概念之設計包括：

- 該大樓採用了 30% 的再生建材。
- 50% 的材料是當地（半徑 800 公里內）所開採、製造加工。
- 95% 以上的木質材料是經過 FSC (Forest Stewardship Council) 認證之再生林木材。
- 由嚴格訓練過的工班及經過認證的機械設備進行施工，減少施工過程造成的空氣、水、土壤污染，並降低噪音。
- 相關的系統與設備均簽訂有完整的保固與保養合約，以確保這些

設備維持良好運作並發揮預期效益。

- 爲了鼓勵民眾使用酒精汽油的車輛，停車場規劃了 91 個酒精汽油車輛的專用停車格，另有 44 個腳踏車停車空間，每個停車空間配備更衣及盥洗室，以鼓勵民眾騎乘腳踏車。
- 蒐集雨水並經過簡易處理後用來清潔地板、外牆及沖廁。所有使用過之自來水全部以獨立管線回收作爲植物澆灌之用。
- 利用透水鋪面並增加透水面積，使基地內之雨水直接入滲，而不流出至周遭區域，減緩暴雨可能造成的都市洪害，並增加基地保水。
- 使用省水水龍頭、馬桶等器具。
- 選用原生植物及耐旱植物，減少對於灌溉用水的需求。
- 建構綠屋頂（Green Roof），並在外牆與屋頂採用隔熱塗料來提升室內熱舒適性。
- 爲了降低空調耗能，減少透明玻璃的使用量，而大量使用高品質隔熱玻璃，以減少窗戶熱得系數(Solar Heatgain Coefficient)。
- 在開窗部位裝設會隨太陽輻射角度自動啓閉之百葉裝置，百葉裝置不僅可以降低太陽輻射熱得，也可以降低建築立面的眩光。
- 利用焓輪（Enthalpy Wheel）這種熱交換系統，將排出空氣和吸入空氣進行熱交換，並加速新鮮外氣進入室內，減少空調負荷。
- 將建築之各項機電設備獨立之電腦控制系統，整合成一個整體的能源管理及量測系統，提高管理效率。
- 使用高能源效率的燈具和電器用品，降低用電密度（Power Density ,watts/m²）。
- 採用智慧型電梯控制系統，來調和不同電梯的啓降作業，以降低電梯耗能。
- 使用巴西能源標章認證之空調，該空調爲 VRF 系統（Variable Refrigerant Flow），VRF 由多個室內機及一個外部主機構成，以

確保冷氣獲得較彈性的分配。另也特別選用對於臭氧層及全球暖化衝擊較低的冷媒。

- 整棟大樓是禁煙狀態，且戶外鄰近進風口及窗戶部分也禁止吸煙以確保室內空氣品質，此外並定期清潔通風管道。
- 提高大樓換氣率，並以特殊的過濾裝置過濾進入大樓的外氣。大樓內並設置二氧化碳偵測器來監測空氣品質。
- 整棟建築的塗料、填縫劑、黏著劑、烤漆、地毯全部使用低 VOCs 的建材，以確保對人體健康無虞。
- 該建築座落於市區，鄰近捷運站及數個公車站，在當地社區即可獲得生活所需的物品及服務，甚至該大樓設有一座專屬的高架人行陸橋，可以直接通往鄰近的購物中心（Eldorado Shopping Center）。由於 LEED 並不鼓勵建築無秩序地蔓延發展，因此本建築座落位置也符合 LEED 特別強調社區及城市的智慧成長 (smart growth) 和新城市主義 (new urbanism) 之概念。



圖 6 LEED 白金級綠建築 Eldorado 商業大樓

三、國際間智慧與永續建築發展

本章節係依據會議中演講者或論文發表者所提供之重要資訊與內容，進行歸納及綜整，部分量化數據並與國內相關數據進行比較，以利於瞭解國內外之發展現況。

(一)住商部門建築耗能

根據美國能源資訊局 (Energy Information Administration; 簡稱 EIA, 網址為 <http://www.eia.gov>) 官方的統計及預測資料顯示，目前中國耗能占世界的 20%，略大於美國的 19% (詳圖 7)，而美國的住商部門對於能源的消耗量，從 1960 年代至今，逐步提升，目前住商部門大約消耗了美國總體能源的 40%，這個比例竟比交通部門及工業部門高，而且預測至 2020 年，其所占比例仍持續的增加 (詳圖 8)，而建築部門耗用的能源以煤、天然氣為最多，此係因美國主要以煤作為發電的初級能源，使用石油發電的比例甚低 (詳圖 9)。演講者也指出，美國的住商部門消耗的總體能源比重 (40%)，恰巧與全世界平均值約略相當 (依據 WBCSD (2009) 的研究指出：建築能耗占全世界總能耗的約 40%)，而越先進的國家，住商部門耗能的百分比越高，發展中國家建築耗能的比重較低，約略為 20%~30%。另根據美國能源局公布資料顯示，美國辦公建築能源使用費用約是整體營運費用 (不包括人事成本) 的 30%，而住宅部門中消耗能源最多者為空間供暖 (45%)，其次依序為熱水供應 (18%)、冷氣 (9%)，照明部分僅為 6% (詳圖 10)，此與國內相關研究和統計結果，住宅部門之照明耗電量達 30%，差異頗大。

