

出國報告（出國類別：參加國際會議）

參加「Greenbuild International Conference and Expo Boston 2017」國際研討會報告書

服務機關：內政部建築研究所

姓名職稱：姚志廷約聘研究員

派赴國家：美國

出國期間：106年11月6日至11月13日

報告日期：107年2月6日

摘要

由於全球氣候變遷及地球溫暖化問題日趨嚴重，節能減碳已成為世界各國最重視議題之一。為減緩我國建築能源使用之環境衝擊，內政部建築研究所自民國90年起陸續辦理「綠建築推動方案(90-96年)」、「生態城市綠建築推動方案(97-100年)」、「智慧綠建築推動方案(99-104年)」及「永續智慧城市-智慧綠建築與社區推動方案(105-108年)」，建立台灣亞熱帶氣候本土綠建築評估系統（EEWH）及綠建築標章制度，以符合生態、節能、減廢、健康之目標，目前已成功帶動我國綠建築及綠建材產業的蓬勃發展與良性競爭，然而面對全球能源結構與經濟情勢的快速變動，永續建築的發展策略仍須不斷滾動調整，並且與全球發展脈動緊密接軌，為瞭解國際間綠建築發展現況及未來趨勢，爰參加106年11月8日至10日於美國波士頓召開之「Greenbuild International Conference and Expo Boston 2017」。本報告內容包括會議介紹、主辦單位介紹、建材及設備展覽活動、與本所業務相關之演講內容、技術導覽活動介紹等，最後，本報告亦提出相關參與心得與建議，期能作為本所推動綠建築、綠建材相關政策之參考。

目次

壹、出國目的.....	1
貳、出國行程.....	2
參、Greenbuild 國際會議介紹.....	2
一、會議主辦單位簡介.....	2
二、本屆會議辦理情形.....	3
三、會議開幕式及其他周邊活動.....	4
肆、參與會議展覽.....	6
伍、會議重要內容概述.....	9
一、LEED環境產品宣告.....	10
二、LEED原材料來源.....	12
三、LEED材料成分.....	14
陸、技術導覽.....	19
一、建築資源回收商店.....	19
二、Fraunhofer永續能源系統中心CSE.....	21
三、波士頓創新及設計大樓.....	22
柒、心得與建議.....	25
一、心得.....	25
二、建議.....	25

壹、出國目的

我國綠建築評估系統（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，全球暖化與氣候變遷的議題持續受到全球關注，聯合國氣候變化綱要公約（UNFCCC）的歷次會議均確認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，各國對於建築所能發揮的減碳效益，均予高度重視，催化了綠建築的快速發展。

美國綠建築協會（U.S. Green Building Council, USGBC）自2002年起，每年均舉辦Greenbuild國際研討會，該研討會已是全球最大規模且最重要的綠建築研討會之一，每年均有來世界各地的USGBC分支機構及關心綠建築發展的人士參加會議，本次出國即是希望藉由參與Greenbuild國際研討會，蒐集綠建築技術與發展經驗等相關資訊，並瞭解國際間綠建築及綠建材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，並確保我國綠建築政策發展符合國際趨勢。

貳、出國行程

日期	活動內容	備註
11月6日 (週一)	台北-美國波士頓(於美國西岸轉機)	路程 (跨日)
11月7日 (週二)	抵達美國波士頓	路程
11月8日 (週三)	會議第一天(報到、開幕、展覽、workshop)	
11月9日 (週四)	會議第二天(展覽、workshop)	
11月10日 (週五)	會議第三天(技術參訪)	
11月11日 (週六)	參訪波士頓歷史建築	
11月12日 (週日)	美國波士頓-台北(於美國西岸轉機)	路程 (跨日)
11月13日 (週一)	返抵台北	路程

參、Greenbuild 國際會議介紹

一、會議主辦單位簡介

美國綠建築協會(USGBC)是一個由 Rick Fedrizzi, David Gottfried 和 Mike Italiano 於 1993 年創立之非營利組織,總部位於美國華盛頓哥倫比亞特區,該組織目的是促進建築產業的永續發展,其會員至今約有 1 萬 2,000 個企業和組織會員、2 萬 2,200 個個人會員,USGBC 於 1994 年開始起草名為「Leadership in Energy and Environmental Design, LEED」的綠建築分級評估系統,1998 年 8 月份推出試驗版 LEED v1.0,經廣泛討論後,於 2000 年正式發布 LEED-NC2.0,此後不斷的檢討與更新,目前最新之版本為 2014 年所公布的 LEED v4,其評估系統之評估對象分成建築設計與結構(Building Design and Construction, BD+C)、室內設計與結構(Interior Design and Construction, ID+C)、建築營運與維護(Building Operations + Maintenance, O+M)、社區發展(Neighborhood Development, ND)和住宅(Homes)等 5 類。USGBC 認可的 LEED

綠建築遍佈全球 165 個國家地區，樓地板面積超過 18 億平方公尺。

二、本屆會議辦理情形

Greenbuild 國際研討會係由美國綠建築協會 (USGBC) 每年主辦之大型研討會，最早是在 2002 年於德州奧斯汀 (Austin) 舉辦，當年參與人數為 4,189 人，參展廠商為 220 家，出席人員涵蓋之國家為 27 國，到了本屆會議 (2017 年)，會議參與人數增加至 2 萬 4,731 人，參展廠商 703 家，出席人員涵蓋之國家為 96 國，從以上統計數據可以看出綠建築議題快速的受到全球關注，當然，USGBC 對於 LEED 綠建築評估系統的推動與教育更是不遺餘力，綠建築概念快速擴散，許多國家地標性建築不約而同地申請 LEED 認證，綠建築的理念甚至逐漸影響了相關國家的建築政策與都市計畫體系。

本次會議舉辦地點為波士頓會展中心 (Boston Convention & Exhibition Center)，該中心鄰近波士頓港，樓地板面積達到 16 萬 9,000 平方英尺 (詳圖 1)。根據主辦單位統計，本次研討會參與人數達到 2 萬 4,731 人，因此，僅是排隊報到，即需花費半小時的時間 (圖 2、3)，可見會議規模之盛大。有別於一般以徵稿為主的國際研討會，本研討會超過 300 場次的會議及導覽活動，均非以徵稿及學術論文發表之型態呈現，而是由主辦單位邀請實務界及學術界專家學者解說相關主題，其中有超過 100 場會議是除了註冊費之外，還要另外收費，而這些付費的場次，大多數均是額滿的，可見會議受到矚目之程度，另外，觀察會議出席及參與情形，可看出許多場次的會議還出現座位不足，會場後方及兩側尚有站立之聽眾 (圖 4、5)，可見會議主題具有高度吸引力。

