

公務出國報告
(出國類別：考察)

赴美國(西雅圖)考察觀摩
環境教育執行經驗
出國報告

服務機關：臺中市政府環境保護局

姓名職稱：黃局長崇典等 3 人

派赴國家：美國

出國期間：民國 103 年 10 月 28 日至 11 月 3 日

報告日期：103 年 12 月 20 日

目錄

摘要.....	1
壹、出國人員名單	2
貳、目的.....	3
參、過程.....	5
肆、心得.....	43
伍、建議.....	45

摘要

本次出國係臺中市政府環保局安排於本(103)年 10 月 28 日前往美國西雅圖進行環境教育考察觀摩。藉由實際走訪綠色西雅圖聯盟，深入瞭解該團體在執行綠色城市計畫中，如何運用社區志願者、非營利組織及企業的資源，積極進行西雅圖森林、綠地的復育及保育工作；同時瞭解非營利組織「地球軍團」如何規劃有趣的活動吸引社區居民投入志願服務的寶貴經驗。參訪西雅圖綠色建築-布列特中心，瞭解水循環系統、建物建材永續利用及太陽能發電等推動綠色建築設計的巧思與概念。與美國環保署第十分局的拜會交流中，對於臺美雙方在溼地保育、環境教育和法令規章等方面進行實務執行的探討、溝通；並針對氣候變遷造成城市排水問題，參觀及學習西雅圖在執行城市逕流污水處理的實務作法。

赴塔可瑪市的城市水域研究中心，透過資深工程師的介紹，瞭解該中心利用調查、採樣、監測及分析等設備並與電腦模擬系統相結合，進行監控、追蹤塔可瑪市普吉特海灣污染來源和擴散機制；結合學校及民間研究團體尋求解決方案，共同分工進行海灣環境整治及防治水污染工作，達到城市永續發展目標。最後參訪環境教育中心--麻沙濕地公園，經由公園管理員導覽介紹，看到公園內建築以高腳屋形式呈現，並融入當地森林環境的建築結構，目的為減輕對現有濕地的影響，周邊設施的設計亦以降低對當地環境衝擊的生態工法為主；現場並回顧麻沙濕地公園歷史照片，瞭解過度經濟開發後對當地區域水文所造成的改變與衝擊，透過濕地保護策略的執行，目前已逐漸復育遭破壞的溼地環境。

此次，考察期間藉由觀摩西雅圖已實施多年環境教育的豐富成果，吸取許多寶貴經驗，將有助提升本市未來推動環境教育之能力。

壹、出國人員名單

序號	單位	姓名	職稱
1	臺中市政府環保局	黃崇典	局長
2	臺中市政府環保局綜合計畫科	吳慶榔	科長
3	臺中市政府環保局綜合計畫科	黃士峰	技正

貳、目的

「環境教育法」係由美國率先於 1970 年公布國際上第一部國家環境教育法。臺灣的「環境教育法」最早於 1993 年初擬，於 2010 年 5 月 18 日經立法院三讀通過，同年 6 月 5 日（世界環境日）由總統公布（華總一義字第 09900137311 號），並於 2011 年 6 月 5 日施行。讓我國成為繼美國、巴西、日本、南韓及菲律賓之後，全世界第六個立法制定並推動「環境教育法」的國家。

本市推動「環境教育法」迄今，主要以課程、演講、討論、網路學習、體驗、實驗（習）、戶外學習、參訪、影片觀賞、實作等方式進行。目前本市已有 1 處環境教育機構國立臺中教育大學及 8 處環境教育設施場所，分別為八仙山自然教育中心、國立自然科學博物館、臺中都會公園、寶之林廢棄家具再生中心、東勢林場遊樂區、朝陽科技大學、友達光電台中廠區及本市文山資源回收環境教育園區，以及經環保署認證通過的 378 位環境教育人員。