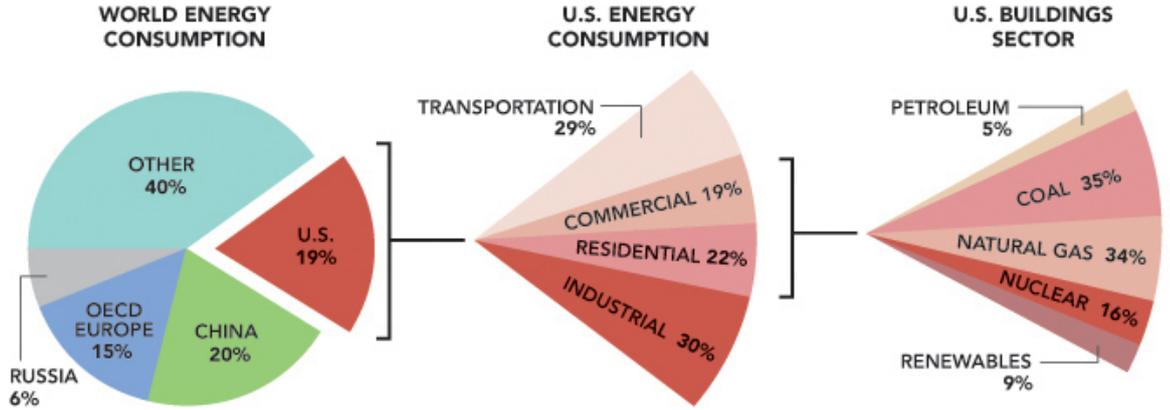
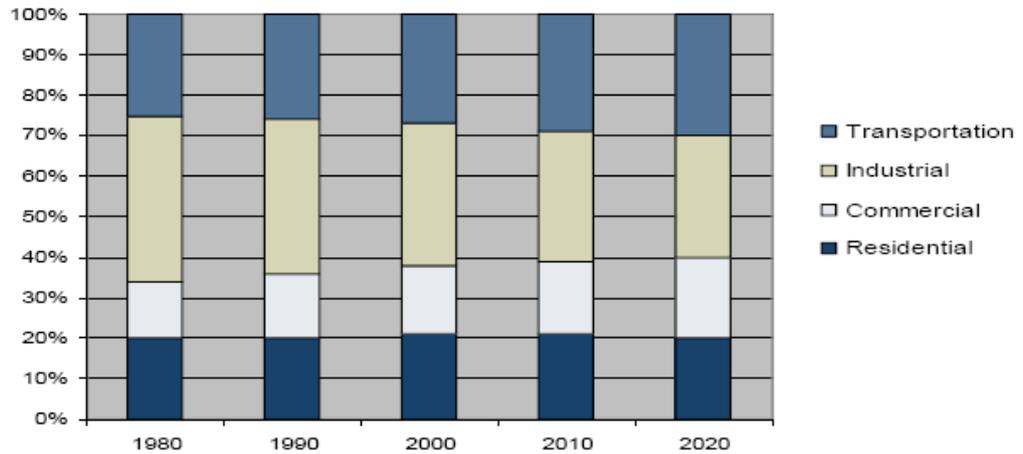


圖 7 美國住商部門能源使用比例

Energy Consumption Forecast by Sector (United States), 1960-2020



Source: Energy Information Administration (EIA)

圖 8 美國住商部門建築耗能統計及預測

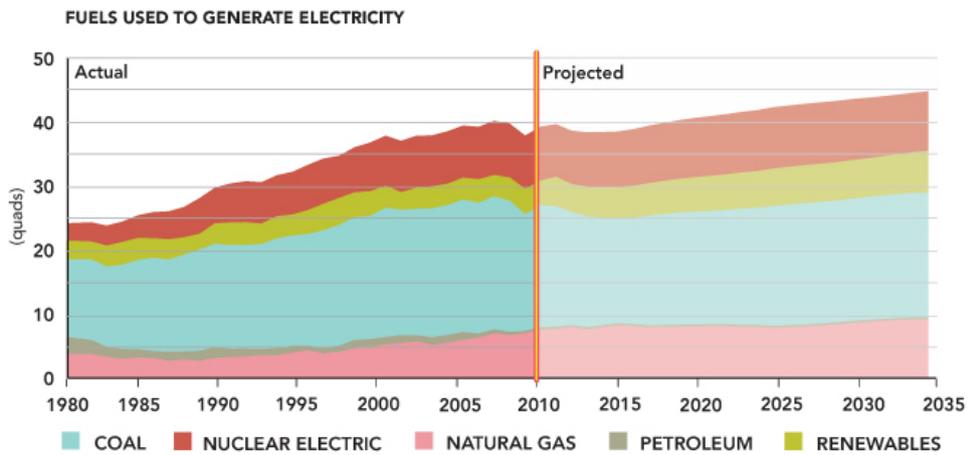


圖 9 美國發電所使用之初級能源比例

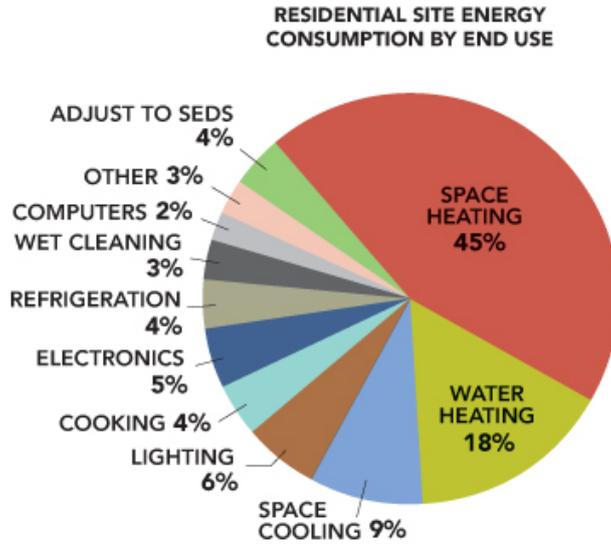


圖 10 美國住宅部門能源終端使用比例

經檢視我國住商部門能源消費比重，明顯較美國及世界平均值為低，依據經濟部能源局目前公布之 99 年度「能源統計年報-99 年能源供需概況」顯示（截至 101 年 8 月，尚未公布 100 年度資料），99 年國內能源消費量為 120,308.0 千公秉油當量，較 98 年（113,063.9 千公秉油當量）增加 6.40%；若按各經濟部門能源消費量區分，則能源部門自用占 6.97%，較上年增加 2.72%；工業部門占 53.81%，較上年增加 8.99%；運輸部門占 12.92%，較上年增加 4.51%；農業部門占 0.82%，較上年減少 2.84%；服務業部門占 10.95%，較上年增加 1.08%；住宅部門占 10.71%，較上年減少 1.37%；非能源消費占 3.83%，較上年增加 30.32%（如圖 11）。上開統計顯示，住商部門對於能源的消耗量總計達 21.66%。