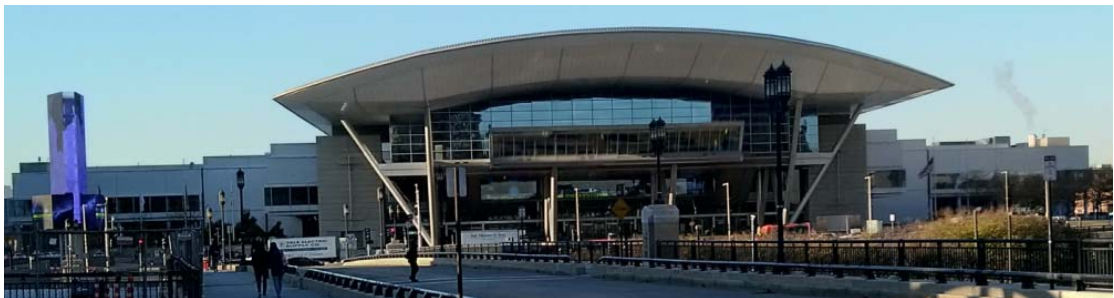


圖 1 會議地點 (波士頓會展中心)



圖 2 會場排隊報到現況



圖 3 會場報到人潮



圖 4 會議現場座無虛席



圖 5 會場後方與會者站立聆聽

三、會議開幕式及其他周邊活動

會議開幕式是由美國第 42 任總統柯林頓（Bill Clinton）擔任專題演講貴賓（圖 6），柯林頓前總統離開白宮後設立了柯林頓基金會（Clinton Foundation），其演說內容提到該基金會關注的議題包括全球環境保護、促進人民健康、強化經濟發展等，美國綠建築協會發展的宗旨也圍繞在這些主題，因此，柯林頓前總統已經不是第一次參與這個大會，他也倡議不同領域的專家、民間組織、志工與政府部門共同努力，協助美國乃至於全球各地建立更有活力的社區和城市，對抗全球暖化的威脅，並且改善人們的生活。柯林頓前總統雖然卸任多年，卻在美國民間仍擁有高度聲望與號召力，開幕式雖於晚間舉行，且當時波士頓地區適逢入秋以來最強的冷氣團來襲，夜間溫度僅有零度上下，但會場中仍座無虛席（圖 7），柯林頓總統演講期間，多次獲得全場起立鼓掌致敬。



圖 6 美國前總統柯林頓先生蒞臨致詞



圖 7 開幕式會場座無虛席

本屆會議的主題為「All In」，強調所有人凝聚在一起，共同實踐大家對於社區、對於世界的承諾與使命，USGBC 尤其希望把綠建築的概念與評估體系推展到印度及中國，除會議開幕式之外，主辦單位還在波士頓科學博物館（Boston Museum of Science）舉辦音樂會，歡迎來自世界各地的參與者。此外周邊系列活動包括：舉辦「USGBC 領導獎（USGBC Leadership Awards）」頒獎典禮，以表揚每年對於推動綠建築有卓越貢獻的人士、舉辦「女性綠色力量早餐會（Women in Green Power Breakfast）」以彰顯女性在綠色革命演進中，扮演的重要角色、舉辦「女性設計論壇（Women in Design Symposium）」，鼓勵成功的女性綠建築設計者，另外，還有 11 個當地大學校友會協同辦理的校友座談活動，從豐富的周邊系列活動可看出 USGBC 舉辦本次活動之用心及企圖心。

肆、參與會議展覽

本次主辦單位於會場安排大型展覽活動(會場詳圖 8)，較為特別的是，本次展覽特別在諾大的展場中劃設了 9,000 平方英尺的區域作為淨零區域 (Net Zero Zone) (會場詳圖 9)，這個區域完全使用會展中心自行產生的再生能源。本展覽參展廠商共 703 家，部分國家或城市以專館方式呈現，例如新加坡館(詳圖 10)等，展覽中雖未見台灣廠商設置攤位參展，仍見國旗飄揚於會場(詳圖 11)。

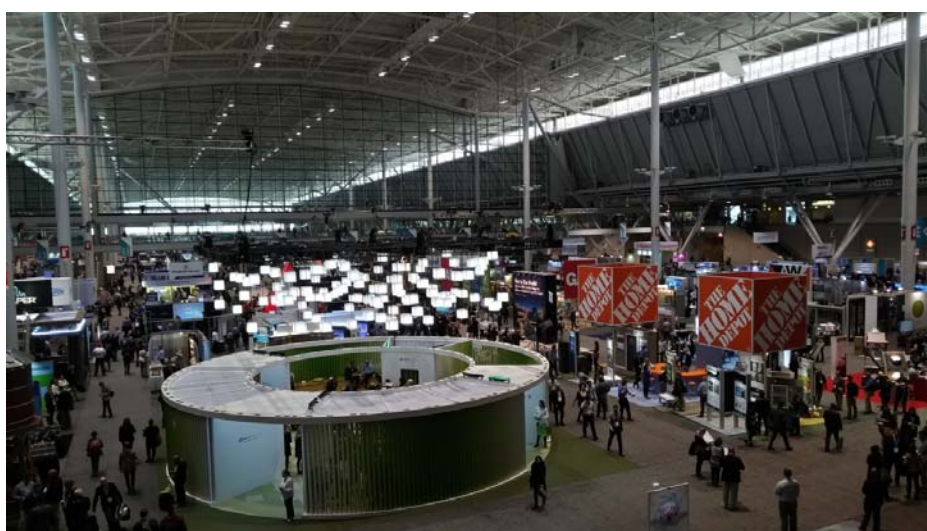


圖 8 國際研討會之展覽會場



圖 9 展場中的淨零區域



圖 10 展覽會場中新加坡館



圖 11 展覽會場中之國旗

本次展覽活動之攤位多為建築能源設備與材料廠商，例如太陽能發電設備及追日系統、永續森林木材、節能玻璃、天然石材、綠屋頂設備、水處理設備、導光管等（詳圖 12-18），這次展覽亦允許買賣雙方可以在會場進行交易，對於很多創新產品與設計，展覽活動為這些新創產品提供進入市場的機會，當然，對於參觀者而言，也可能從中激發相關的設計及應用靈感。此外，展覽會場中，部分廠商把攤位設置成小型講習教室（詳圖 19），舉辦產品說明會或技術論壇，其中部分是免費，部分甚至是需要收取入場費的，收取之費用約在每人 50 美金至 150 美金間。