臺灣濕地保育法已在 2013 年 7 月 3 日由總統公布(華總一義字第 10200127201 號)，並將於 2015 年 2 月 2 日施行。臺灣家喻戶曉的高美濕地正位在本市清水區，而高美濕地擁有特殊的自然環境、豐富的濕地生態；環境教育應以多元性發展已達其最大效應，臺中市政府如何推動環境教育、濕地保育、有效管理及維護高美溼地環境資源，如何建立在地議題、社區深耕及讓相關法令配套更加完善，實有必要參酌已實施多年環境教育及溼地保育相關國家的執行經驗。本市以全球文化之都西雅圖、進步之都新加坡為願景，本次前往西雅圖進行考察觀摩交流，汲取相關經驗做為未來本市研擬施政方針及地方深耕措施之參考。

本次考察觀摩執行環境教育工作經驗之目的如下：

一、志工運用

了解綠色西雅圖聯盟及地球軍團志工運用的發展歷程、目標、執行方式與策略及成果。

二、低碳城市及綠建築

了解西雅圖推動低碳城市及綠建築之發展方針、相關法令及目前成果。

三、城市逕流污水處理系統及濕地保育

了解西雅圖市推動自然排水系統之現況和設計概念，並了解美國第十分局在環境教育及濕地保育相關法令的推動歷程、目標和成果。

四、水污染防治及海灣復育

了解塔可瑪市在水污染防治方面的規劃，並參觀該市執行環境友善相關措施達到海灣復育的成效。

五、環境教育設施場所參訪

參觀環境教育中心-麻沙濕地公園，體驗降低環境衝擊開發的方式和建造減輕環境衝擊建築物的可行性，以及了解執行濕地保護法，能逐步有效復育已遭破壞的溼地環境。

希冀藉由此次的參訪交流，將西雅圖城市執行經驗帶回臺中，作為未來本市發展低碳城市、推動環境教育及進行濕地保育等工作的參考，達到建構城市永續發展的目標，更期望能在整體都市發展上，有更多的創新思維和作為。

參、過程

一、考察行程表

日期	天數	行程內容
2014/10/28	第 1 日	桃園國際機場→西雅圖
2014/10/29	第 2 日	綠色西雅圖聯盟
		地球軍團
2014/10/30	第 3 日	西雅圖綠色建築(布列特中心)
		美國第十分局
2014/10/31	第 4 日	塔可瑪-城市水域研究中心 (臺中姊妹市協會)
2014/11/1	第 5 日	麻沙濕地公園
2014/11/2	第 6 日	西雅圖→桃園國際機場
2014/11/3	第 7 日	桃園國際機場

二、考察觀摩執行環境教育計畫經驗紀要

第一單元、志工運用

一、綠色西雅圖聯盟及地球軍團的交流

(一)簡介

綠色西雅圖聯盟是在 2004 年為執行綠色城市計畫而成立的，由當時的西雅圖市政府和 Forterra 這個組織(當時土地保育協會)共同組成的合作夥伴，並簽署合作協議備忘錄，為保育和復育西雅圖市 2500 英畝的森林公園用地，同時研擬一個 20 年的實施計畫；而這兩個單位在此計畫簽訂之前就已有合作關係。在西雅圖市政府的組織中，主要以休閒部轄下公園與休閒管理室、環境永續發展辦公室和公共設施及交通部轄下公共設施局等三大市府部門參與綠色西雅圖合作夥伴關係，並且由西雅圖市長委任 9 名成員組成綠色西雅圖聯盟執行委員會，負責綠色西雅圖聯盟管理作業；執行委員會的成員包括來自社區、Forterra 這個組織及西雅圖市政府重要部門作為代表。最重要的是，綠色的西雅圖夥伴關係包括數以千計的社區志願者，他們在企業和非營利組織的支援下，積極從事恢復和維持西雅圖森林及綠地工作。

地球軍團成立於 1993 年，其任務為透過當地的環境服務工作，成為一個全球性非營利組織社群，該組織的總部設在華盛頓州西雅圖市，並結合來自 80 個不同國家的年輕人在普吉特海灣和喀斯喀特山脈地區執行環境保護專案計畫。地球軍團針對社區環境復育規劃一年期密集性課程，過程中扮演指導及協助的角色，每年培養超過一萬個自美國和 80 個不同國家的年輕志工，除教授專業知能外亦培養具領導能力之人員。

(二)交流內容

首先，綠色西雅圖聯盟 Jainga 先生介紹西雅圖市志工運用系統，這套系統是藉由聯盟網站發布活動及志願服務訊息，號召有興趣、有熱忱的志工參與。實際運作方式，係由民間單位主動向綠色西雅圖聯盟提出志工運用申請，透過網站活動訊息招募志工；綠色西雅圖聯盟擔任官方代表，主要負責提供活動相關設備、資金及資源。