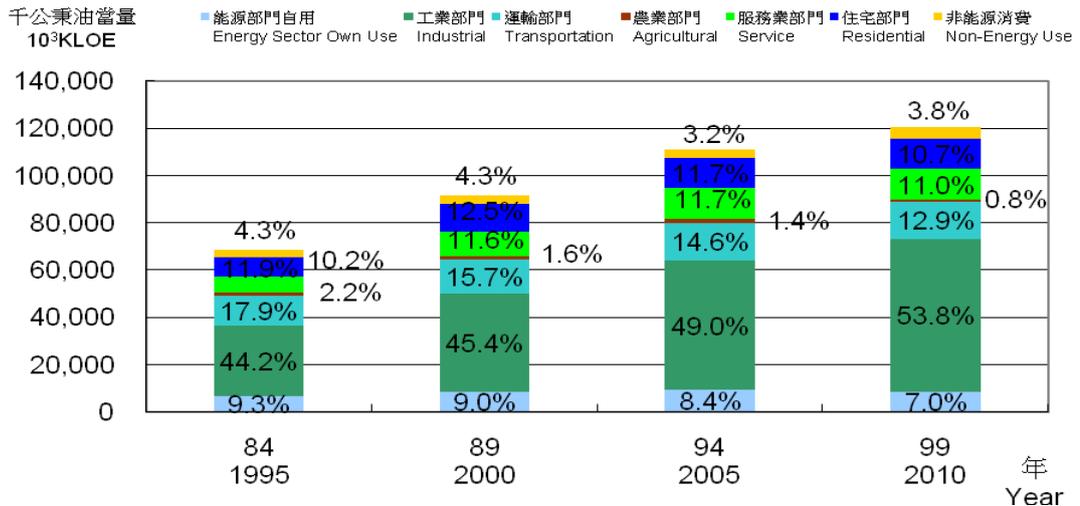


圖 11 我國能源消費結構（部門別）

(二)綠建築的發展

根據統計，北美綠建築的數量持續增加，目前已超過 150 萬座綠建築，且預估未來將持續增加（詳圖 12），在該地區的綠建築評估系統，除了國人較熟知的 LEED 系統之外，仍有加拿大的綠地球評估系統（Green Globes），該系統是從英國的 BREEAM (Building Research Establishment Energy and Environmental Assessment Method)發展而成，另外成立於 1907 年的美國民間組織大樓業主與管理人協會 (Building Owners and Managers Association, BOMA) 所發展之 BOMA Go Green 認證標章也是北美綠建築評估系統之一，該標章之認證計畫主要係針對大樓物業之能源管理、有害物質的管理、室內環境管理及相關減水減廢計畫進行評估，在北美地區，經過 BOMA 認證的商用建築，通常有較高的保值與增值潛力。而在美加地區核發標章最多的綠建築評估系統則是美國環保署(EPA)能源之星 (Energy Star)，根據美國環保署資料顯示，美國國內已有 120 萬座（約為新屋的 25%）新屋取得能源之星的認證，尤其在亞利桑納州(Arizona)、愛荷華州(Iowa)、內華達州 (Nevada)等州獲得能源之星認證的建築比例，更高達 40%以上（如圖 13）。能源之星的認證重點在於建築能源率及能源管理的面向上，包括外牆及屋頂

隔熱、隔熱窗、建築之氣密性（construction to reduce leaks and drafts）、採用能源之星認證過之照明與家電設備等。整體而言，北美地區經過綠建築認證（包括 LEED, Green Globes, BOMA Go Green 及 Energy Star）的建築已經超過 160 萬座，預期到 2015 年可以達到將近 450 萬座，顯見在北美地區，相關的認證已經形成一種趨勢。我國綠建築及候選綠建築標章的核發數量，也有持續增加之趨勢（如圖 14）。