圖 12 太陽能追日系統



圖 13 永續人工森林之木材



圖 14 節能玻璃



圖 15 天然石材



圖 16 屋頂綠化設備



圖 17 雨水回收系統

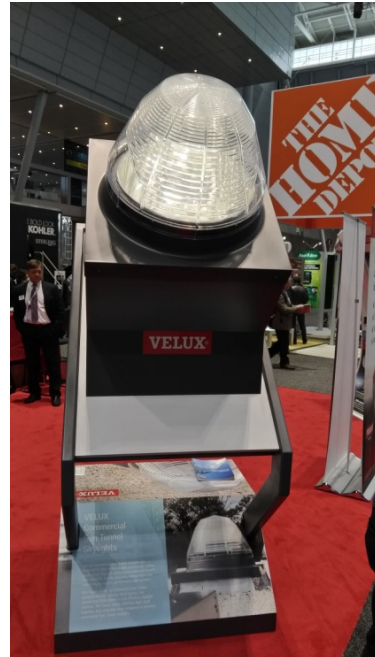


圖 18 導光管系統



圖 19 展覽會場中的小型講習會

伍、會議重要內容概述

本會議並非以學術論文發表的型態辦理，而是由 USGBC 安排相關研習主題，且主題大致以 LEED 評估系統指標群作為分類，例如：區位及交通 (LOCATION AND TRANSPORTATION)、永續場址 (SUSTAINABLE SITES)、水資源利用效率 (WATER EFFICIENCY)、能源及大氣 (ENERGY AND ATMOSPHERE)、材料及資源 (MATERIALS AND RESOURCES)、創新 (INNOVATION) 等主題，為蒐集與業務相關之資訊，並提升相關主題之研究能力，爰本次參與之場次主要以材料及資源主題為主，俾利精進業務執行能力。

在 LEED 評估系統中，各個指標的架構大致上都包括了必要之評估項目 (Prerequisite)，及得分評估項目 (Credits)，前者是一定要符合的先決條件，後者則視符合程度給予分數，在 LEED v4 版本中，材料與資源評估大項中，增修訂了「建築產品宣告及最佳化」(BUILDING PRODUCT DISCLOSURE AND OPTIMIZATION)，將建築產品的宣告和最佳化概念納入，其目的是鼓勵建築物採用資訊揭露較為完整的材料和產品，也引導製造商製造更符合環境友善、經濟性、社會性的產品。「建築產品宣告及最佳化」有三項評估細項，包括：環境產品宣告 (ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATIONS)、原材料來源 (SOURCING OF RAW MATERIALS)、材料組成 (MATERIAL INGREDIENTS) (詳圖 20)，相關內容摘述如下：

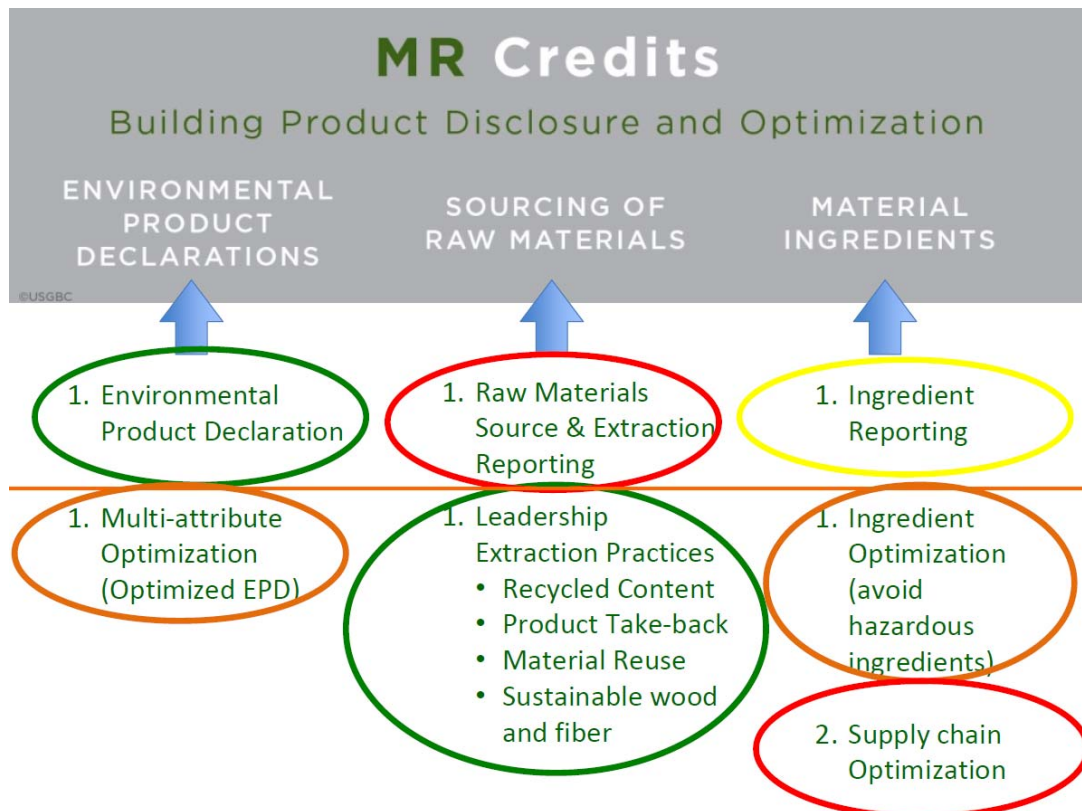


圖 20 LEED v4 建築產品宣告及最佳化架構

一、LEED 環境產品宣告 (Environmental Product Declaration)