吳慶榔科長提問，綠色西雅圖聯盟如何因應不同的活動需求來培訓志工及志工年齡是否有限制？Jainga 先生表示，綠色西雅圖聯盟係擔任官方代表，在志工培訓上主要來自於民間團體的力量，民間團體在運用志工的過程中，規劃設計相關的培訓課程並邀請講師說明，讓志工深入了解活動目的及意涵，進而讓志工在服務過程中增長見聞。當地對於志工招募的年齡並無限制，目前在志工運用中年紀最輕為 23 歲，年齡最長為 83 歲；同時透過培養志工領袖計畫，由各志工領袖召集有意願的夥伴一同參與活動，對於這些參與活動的人員，綠色西雅圖聯盟進行資料收集彙整，以此作為志工服務名冊。

接著，Jainga 先生特別介紹 20 年的綠色城市執行計畫，主要當時是因為當地森林受到外來種(常春藤)的入侵，西雅圖市根據科學研究的結果，若對外來種的入侵置之不理，五年後當地的森林就會完全消失；若要讓當地森林持續存在，則需花 20 年的時間進行整治，讓外來種根除使當地恢復原本的森林環境。而綠色城市是西雅圖人民的驕傲，因此，市政府凝聚當地居民的共識，確實提出一個 20 年綠色城市的執行計畫--以恢復當地森林樣貌為目標，使人民願意投注心力共同去完成永續綠色城市、永續西雅圖的願景。

然而，這個計畫成功地創造綠色西雅圖聯盟與 Forterra 共同協助推動普吉特海灣地區周邊，包括柯克蘭(Kirkland)、塔可瑪(Tacoma)、雷德蒙德(Redmond)、肯特(Kent)和埃弗雷特(Everett)5 個以上的城市成為綠色城市夥伴，拓展綠色城市網絡。一路走來，綠色西雅圖聯盟

與 Forterra 已和華盛頓州其他當地城市的非營利組織、社區團體、機關及企業共同合作，為當地區域未來發展注入建構綠色城市理念。

藉由綠色西雅圖聯盟的引薦來到地球軍團，由 Thomas 女士介紹地球軍團培訓國際青年領袖計畫的過程及運用的方式，培訓計畫主要分為三部分，第一是對於所服務區域的環境保護專案計畫，以科學觀點中實際可執行的方法進行環境復育的討論；第二是青年成員的領導力發展，協助青年成員找出自我特質，回歸家園發揮潛能，領導自己的社區居民參與環境保護專案計畫；第三則是著重在國際青年志工執行專案計畫的回饋與反思，評估參與計畫過程中理論與實務的可行性及差異度，讓國際青年志工進一步思索環境保護專案計畫因地制宜的重要性。

黃崇典局長提問，地球軍團當初成立的動機為何？地球軍團的創辦人是一位曾參與美國和平志願軍組織，被派遣到其他國家進行義工服務，在服務的過程中受到啟發，歸國後發起成立地球軍團。這個團體成立的目的是希望能夠讓各國想要從事環境領域相關工作的年輕人(18-25 歲)來西雅圖參與環境復育相關的研習及事務。透過為期 6-12 個月青年領袖培訓計畫，以在當地社區進行環境復育，讓參與者親自執行復育相關事務；目的是希望志工完成此計畫後，在未來的 5-10 年內能回到自己的國家，領導自己的社區進行環境復育工作，或擔任政府部門公職人員後將此觀念融入於環境保護推動事務中。爰此，地球軍團藉由培訓後志工的發展轉而評估此培訓計畫是否達到成立初衷。

(三)心得與建議

1.達到全民擔任志工，參與環境保護工作的目標：

藉由綠色西雅圖聯盟網站公開招募及運用志工的訊息，建立完善的志工招募、運用系統，由公部門提供設備、資金及資源，有效結合民間團體善用志工。臺中市政府環境保護局有環保及環教兩類志工招募及運用，且以社區份子組成為主，與綠色西雅圖聯盟推動的制度比較之下，相對缺乏公開及廣納社會各階層人力之作法；目前志工的運用主要是進行社區環境清潔或至機關、社區及學校進行綠色消費宣導，在運用過程中缺乏與民間團體的互動及完善的志工培訓制度。