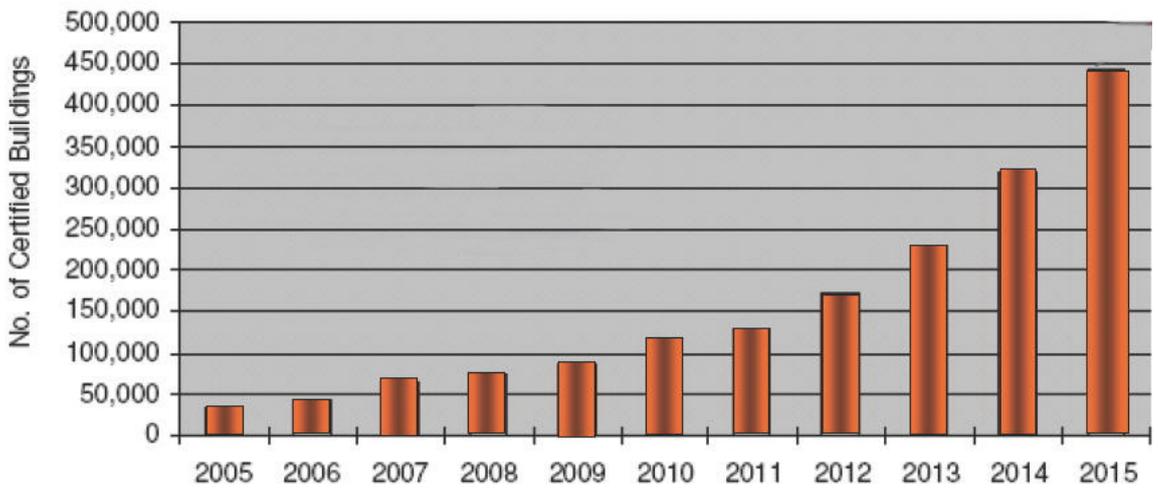


圖 12 北美綠建築數量統計及預測圖

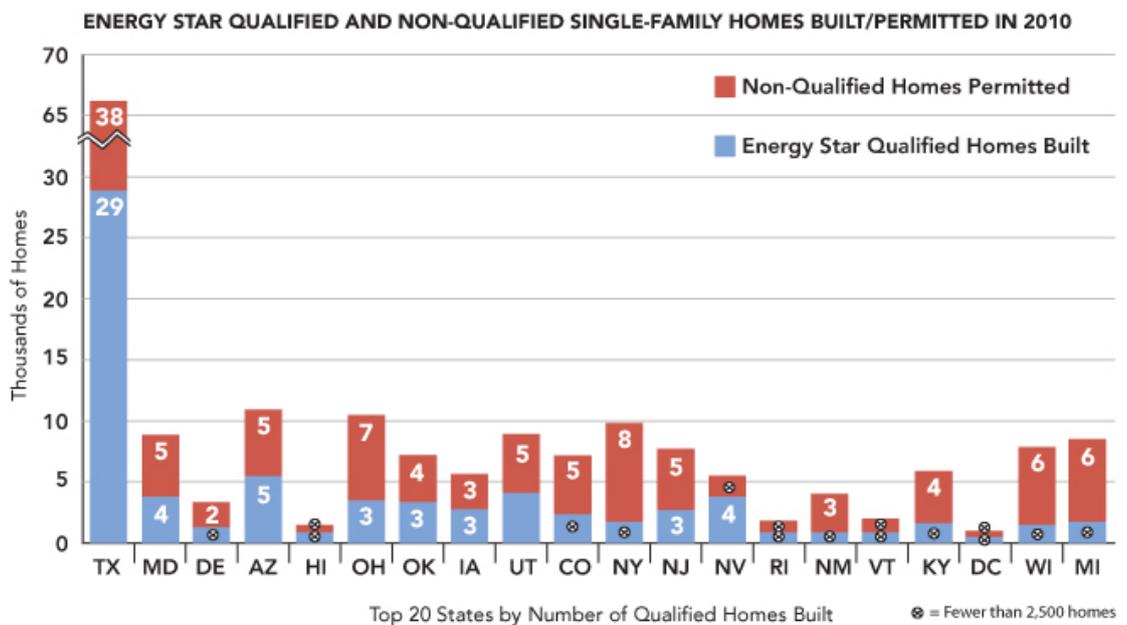


圖 13 美國各州取得能源之星綠建築認證之數量與比例

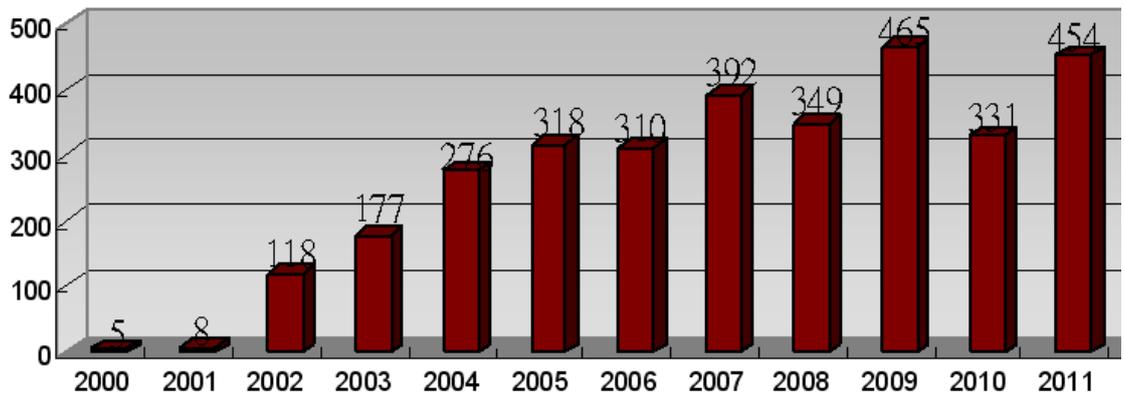


圖 14 我國綠建築及候選綠建築標章核發數量

(三)智慧建築的發展

北美自動化建築協會(Continental Automated Buildings Association, CABA)主席Ron Zimmer(圖15),在會議中提到了「Bright Green Buildings」的名詞(圖16),其概念為「綠色」與「智慧」的交集部分,綠色的概念包括降低溫室氣體排放、提高能源效率、減少水資源消耗、廢棄物減量與再利用等,智慧之概念則包括相容性網路(提供資訊匯集、量測、診斷、感應、控制、監測等功能)、控制系統整合(整合空調、照明、視聽設備、能源、安全系統等)、基礎設施(包括配線系統、無線網路整合通訊系統)等。而所謂的「Bright Green Buildings」即是指透過資通訊技術達到節能減碳目標的建築,其具有能源管理、設備管理、空間優化利用、再生能源、健康舒適環境等特色。Ron Zimmer主席指出,透過智慧化的設備及良好的能源管理,可降低建築耗能約35%,而投資智慧化設備可獲得20%~30%的投資報酬率(Return on Investment, ROI)。此外,除了節能效益之外,在評估智慧建築效益時,仍不應忽略使用者的舒適性與生產力(Productivity),因為智慧建築透過相關感知與控制系統的整合技術,可以使建築更為舒適便利,進而提高生產效率,惟目前尚未有具公信力之具體量化方式,去評估

智慧建築所提升的生產力和舒適性所帶來效益。



圖 15 CABA 主席 Ron Zimmer 演講



圖 16 「Bright Green Buildings」概念圖

至於在技術層面的部分，Ron Zimmer 博士強調智慧化的基礎設施是可信及高效率通訊平台的基礎，也是賦予建築智能的生命線（Lifeline），尤其通訊協定整合（IP Convergence）更是重要，分離式的網路系統將成為過去式，而將語音(Voice)、數據(Data)和影像(Video)等訊息整合於同一 IP 網路平台已成為趨勢，相關的整合有利於統一管理作業，有效提升網路的可靠性與效率，並可節省操作的成本。而整

合性的網路平台必須注意頻寬問題，因為未來的智慧生活所需的資料通訊量，可能遠比目前網路、電話、電視的傳輸量大得多，此時，智慧電網（Smart Grid）便是一個可行的解決方案，因其可提供大量的通訊頻寬。智慧電網是一種雙向傳輸（2-Way Communication）的輸電網路，其核心為智慧電表設施（Advanced Metering Infrastructure, AMI），透過 AMI 可以記錄、監控供應端供電狀況及使用端的用電狀況，並且調節發電與用電，還具有整合新能源，如風能，太陽能等的的能力，在用電離峰時間，可以啟動某些電器，如空調製冰機，或是工廠可以啟動部分耗能的製程，甚至如有多餘的電力或是再生能源還能透過智慧電網傳送至相關儲能設備（Energy Storage），而在尖峰時間中，可以自動關閉某些電器來減少尖峰用電量，智慧電網是從智慧建築邁向智慧城市的關鍵連結（圖 17），尤其當美國總統歐巴馬宣布將智慧電網納入振興經濟方案後，智慧電網的發展將更加蓬勃。

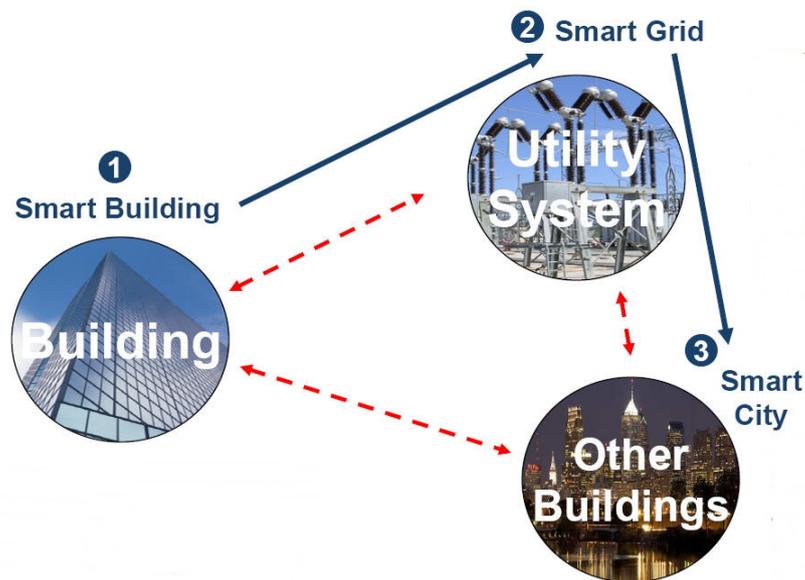


圖 17 從智慧建築、智慧電網到智慧城市

(四)低碳建材的發展

由於全球氣候變遷，許多氣象專家紛紛預言未來將有更多的極端氣候，包括颱風和颶風等，在過去十年來，在大西洋和太平洋有許多異常的氣旋型態被觀測到，科學家預測未來相關的氣旋數量將略微減少，但是，強度會持續增強，且發生的區域也會擴大到高緯度地區。此外，全球的地震災害在這幾年也顯著的增多，單是 2011 年，全球超過芮氏地震規模（Richter Magnitude）7.0 以上的地震，便有 17 次，尤其東西太平洋的兩岸更是高風險區域，這些天然災害所侵襲的區域大多是人口集中的區域（詳圖 18），這些因素對於住宅安全構成嚴峻的挑戰，建物對於側向力（Lateral Force）的抵抗能力必須予以強化。另外，面對永續環境的普世價值，我們需要盡可能使用當地的建築材料以降低碳足跡和能源消耗量，也需要盡可能選擇可以再生、不過於昂貴的建築材料。