環境宣告是因應全球暖化、氣候異常等議題所延伸出來的概念，基於產品生命週期之特性，依據 ISO 14025 標準(產品環境標誌與宣告)提供消費者量化且可比較之環境績效結果。環境宣告主要是針對產品或服務生命週期各階段對環境之衝擊，以科學量化的方式完整詳細地揭露，從產品原料開採、製造、運輸、使用、棄置等階段，逐一精算出環境衝擊，例如對於破壞臭氧層、酸雨、優氧化、氣候變遷等項目的影響程度，且須經由第三方公正單位驗證，而下游採購者可依據該公司的「第三類產品環境宣告」選擇是否購買其產品。環境宣告之計分方式如下：

1.至少使用來自 5 家不同的製造商的至少 20 種永久安裝產品 (Permanently Installed Products)，符合以下任一環境宣告標準，則可得到 1 分。

(1)產品特殊公告 (Product-specific Declaration)：產品以符合ISO

14044標準進行生命週期評估。

(2)環境產品宣告 (Environmental Product Declarations)：產品以符合 ISO 14025、14040、14044和EN 15804或ISO 21930標準進行環境產品宣告。

(3)USGBC認可之環境宣告程序：產品符合USGBC認可之環境宣告架構進行宣告。

2. 一半以上（總價超過 50%）所採用的產品符合下列準則，可得 1 分。

(1)產品經過第三方驗證確認該產品在下列至少3項環境衝擊低於產業平均水準(架構詳圖21)。

A. 溫室氣體排放量

B. 臭氧層破壞

C. 土壤和水質酸化

D. 水質優氧化

E. 造成臭氧

F. 能源消耗

(2)其他USGBC認可的準則：產品符合USGBC認可的多屬性準則。

需特別注意的是這個部分是以總價進行量化計算，但是如果產品及材料是160公里（100英里）內製造、開採的，那麼該產品及材料的價格得以兩倍計算，以鼓勵採購當地的產品及材料。

Documenting EPD Option 2: Comparison one

Product Specific EPD data (LVT)

ATMOSPHERE			WATER		EARTH	
Global Warming Potential refers to long-term changes in global weather patterns – including temperature and precipitation – that are caused by increased concentrations of greenhouse gases in the atmosphere.	Ozone Depletion Potential is the destruction of the stratospheric ozone layer, which shields the earth from ultraviolet radiation that's harmful to life, caused by human-made air pollution.	Photochemical Ozone Creation Potential happens when sunlight reacts with hydrocarbons, nitrogen oxides, and volatile organic compounds, to produce a type of air pollution known as smog.	Acidification Potential is the result of human-made emissions and refers to the decrease in pH and increase in acidity of oceans, lakes, rivers, and streams – a phenomenon that pollutes groundwater and harms aquatic life.	Eutrophication Potential occurs when excessive nutrients cause increased algae growth in lakes, blocking the underwater penetration of sunlight needed to produce oxygen and resulting in the loss of aquatic life.	Depletion of Abiotic Resources (Elements) refers to the reduction of available non-renewable resources, such as metals and gases, that are found on the periodic table of elements, due to human activity.	Depletion of Abiotic Resources (Fossil Fuels) refers to the decreasing availability of non-renewable carbon-based compounds, such as oil and coal, due to human activity.
2.8E+01 kg CO2-Equiv.	3.5E-07 kg R11-Equiv.	2.6E-02 kg Ethene-Equiv.	2.2E-01 kg SO2-Equiv.	5.1E-02 kg Phosphate-Equiv.	1.5E-06 kg SB-Equiv.	1.3E+02 MJ
vs. Industry Average EPD data (LVT)						
7.7 kg CO2-Equiv.	3.27E-09 kg CFC 11-Equiv.	3.48E-01 kg O3-Equiv.	1.24E+00 kg H+ -Equiv.	2.17E-03 kg PO4-Equiv.		170 MJ
7.7 kg CO2-Equiv.	7.02E-08 kg R11-Equiv.	4.88E-03 kg Ethene-Equiv.	2.29E-02 kg SO2-Equiv.	3.19E-03 kg PO4-Equiv.	2.35E-05 kg SB-Equiv.	

Are at least 3 impacts lower?

圖 21 產品有至少 3 項環境衝擊低於產業平均水準之評估表

二、LEED 原材料來源 (SOURCING OF RAW MATERIALS)

為了鼓勵建築物使用來源透明的材料及環境友善的材料，LEED 設計了 2 個得分項目，說明如下：

1. 檢附原材料來源及生產證明書，可得 1 分。

至少使用來自 5 家不同的製造商的 20 種永久安裝產品，這些產品必須由供應商檢附原材料來源及生產證明書，公開其原材料相關資訊，包括：原材料來源地點、承諾承擔土地使用的生態責任、承諾在原料開採及製造階段降低環境傷害、承諾滿足適當的自願性標準與計畫以承擔企業責任。為了滿足前開要求，製造商可以提供自我宣告的報告 (Self-declared Reports)，但是採取自我宣告的產品，其等效係數為 0.5，亦即 2 個經自我宣告的產品，計算產品數時僅計入 1 個產品。但是若廠商提供經第三方認證「企業永續報告」(Corporate Sustainability Reports, CSR)，其等效係數為 1。該報告必須揭露產品及產品供應鏈相關的活動對環境造成的衝擊，被認可的 CSR

報告包括下列各項：

- A. 全球報告倡議組織 (Global Reporting Initiative, GRI) 之永續報告。
 - B. OECD(Organization for Economic Co-operation and Development) 跨國企業指南 (Guidelines for Multinational Enterprises)。
 - C. 聯合國全球合約 (Global Compact) : 進步的溝通 (Communication of Progress) 報告。
 - D. ISO 26000 : 2010 社會責任指南。
 - E. 其他 USGBC 認可的文件。
2. 原物料開採階段，產品或材料總價超過 25% 的產品符合下列準則，可得 1 分。
- A. 延長生產商責任：產品生產商參加了相關延長企業責任的計畫。
 - B. 生質材料 (Bio-based Materials) : 生質材料必須符合永續農業網路之永續農業標準 (Sustainable Agriculture Network' s Sustainable Agriculture Standard)，且必須經過 ASTM D6866 測試標準的檢驗，並遵照出口國及進口國標準進行合法採收及加工，且必須排除動物皮革材料。
 - C. 木製品：木製品需要經過 FSC (Forest Stewardship Council) 或 USGBC 認可的組織認證。
 - D. 材料的再利用 (Materials Reuse) : 再利用拆除或回收的材料或設備。
 - E. 回收材料 (Recycled Content) : 使用消費後 (Postconsumer) 回收材料製成的材料，如果是消費前 (Preconsumer) 的回收材料，僅能計入 50% 的價格。