美國天主教大學（The Catholic University of America）教授Hollie H. Becker調查了竹子在全球的生長狀況，發現這些人口密集度高、災害風險高的地區大部分適合竹子的生長（詳圖19），因此，認為全球均應高度重視竹材的在地應用，相關論述在會中引起熱烈迴響，Hollie H. Becker教授並對於竹子應用於建築的想法，提出相關研究成果，以證明竹子具有許多優異的特點，例如：

快速生長：一般木材的生長，至少要20年才可以成材，而竹子的生長速度較快，大約種植3-5年即可使用。另外，種植竹子，每公頃的面積可以生長的材積約是木材的4倍。

容許應力高：竹材單位體積之容許應力高於木材，尤其竹材的彎曲應力（Bending Stress）最高可達到88.3MPa，這個值約是一般木材的6倍，對於地震和暴風雨具有良好的抵抗能力，或者在單位設計應力下，所需使用的材積可以較少。

施工便利：竹材在尺寸上具有應用彈性，可以符合多元設計需求、搬運容易而不需大型機具，施工過程不至產生工地污染，且施工快速。

在地建材：竹材具有在地建材的低碳特色，且取得成本低，許多開發中國家或是經濟弱勢的住民要取得並利用竹材，並不構成經濟上的負擔，且可促進當地經濟發展。此外，在震災或風災過後，災民所需的臨時組合屋（圖20），如能使用竹製建材，也是頗為合適的方案之一。

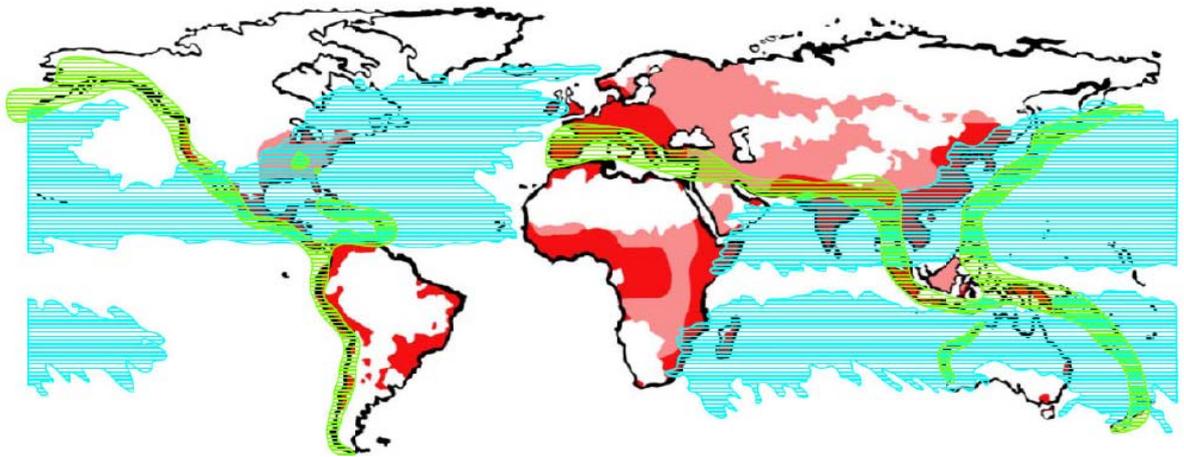


圖18 全球人口分佈與災害高潛勢區域（綠色為地震高潛勢，藍色為暴風雨高潛勢區域）



圖19 全球竹材生長區域（黑色部分）



圖 20 竹材於建築的應用 (Holley H. Becker 教授簡報)

(五)全球永續環境現況

本次會議中，許多研究者對於永續有不同的定義與見解，其中較為具體及足以量化的部分是南非CSIR (Council for Scientific and Industrial Research) Jeremy Gibberd建築師針對「永續」的定義，其研究以「HDI-EF」定義永續性，認為「永續」的定義是「人類發展指數」(Human Development Index, HDI)超過0.8，且「生態足跡」(Ecological Footprint, EF)低於1.8全球公頃 (Global Hectares)，其中：

「人類發展指數」是聯合國開發計劃署提出用以衡量全球人類經濟社會發展水準的指標，該指標有別於過去以G N P衡量各國發展狀況之思維模式，人類發展指數由三個指標構成：預期壽命、成人識字率 (包含綜合入學率) 和人均GDP的對數。這三個指標分別反映了人的長壽水準、知識水準和生活水準。為構建該指數，每個指標都設定了最小值和最大值：出生時預期壽命上下限為25歲和85歲，成人識字率上下限為0%和100%，其為15歲以上識字者占15歲以上人口比率。綜合入學率上下限為0%和100%，係指學生人數占6至21歲人口比率 (依各國教育系統的差異而有所不同)。實際人均GDP上下限為100和40000美元。

「生態足跡」的定義是：生產特定人口所消費的所有資源和吸納這些人口所產生的所有廢棄物所需要的生產性土地總面積和水資源

量。它將人類對自然生態服務的需求轉化為提供這種需求所必需的生物生產性土地面積，該面積與該國家和區域範圍所能提供的這種生物生產性土地面積進行比較，即可判斷人類的生存狀態是否處於生態系統承載力範圍內。由於土地是最重要的生產資源，也是人類生活所必須的，人類的一切生產活動都是在其上進行的，在生態足跡核算中，主要考慮6種類型土地：化石燃料土地、可耕地、林地、牧草地、建築用地和海洋。由於生態足跡概念是以生物生產力土地面積來估算為了支持一個人或國家的生活型態而對生態造成的影響，並將這生態影響以「所需消耗的土地面積」來表達，因此，生態足跡與環境衝擊成正比，生態足跡越大衝擊也越大。

研究者將人類發展指數當作橫座標，生態足跡當作縱座標，描繪各國永續性座標（圖21），發現座落於永續性區位（HDI大於0.8、EF小於1.8，圖右下角區域）之國家極少，未開發或發展中國家多數EF雖可小於1.8，但其HDI也小於0.8，至於歐美日等國家HDI雖大於0.8，但其EF也遠大於1.8，此外觀察各個國家長時間的發展軌跡，可以發現大多數的國家，HDI和EF都是隨著時間增加，僅有澳洲、南非、匈牙利等國之生態足跡略微下降，此外，本研究提出一個頗值得省思的分析，研究者在經過細部的分析後發現，部分的綠色投資，例如發展太陽能光電、省水設備等並不能有效地提升永續性，相反的，必須著力於改善健康和教育品質，例如發展都市農業，以提供健康的和低碳的食物來源、發展在地的市集和多功能教育中心等，以同時改善生態足跡與人類發展指數，研究者也認為國際上的綠建築評估工具，都沒有辦法針對人類發展指數的內涵進行評估，先進國家的綠建築也許可以稱為永續建築，因為人類發展指數並不對永續性構成問題，而對於發展中國家而言，人類發展指數仍有待提升，且其重要性不亞於生態足跡，因此研究者建議應發展真正的永續建築評估工具（Sustainable Building Assessment Tool，SBAT），取代現有綠建築評估工具，以協助發展中國