這個部分亦是以總價進行量化計算，但是如果產品及材料是 160 公里 (100 英里) 內製造、開採的，那麼該產品及材料的價格得以兩倍計算，以鼓勵採購當地的產品及材料。但是若是某一材料符合多個準則，仍不能重複計算。

三、LEED 材料成分 (MATERIAL INGREDIENTS)

為了鼓勵材料製造商揭露完整的材料化學成分及安全資訊，LEED 設計了 3 個得分項目，說明如下：

1. 檢附材料成分報告，可得到 1 分。

至少使用來自 5 家不同的製造商的 20 種永久安裝產品或材料，這些產品或材料由供應商以下列任一程序來揭露產品的化學成分及組成，且必須標示到 0.1%。

- A. 供應商以 GreenScreen 基準 (GreenScreen benchmark) (如圖 22 所示) 或「全球化學品統一分類及標章制度」(Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals, GHS) 公布產品之化學組成 (如圖 23 所示)，且必須標示相關成分之健康危害情形 (例如標示 GHS 第 2 類致癌物)。其中，GreenScreen 是美國一個非營利組織「Clean Production Action」發起的計畫，該計畫主要聚焦於化學風險評估。



圖 22 GreenScreen 標章

- B. 健康產品宣告 (Health Product Declaration)：終端使用的產品或材料必須依照「健康產品宣告公開標準」(Health Product Declaration Open Standard)，完整揭露已知的健康風險 (詳圖 24)。

MATERIAL CONTENT

Material content measured to 1%.

COMPONENT	MATERIAL	AVAILABILITY	MASS%	ORIGIN
Face Cloth/Yarn	Nylon 6 (25038-55-4)	Fossil resource, limited	8.6%	US
Face Cloth/Yarn	Nylon 6 post industrial and post consumer recycled (25038-55-4)	Recycled material, abundant	8.6%	US
Tufting Primary	Polyester (25038-59-9)	Fossil resource, limited	2.5%	US
Latex	Ethylene vinyl acetate (25822-09-7)	Fossil resource, limited	5%	US
Filler	CaCO3 (1317-65-3)	Mineral resource, non renewable, abundant	14.9%	US
Soap	Alcohol ethoxysulfate (68585-40-0)	Fossil resource, limited	0.3%	US
Biostatic Preservative	Intersept (68132-19-4)	Renewable resource, abundant	0.3%	US
Fiberglass	Silica (65997-17-3)	Mineral resource, non renewable, abundant	1.1%	US
GlasBac® Backing	Polyvinyl chloride copolymer (25035-98-7)	Recycled material, abundant	9.7%	US
GlasBac® Backing	Di(2-ethylhexyl) terephthalate (DEHT) (6422-86-2)	Recycled material, abundant	9.5%	US
GlasBac® Backing	Calcium alumina glass spheres pre-consumer (68131-74-8)	Recycled material, abundant	39.4%	US
GlasBac® Backing	Calcium oxide (1305-78-8)	Mineral resource, non renewable, abundant	0.2%	US

圖 23 材料成分揭露示意圖

Health Product Declaration: Is it complete?

Name: [Redacted] Product ID: [Redacted] Website: [Redacted] Manufacturer: [Redacted] Address: [Redacted] City, State, Country: [Redacted]

Description: This HPD is for all carpet tile products with EcoWorx backing and EcoSOLUTION Q face fiber, ranging from 16-40 sq/yt face weight.

Release Date: 24-Jan-2014 Expiry Date: 23-Jun-2017 HPD URL: [Redacted]

Self-declared Second Party Third Party Certifier: N/A Certificate #: [Redacted]

SUMMARY
The content of this product was assessed for health hazards as follows:

Residuals Disclosure: Measured 100 ppm (ideal) Measured 1000 ppm Predicted by process chemistry As per MSDS (1,000 & 10,000 ppm) Not disclosed Other

Full Disclosure of Intentional Ingredients: Yes No Yes No

Full Disclosure of Known Hazards: Yes No Yes No

Contents in Descending Order of Quantity (if the sum below is 0.1%, see GreenScreen®): Coal Fly Ash, Nylon 6, Polyethylene copolymer, Limestone, Vinyl Acetate, Hydrocarbon Resin, Glass Oxide & Continuous Blasted glass fibers, Polyethylene Terephthalate (PET), Aluminum Hydroxide, 2,5-Furandione modified ethylene/hexane-1,1.

Hazards: PBT Development Neurotoxicity Land toxicity Multiple Persistent and Bioaccumulative Toxic Reproductive Mammal Physical hazard Unknown Cancer Endocrine Skin or Eye Global warming Gene mutation Respiratory Aquatic toxicity Ozone depletor

Material (g/l): [Redacted] Regulatory (g/l): [Redacted] Content Notes: [Redacted]

Does the product contain exempt VOCs? N/A Yes No
Are VOC-free tints available? N/A Yes No

VOC Emissions: Green Label Plus (commercial) VOC Content: NSF 140
Cradle to Cradle

Name: [Redacted] Product ID: [Redacted] Website: [Redacted] Manufacturer: [Redacted] Address: [Redacted] City, State, Country: [Redacted]

Description: WB4 Wall Base is a 4" wall base guard used to protect walls from cars, wheelchairs and other equipment. The wall guard is comprised of an extruded aluminum retainer and extruded vinyl cover. Accessories include molded return corners and brackets.

Release Date: [Redacted] Expiry Date: [Redacted] HPD URL: [Redacted]

Self-declared Second Party Third Party Certifier: N/A Certificate #: [Redacted]

SUMMARY
The content of this product was assessed for health hazards as follows:

Residuals Disclosure: Measured 100 ppm (ideal) Measured 1000 ppm Predicted by process chemistry As per MSDS (1,000 & 10,000 ppm) Not disclosed Other

Full Disclosure of Intentional Ingredients: Yes No Yes No

Full Disclosure of Known Hazards: Yes No Yes No

Contents in Descending Order of Quantity (if the sum below is 0.1%, see GreenScreen®): Pigment (pigment ingredient), Copper Dusts (pigment ingredient), Carbon Black (pigment ingredient), Chrome Antimony Titanate Barium Rutile (pigment ingredient), Carbon Black (pigment ingredient), Chromium (III) Compounds (pigment ingredient), Chrome Antimony Titanate Barium Rutile (pigment ingredient), Lead Lead Lead Antimony Trioxide (vinyl residual), Arsenic Compounds, Inorganic (vinyl residual), Vinyl Chloride Monomer (vinyl residual), Vinyl Chloride Monomer (vinyl residual), Vinyl Chloride Monomer (vinyl residual), Carbon Black (pigment ingredient), Copper Dusts (pigment ingredient), Carbon Black (pigment ingredient), Chrome Antimony Titanate Barium Rutile (pigment ingredient), Carbon Black (pigment ingredient), Chromium (III) Compounds (pigment ingredient), Chrome Antimony Titanate Barium Rutile (pigment ingredient), Lead Lead Lead Antimony Trioxide (vinyl residual), Arsenic Compounds, Inorganic (vinyl residual), Vinyl Chloride Monomer (vinyl residual), Vinyl Chloride Monomer (vinyl residual), Vinyl Chloride Monomer (vinyl residual), Carbon Black (pigment ingredient).

Hazards: PBT Development Neurotoxicity Land toxicity Multiple Persistent and Bioaccumulative Toxic Reproductive Mammal Physical hazard Unknown Cancer Endocrine Skin or Eye Global warming Gene mutation Respiratory Aquatic toxicity Ozone depletor

Material (g/l): [Redacted] Regulatory (g/l): [Redacted] Content Notes: [Redacted]

Does the product contain exempt VOCs? N/A Yes No
Are VOC-free tints available? N/A Yes No

VOC Emissions: GREENGUARD Certified GREENGUARD Gold VOC Content: [Redacted]

No Full Disclosure of Intentional Ingredients, Known Hazards

圖 24 健康產品宣告示意圖

- C. 搖籃到搖籃 (Cradle to Cradle) 認證 (詳圖 25): 符合「Cradle to Cradle」認證制度 V2 基本等級 (v2 Basic level) 或 V3 銅級 (Bronze level) 認證。



圖 25 GreenScreen 標誌

- D. 產品成分標示：產品包裝貼有成分標示，且成分需詳細到 0.1% 或 1000ppm。
- E. 符合 ANSI/BIFMA 家具永續標準：產品通過美國家具製造商成立的非營利組織 BIFMA 評估 (詳圖 26)，並得到 3 分以上。



圖 26 ANSI/BIFMA 標誌

- F. 搖籃到搖籃健康認證 (Cradle to Cradle Material Health Certificate) (詳圖 27): 通過「Cradle to Cradle」組織之「健康認證」銅級以上的認證。



圖 27 搖籃到搖籃健康認證標誌

- G. 取得「ProductLens Certification」認證：ProductLens Certification 是 UL 公司推動的認證制度（圖 28）。
- H. 通過 Facts - NSF/ANSI 336 永續評估：家具及紡織品（床、沙發等）通過 NSF/ANSI 永續性評估，NSF (National Sanitation Foundation) 是美國國家衛生基金會是一群美國科學家為了回應社會的需求，於 1944 年成立的一個以科學研究為基礎的非營利民間組織（圖 29）。
- I. 其他 USGBC 認可之材料成分揭露報告。



圖 28 ProductLens Certification 認證標誌



圖 29 NSF 認證標誌

2、有關材料組成部分，超過產品或材料總價 25%的產品或材料符合下列任一準則，可得 1 分。

- A. 符合 GreenScreen v1.2 基準：清單上的化學成分可追溯到 100ppm，且成分中不至造成健康危害。
- B. 搖籃到搖籃 (Cradle to Cradle) 認證：不同等級的認證，可獲得不同加權權重，例如獲得 V2 白金級認證，權重為 150% (價格可乘 1.5 倍)，獲得黃金級權重為 100%。
- C. 符合 REACH 規定：歐盟 REACH 法規 (EC Regulation No.1907/2006, Registration, Evaluation, Authorization and restriction of Chemicals, REACH) 於 2007 年公告實施，鼓勵以較不危險的化學物質取代現有危險化學物質。REACH 適用於所有化學品，除了工業製程運用的化學品以外，還包括涵蓋清潔用品和油漆等日用消費品或衣物、家具及電器等商品所含的化學成分。REACH 規範要求企業加強管理化學物質或消費性商品可能對公共健康及環境造成的風險。多數 REACH 規定適用於製造商和進口商本身，因此，製造商和進口商必須提供化學品屬性資料並登記所採用的物質成分 (無論是純物質還是混合物質)。LEED v4 規定材料和產品不得含有 REACH 授權清單 (Authorization List)、限制清單 (Restriction list)、候選清單 (Restriction list) 上所列化學成分。
- D. 其他 USGBC 認可之材料成分限制基準。

3 材料供應商致力於 安全、健康、降低風險與危害的相關計畫，用於製造建築產品或材料的成分中，至少有 99%的成分均能提出相關計畫證明文件，且材料供應商有經第三方驗證的供應鏈，驗證內容包括下列各項，可得 1 分：

- A. 根據現有的風險、暴露及使用資訊，以公開透明的方式針對供應

鏈上的各種化學成分進行資訊交流與檢視，以確認需要被詳細評估的化學成分。

- B. 確認、記錄和交流各項成分的安全、健康及環境特性資訊。
- C. 落實管理各項成分安全、健康及環境風險及危害。
- D. 在做產品研發及改良時，已將安全、健康及環境衝擊等因素納入考量，進行最佳化設計。
- E. 在供應鏈上緊密交流及評估化學成分之安全及管理資訊。
- F. 化學成分的安全及管理資訊可以在每個供應鏈上被公開取得。

這個部分仍是以總價進行量化計算，但是如果產品及材料是 160 公里（100 英里）內製造、開採的，那麼該產品及材料的價格得以兩倍計算，以鼓勵採購當地的產品及材料。但是若是某一材料符合多個準則，亦不能重複計算。

陸、技術導覽

本次技術導覽包括 3 個參訪主題，包括建築資源回收商店(Restoration Resources)、Fraunhofer 永續能源系統中心及波士頓創新及設計大樓 (Innovation and Design Building)，概要說明如下：