家發展永續建築及永續環境。

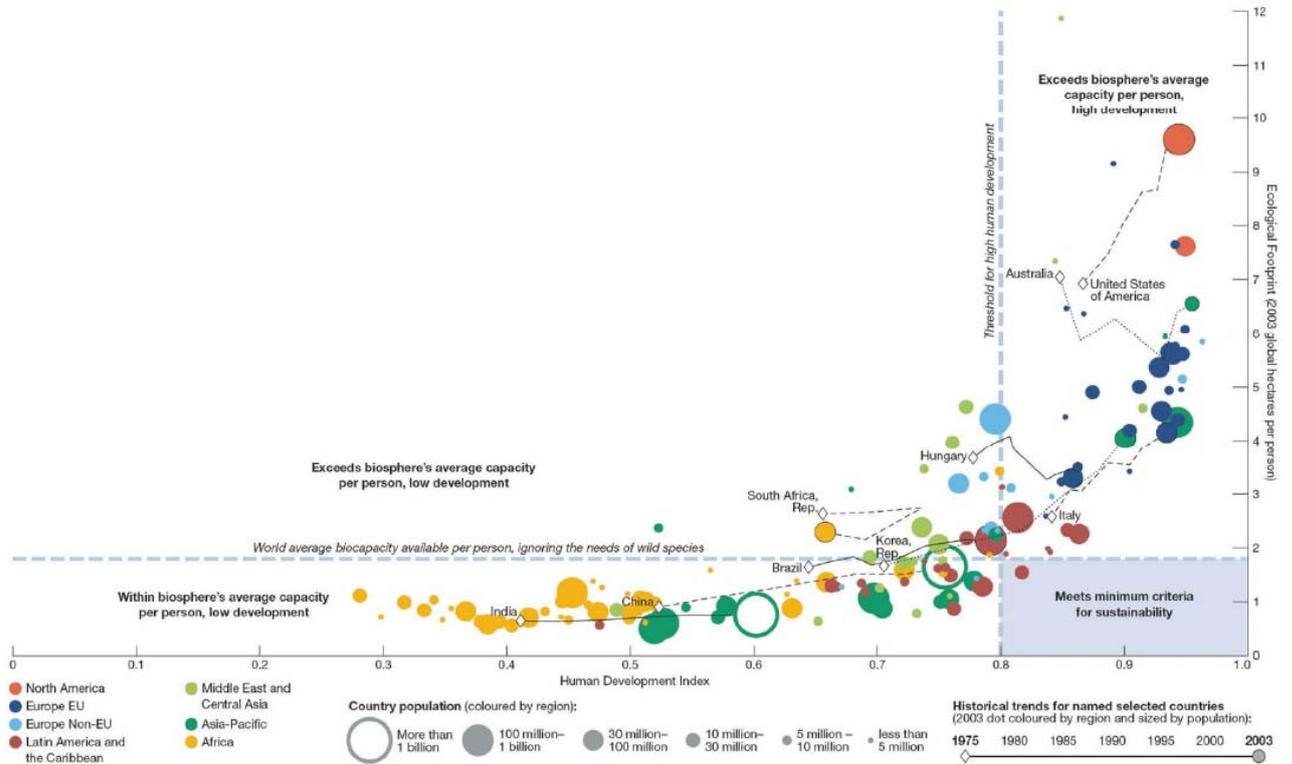


圖21 各國生態足跡與人類發展指數

一個國家的生態足跡如果大於生物承載力（Biocapacity），那麼便是代表消費與廢棄物超過土地負荷，該國家即為生物承載力負債國（Biocapacity Debtors），反之如果生態足跡小於生物承載力，代表相關資源仍有餘裕，該國家便為生物承載力債權國（Biocapacity Creditors），全球約有一半的區域，生態足跡已經大於生物承載力（詳圖22），部分地區生態足跡已經超出了生物承載力150%以上。

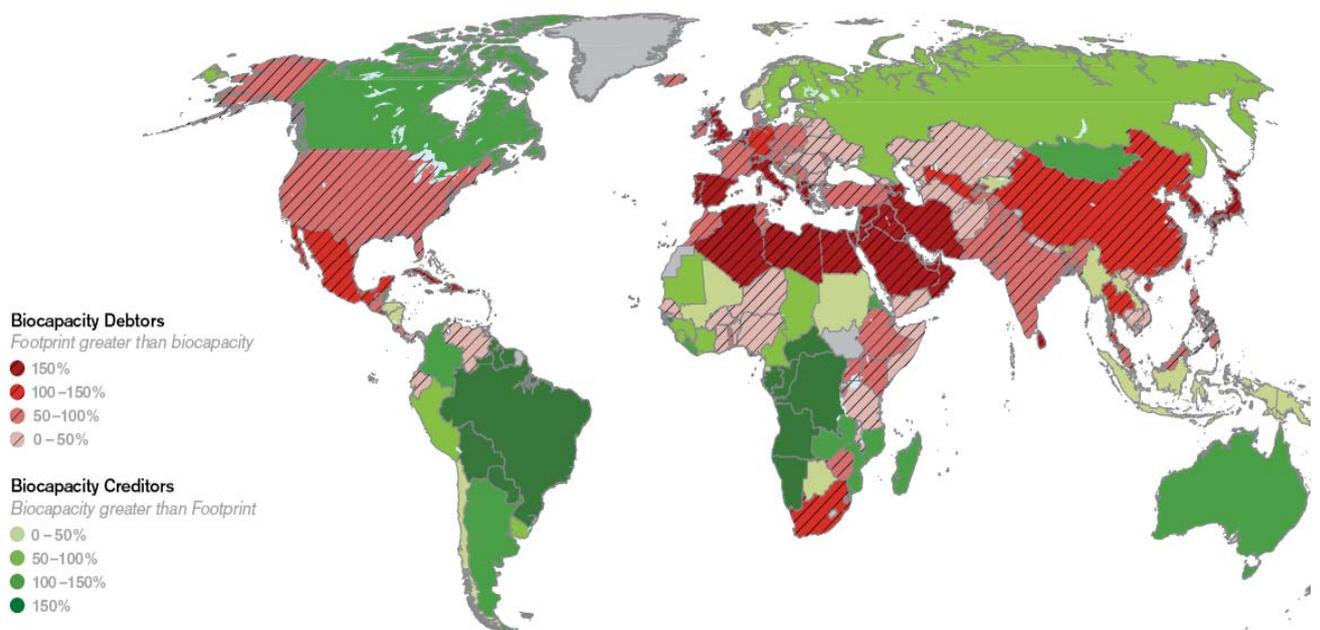


圖22 全球生態承載力負荷狀況

當國家的人口增加、經濟發展、生活模式與消費習慣變化時，生態足跡即可能增加，而當環境的生物多樣性降低、污染增加、氣候異常，生物承載力將降低，國際間有幾種典型的生態足跡和生物承載力發展態樣(圖23)：