一、建築資源回收商店 (Restoration Resources)

位於波士頓的「Restoration Resources」(圖 30-35) 是由 Mr. Bill Raymer 經營的建築資源回收商店，過去 20 年來 Mr. Bill Raymer 從廢棄或拆除的舊建築物中，蒐集相關的家具、門窗、衛浴、五金零件、燈具、石材、鏡子、教堂的彩色玻璃、木雕、石雕，及有歷史感的文物，並將這些回收家具及建材存放於 7,000 平方英尺的展售場販售。Mr. Bill Raymer 認為回收的物品不但符合地球友善 (Earth Friendly) 及環境永續的概念，而且這些具有時間感的材料及器物，蘊含了一種獨特的美感及稀有性，有些物件的工藝技術甚至是現代產品無法取代的。近年來，由於環境永續的意識抬頭、復古風潮的興起，這些回收物的魅力逐漸被看見，部分室內裝修業者會

將這些回收物品設計及應用於新建築物中，持續發揮其原先的效用，部分則用為裝飾及藝術創作，以營造出復古的設計感，Restoration Resources 建築資源回收商店之概念亦符合 LEED 「材料的再利用(Materials Reuse)」之評估準則。



圖 30 Restoration Resources 外觀



圖 31 參訪 Restoration Resources



圖 32 回收木料



圖 33 回收家具



圖 34 回收五金配件



圖 35 Mr. Bill Raymer 介紹回收門扇

二、Fraunhofer 永續能源系統中心 CSE

弗勞恩霍夫協會 (Fraunhofer)是總部位於德國慕尼黑的一個著名非營利研究機構，成立於 1949 年，下設 80 多個研究所，素有德國工研究之稱，弗勞恩霍夫協會於 1994 年在美國成立子公司 Fraunhofer USA。該子公司在美國共有 7 大中心，分別是永續能源系統中心 (Center for Sustainable Energy Systems, CSE)、能源創新中心 (Center for Energy Innovation, CEI)、實驗軟體工程中心 (Center for Experimental Software Engineering, CESE)、雷射應用中心 (Center for Laser Applications, CLA)、製造創新中心 (Center for Manufacturing Innovation, CMI)、分子生物技術中心 (Center for Molecular Biotechnology, CMB)、塗料及鑽石技術中心 (Center for Coatings and Diamond Technologies, CCD)。7 個中心位於美國的不同城市，本次參訪的是位於波士頓的永續能源系統中心。

Fraunhofer USA 永續能源系統中心設立的目的係透過科學研究及工業創新來加速永續能源的應用，該中心主要研究領域包括太陽能光電 (實驗室詳圖 36、37)、智慧化能源效率 (Smart Energy-Efficient)、電網技術 (Grid Technologies)、分散式能源 (Distributed Energy Resources) 等。該中心與本所業務相關性較高的部分是建築節能相關研究，由於美國有許多地方冬季酷寒，建築節能的研究著重於保溫材料的開發和測試，以確保保溫材料對於室內溫度、濕度的穩定性可以發揮良好的調節作用，例如隔熱、蓄熱、調濕等功能，除了節能以外，相關材料及窗戶、屋頂、牆壁系統必須具有長期的耐久性與穩定性。該中心有熱性能實驗室 (Thermal Property Characterization Lab)、濕熱性能實驗室 (Hygrothermal Property Characterization Lab)、環境暴露研究實驗室 (Environmental Exposure Research Lab)，介紹如下：

1. 熱性能實驗室：

該實驗室主要是研究保溫材料、隔絕材料、儲熱材料、輻射屏蔽系統、輻射控制系統的熱學性能，實驗室可量測材料的導熱性、密度、比熱、孔隙

率、相變材料（Phase Change Materials）長期儲熱特性、材料系統 3 維熱學行為（3-dimensional Thermal Behavior）、材料顯熱（Sensible Heat）、材料潛熱（Latent Heat）等。

2.濕熱性能實驗室：

該實驗室主要是研究建築材料對於水分、濕氣的傳輸特性，實驗室可量測材料水分的擴散特性、毛細水（Capillary Water）吸水率、毛細水傳導係數、吸濕等溫曲線（Sorption Isotherm Curves）、含水量分析等。

3.環境暴露研究實驗室：

該實驗室致力於研究太陽能光電系統、牆體系統、開口部位對於環境衝擊的耐受程度，例如水氣、鹽霧、風力侵襲下的耐久性評估，此外，實驗室也探討相關構造對於噪音、濕度、空氣、鹽分的隔絕效果。



圖 36 太陽光電技術實驗室



圖 37 CSE 總監 Kurt Roth 博士介紹實驗室

三、波士頓創新及設計大樓（Innovation and Design Building）

波士頓創新及設計大樓（Innovation and Design Building）（圖 38、39），興建於 1918 年，原先用途是軍事用途，在二戰時間，這棟大樓是美國海軍補給及維修基地，許多物資補給及軍艦維修均在此完成。直到 1983 年，波士頓市政府從國防部買下了這棟百年建築物，並將這個樓地板面積達到 400 萬平方英尺的建築物改造成波士頓的新創基地，提供許多企業作為研發、製造、服務或展售的據點，也提供給青年創業家及發明家作為個人工作室。本次參訪由 David Manfredi 建築師進行解說（圖 40）。



圖 38 波士頓創新及設計大樓



圖 39 參訪團參訪創新及設計大樓

位於該大樓內的 AUTODESK 公司是一家全球著名的軟體設計大廠（圖 41），也是美國股票上市公司，在創新及設計大樓內，AUTODESK 有許多跨領域的研發人員，從事 3D 數位建模及 3D 列印技術的開發（圖 42），例如過去許多建築或外牆裝飾物都是用手工雕刻或手工鑄造的方式製作，Tom Carrier（圖 43）領導的 AUTODESK 開發團隊，嘗試利用 3D 掃描、照片、歷史數據等資訊建立裝飾雕像的數位模型，再以數位自動雕刻、列印、打磨技術，在高密度聚氨酯發泡材料（Polyurethane Foam）上，雕塑出設計的建築裝飾物。



圖 40 David Manfredi 建築師介紹大樓歷史

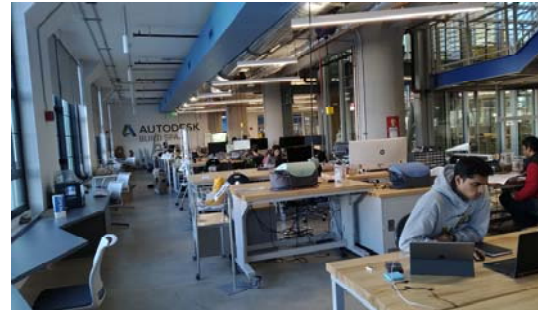


圖 41 AUTODESK 辦公室



圖 42 AUTODESK 3D 列印實驗室



圖 43 Tom Carrier 介紹 3D 技術雕塑之建築裝飾物

波士頓創新及設計大樓這棟佇立在波士頓港灣邊的大型百年建築物，退去戰地任務後，並未拆除，而是經由改造與活化後，蛻變成帶領波士頓產業轉型的新創基地，這不僅保存了波士頓當地的歷史建築，也符合永續與循環經濟的環境訴求，另外，由於創新及設計大樓前身是軍事用途的倉庫及維修基地，開放式的空間設計及挑高的樓高，使這棟建築物在規劃及運用上更為靈活，為了吸引頂尖的人才進駐，這棟大樓也引進美食區，並提供大量的休閒娛樂空間，及適合程式設計工作者作業的環境，此外，為鼓勵騎乘自行車，該大樓規劃寬敞舒適的自行車停放空間及專屬的淋浴設施（圖 44、45）。



圖 44 自行車停放空間



圖 45 專屬的淋浴設施

柒、心得與建議

本次奉派赴美國波士頓參加「Greenbuild International Conference and Expo Boston 2017」國際研討會，獲致幾點心得及建議如下：

一、心得

USGBC 長期致力於推動永續居住環境、倡議環境保護及提升生活品質，本次研討會參與過程確實深刻感受到主辦單位具體實踐永續的價值與信念，例如會場中的垃圾桶都是一次擺放 3 個，分別容納金屬、紙類及不可回收垃圾，且每組垃圾桶旁都隨時站著 1 位工作人員，負責檢視每一件垃圾正確地依照分類被丟進正確的垃圾桶，此外，依據大會會後公布的新聞資料，本屆大會達到 5 項永續目標：

- (一)、會場中有 90.5% 的垃圾被回收再利用。
- (二)、展覽會場中有超過 2 萬 5,000 磅的材料（木板、地毯、地磚等）及 1,500 磅的食物在會後捐贈給當地慈善機構。
- (三)、會議提供當地的麥迪遜高職學生實習及工讀機會，包括展場施工、設施管理、展場維運等，使學生獲得支援大型綠色活動的實務經驗並瞭解綠建築相關概念。
- (四)、使用 100% 的再生能源，會議主辦單位透過購買再生能源憑證（Renewable Energy Credits, RECs）的方式，實際支持再生能源。
- (五)、本會議有超過 1 萬 4,500 個報名者在線上報名時點選同意永續實踐的承諾，包括自行攜帶水壺而不使用瓶裝水、使用大眾運具前來會場、選擇環保旅館等。

從相關細節，可看出主辦單位用心將環境保護的信念，具體落實到會議中的相關環節，以與會議追求的永續目標相互呼應。

二、建議

- (一)、針對國外綠建材相關標章制度及認證體系，建議加強資料蒐集並評估我國基準與國際接軌之可行性：

由於建材是建築物中與使用者直接接觸的物體，其化學組成對使用者健康及安全造成之影響不容忽視，另一方面，建築物的環境衝擊及碳排量有一部分即來自建築材料及設備生產及製造，因此，USGBC 高度專注建材的相關議題，且在 LEED 評估系統中，即有一評估大項為材料及資源 (MATERIALS AND RESOURCES)，而我國綠建築評估系統中雖沒有單獨之材料指標，但在廢棄物減量指標、二氧化碳減量指標、室內環境指標等指標中，均已納入建材之評估，且尚有獨立之綠建材標章評估系統。本次在 Greenbuild 研討會中，發現 LEED 評估系統對於材料及資源的認定與計分，大量整合及採認其他標章制度或認證體系的認證結果與標準，例如 ISO、GreenScreen、Cradle to Cradle、ANSI/BIFMA、NSF/ANSI、ProductLens、REACH、FSC、健康產品宣告公開標準、全球化學品統一分類及標章制度、永續農業標準、全球報告倡議組織之永續報告等，此種直接採認其他體系之標準與認證結果之作法，可使 USGBC 不需針對類型龐雜的建材類產品個別訂定評估基準或自行評定，且可強化評估深度與廣度，此一作法或可作為我國推動綠建築及綠建材標制度之參考，建議未來可針對國外建材類標章與認證體系加強資料蒐集與研究，深入瞭解其內涵與基準，俾利評估綠建築及綠建材標章制度對於材料及資源之評估內涵，是否需進行微調，並與國際接軌。

(二)、本研討會聚焦於循環經濟相關議題，建議我國綠建材需加強此議題之研究與推廣：

本次 USGBC 安排的 3 個參訪主題，就有兩個圍繞在循環經濟的議題，再次突顯資源循環再利用是永續發展的核心概念之一，當然，「循環經濟」的重點不僅是「循環」，也在於「經濟」，因為當循環及再利用的議題，無法落實為一種可以經營的產業模式時，那麼這個議題就只能停留在概念或示範的階段，因此，USGBC 安排參觀經營了 20 年的建築資源回收商店 (Restoration Resources)，及蛻變為波士頓新創

基地的百年舊建築，無非是要以成功的案例，向人們展示循環經濟的無限可能。Restoration Resources 靠著回收堪用的門、窗、壁爐、燈具、五金配件、木料、家具等，建構一種具有獲利模式的商業模式；而波士頓創新及設計大樓（Innovation and Design Building）原是老舊的廢棄倉庫，經過改造與活化後，蛻變成帶領波士頓產業轉型的新創基地，此一案例，亦符合永續循環之概念。由於循環經濟在國際間已被視為追求永續發展的重要策略之一，不論是建築產業或建材產業均無法自外於循環經濟的發展潮流，因此，建議未來可針對建築或建材產業的循環經濟議題，強化相關研究與推廣工作。