厄瓜多 (Ecuador)：

原來之生物承載力遠大於生態足跡，近年來因生物承載力快速下降，生態足跡緩慢上升，而造成生態足跡大於生物承載力。

埃及 (Egypt)：

原來之生物承載力即小於生態足跡，近年來雖然生物承載力並未顯著下降，但生態足跡顯著上升，以致於生態足跡和生物承載力之差距仍持續擴大。

美國 (U.S.)：

原來之生物承載力即小於生態足跡，雖然生態足跡並未顯著上升，惟生物承載力緩慢下降，以致於生態足跡和生物承載力之差距仍持續擴大。

越南（Vietnam）：

原來之生物承載力大於生態足跡，隨著爆發戰爭，生物承載力急速下降，近幾年來雖然生物承載力持續上升，但是生態足跡上升速度更快，而造成生態足跡大於生物承載力。

中國：

原來之生物承載力略大於生態足跡，近年來雖然生物承載力僅微幅下降，但生態足跡驟升，不僅造成生態足跡大於生物承載力，且差距快速擴大中。

哥斯大黎加（Costa Rica）：

原來之生物承載力遠大於生態足跡，近年來雖然生態足跡並無上升之趨勢，惟生物承載力下降幅度加大，造成生態足跡大於生物承載力。

希臘（Greece）：

原來之生物承載力即小於生態足跡，近年來雖然生物承載力僅微幅下降，但生態足跡驟升，以致於生態足跡和生物承載力之差距仍持續擴大。

坦尚尼亞（Tanzania）：

原來之生物承載力遠大於生態足跡，近年來雖然生態足跡略降，惟生物承載力下降幅度更大，造成生態足跡大於生物承載力。

不論是歐洲、亞洲、非洲或美洲國家，也不論是已開發國家或開發中國家，近代的發展結果都造成生態足跡大於生物承載力，研究者也對此提出沈痛的警訊及預測，未來全球的能源、糧食、飲水等資源將不足以滿足持續增加的人口生活所需，除非各國均致力於改變人民生活模式與習慣，減少資源耗費及廢棄物產生。

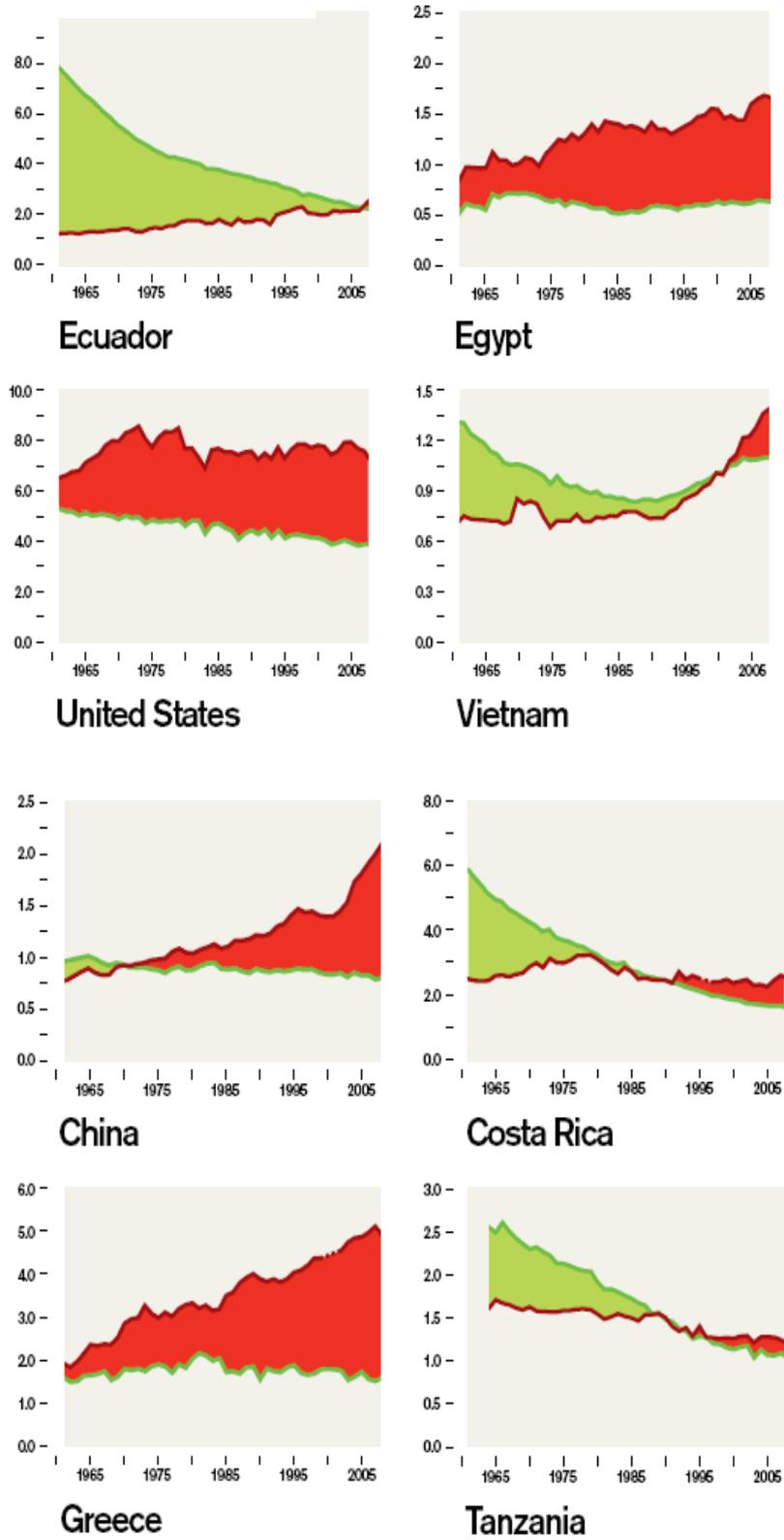


圖 23 各國生態足跡與生物承载力關係

肆、心得與建議

本次奉派赴南美第一大城巴西聖保羅參加「第 4 屆智慧與永續建築環境國際研討會」，並考察拉丁美洲第一座 LEED 認證為白金級綠建築的 Eldorado 商業大樓（Eldorado Business Tower）及當地建築特色，獲致幾點心得與建議如下：

一、心得

(一)、國際間相關民間組織及產業界之研究能量充沛

本次會議主辦單位安排了 11 場專題演講，演講者背景涵蓋產官學研各界，包括 CIB 秘書長、北美自動化建築協會(Continental Automated Buildings Association, CABA)主席、加拿大 Interface 顧問公司副總裁、德國 ISE (Institute for Solar Energy Systems)公司研究員、美國 CERL (Construction Engineering Research Laboratory) 實驗室主任、南非 CSIR (Council for Scientific and Industrial Research) 建築師等。超過半數之演講者之背景為相關民間組織及產業界人士，評估其整體研究水準與產出，可發現國外的民間組織在智慧與永續建築的研究和推廣上，居於主導地位，政府機關及學術院校所扮演的角色並不明顯。

(二)、能源及永續議題仍為會議主軸

本次會議論文發表的研究者，包括美國、加拿大、澳洲、英國、德國、荷蘭、法國、瑞士、義大利、南非、巴西、印度等不同國家的專家學者，這些不同國籍和背景的研究者幾乎不約而同地強調能源短缺、地球暖化及環境污染等議題，並從環境議題延伸至永續建築、智慧建築、綠色材料的發展，能源及永續議題所占比重甚高，許多研究甚至是環境科學、生態學、氣象科學等理論科學之研究及監測資料，從本次會議中可看出，建築學和基礎科學的跨領域整合應用，似已成為國際間研究焦點之一。

(三)、巴西建築造型饒富創意、注重遮陽設計。

本次行程中，巴西的建築風格令人印象深刻（照片詳附錄二），在聖保羅這個巴西最重要的經貿重鎮中，摩天大樓櫛比鱗次，不但不遜於紐約、東京或上海這些商業大城，且其建築造型更為奔放、用色更為大膽，體現了拉丁民族熱情奔放的民族天性。除了現代化建築外，聖保羅仍可看到許多歐式、英式建築，充分展現了巴西多元人種、多元文化的深層精神內涵。此外，位於南美的巴西由於終年日照充足，因此可以觀察到巴西的建築開窗面積或帷幕牆面積雖然普遍較大，但大多搭配了遮陽設計，包括水平遮陽、垂直遮陽、格狀遮陽、深出簷、拉簾等眾多形式，如此的建築風格，可減少建築立面混凝土實牆面積，獲得建築輕量化、造型多樣化、二氧化碳減量等優點，也降低了太陽熱輻射直接入射至建築內部帶來的熱負荷。

二、建議

(一)、未來可逐步提升智慧建築之節能基準

智慧建築結合資通訊設備與系統整合之技術可使建築增加許多功能與服務，例如健康照護、安全防災、舒適便利等，但是不同的社會型態與消費者，對於這些附加功能或有不同的需求取向和需求程度，但是，節能減碳卻普遍被視為智慧建築的核心價值，在許多演講內容及發表的論文中，均可看出這樣的趨勢，換言之，永續建築強調透過建築設計、建築材料達到永續目標，而智慧建築則是利用資通訊設備與系統整合的技術提升建築節能減碳的效益，也因此，智慧建築既然足以達到節能減碳、提升生活品質之目標，那麼智慧建築也被視為具有「永續」或「綠色」的意涵。不論是永續建築或智慧建築，都被國際間認定為減緩(Mitigation)與調適(Adaptation)環境衝擊的重要策略之一。我國近年發展之智慧建築評估系統中，已納入「節能管理」指標，切合國際發展潮流，未來可隨著國內節能設備的普及與節能技術的提

升，逐步調整「節能管理」指標之配分項目、配分原則及智慧化等級之門檻等，以逐步強化智慧建築之節能減碳效益。

(二)、賡續推動生態社區/城市，擴大環境效益

國際間綠建築的設計與認證風潮已從歐美先進國家，擴展至開發中國家，巴西更是全球 LEED 認證綠建築數量第四多的國家，僅次於美國、阿拉伯聯合大公國、中國大陸。爲了擴大環境效益、減緩及調適環境變遷，國際間主要國家發展綠建築之餘，也積極推動生態社區或生態城市，更引入了永續發展的城市設計理論，該理論特別強調社區及城市的智慧成長(Smart Growth)，此乃導因於美國及多數的國家，近年來住宅及社區無秩序地蔓延發展，導致農地及生態棲地破碎化、形成過度仰賴汽機車的住宅型態，使二氧化碳排放大增，因此，新的規劃和發展理念特別強調對城市發展邊界應加以管理，適度緊密的空間佈局，可提升社區或城市生活機能、增加管理效率並降低生態足跡。我國目前都市發展現況既有人口過於集中的問題，也有社區及城市邊界持續向外延伸的現象，因此，僅是追求建築本身的永續性，不足以全面提升環境效益，必須同時追求社區或城市的永續發展，且目前本部已建立生態社區評估系統及評定制度，建議未來可賡續推動相關研究與推廣工作，以營造永續居住環境。

(三)、出訪巴西需留意簽證及當地治安問題

由於巴西並不承認我國護照，因此需先向巴西駐台商務辦事處申請一本「通行證」(Laissez-Passer)，代替護照使用，之後再將巴西核發之簽證黏貼於通行證內頁，作爲入出境巴西查驗之用。通行證及簽證申請過程需準備之文件頗爲繁複，包括：巴西當地聯絡人之葡文邀請信函及身份證明、研討會邀請函、財力證明、在職證明等，建議未來有出訪巴西計畫者，應預留充裕之文件準備與申辦時間。另由於巴西聖保羅幅員廣闊，各區域民情與治安狀況不一，且英文普及性甚低，建議出訪當地宜盡量避免夜間單獨外出。



流線外型與良好外遮陽設計
之義大利大樓 (Edificio Italia)



聖保羅花旗銀行大樓



保力斯達大道 (Paulista
Av.) 上造型迥異之建築



保力斯達大道 (Paulista Av.)
上造型特殊之建築



不對稱建築群營造光與影的
變化



典雅的聖保羅果菜市場入
口



美術館 (懸空部位可作為休
憩、表演等功能)



依比拉布耶拉公園內飛碟造
型之建築



依比拉布耶拉公園內三角
形紅白鮮明之建築



拉美議會建築群



拉美議會建築群



拉美議會大廈



拉美議會建築群



水與綠交織的聖保羅大教堂



歐式風格的 LUZ 車站



百年聖保羅歌劇院



磚造美術館



歐洲宮廷式博物館



良好之外遮陽設計



良好之外遮陽設計



良好之外遮陽設計