2.凝聚市民對環境保護的共識：

當地政府單位(綠色西雅圖聯盟)透過科學調查結果，讓民眾了解當地環境所遭遇的現況(五年後當地的森林就會完全消失)；配合民間團體志工運用的計畫，以工作假期(**working holiday**)的方式進行環境復育工作，凝聚當地居民的共識，願意投入工作假期的行列。

本市已成為臺灣中部地區低碳示範城市，透過宣導及教育的方式，讓市民認識全球暖化及氣候變遷所帶來的衝擊，並了解公部門以電動車作為公務交通載具、機關學校推動周一蔬食日、推動智慧城市交通運輸系統等作為的目的和建構低碳示範城市的決心。

3.透過公民參與推動城市發展：

西雅圖市政府規劃短、中、長期施政方針，由市府各局處將施政相關訊息公開揭露，透過各局處定期召開公民參與會議，讓公民有權決定西雅圖城市未來的發展方向；市民有權提出對西雅圖城市發展方向的規劃，而規劃書內容可在公民參與會議中由市府各局處轉提送給公民委員會(由市議員推派各區代表所組成)，

透過嚴謹的評估機制，審核發展規劃內容之可行性與衝擊，最後將審核結果交由市議會，由議會提供給西雅圖市長。

(四)照片-綠色西雅圖聯盟及地球軍團



簡介綠色西雅圖聯盟



與綠色西雅圖聯盟進行意見交流



與綠色西雅圖聯盟成員合影



介紹地球軍團



與地球軍團成員合影

第二單元、低碳城市及綠建築

一、參訪西雅圖綠色建築(布列特中心)

(一)簡介

McGilvra 廣場公園中有一棟 6 層樓建築物，被命名為布列特中心（Bullitt Center），這是全美最大的商業綠建築，於 2013 年 4 月 22 日世界地球日當天正式營運。布列特中心在《美國建築新聞》的綠建築評比中拔得頭籌，依國際上最嚴格的綠色建築標準 Living Building Challenge（LBC）建造，被極具盛名的世界建築新聞網站（WAN）評為 2013 年度“世界最佳可持續發展建築”。

布列特中心運用了許多尖端可持續發展的技術：例如地下蓄水池中安裝了收集和過濾家庭廢水的系統，綠色屋頂則可以過濾雨水；另外，還裝有能通過厭氧裝置分解排泄物的廁所、可供整座建築一年電量的樓頂太陽能板以及能夠充分提供自然照明和通風的大型窗戶。

布列特中心的建築中內置了可以檢測光線強度、二氧化碳濃度、室內外溫度和天氣狀況的傳感器，在樓外街道上鋪設的綠植和強滲透性的路面材料能夠讓水浸透到土地中，減少流入到普吉特海灣和華盛頓湖的水流。為鼓勵人們多在大樓內步行，多使用公共交通，布利特中心設有寬敞舒適的樓梯，沒有設計車庫，只有停放腳踏車的車架。

除此之外，在布列特中心大樓用水常年循環經過地下 400 英尺深處 26 口地熱井，溫度維持華氏 55 度，以降低冬日加熱的耗電量；在夏天所收集多餘的太陽能，將儲存供冬日陽光不足時使用，以達到全年生產的能源可以完全自給自足的程度。

最特別的是，這中心的建設是經由西雅圖公園與休閒管理部、西雅圖交通運輸部、西雅圖公園基金會和布利特基金會等公私部門共同合作進行；由公園和綠地徵收基金會提供 364000 美元的規劃，設計和建設該中心。

(二)交流內容

首先由布列特中心傳播總監 Mr. Kahn (Brad Kahn)藉由建築物的平面圖介紹中心的基本設施，包含以下：

1.地熱取暖(Warmth From Below)

布列特中心採用地熱取暖或製冷。冷（熱）媒是水和乙二醇的混合液，其空調末端是密集埋在每層樓地板的混凝土加鋪層中的 PE 管，該結構確保將冷熱量高效輻射到室內空間；冷熱源則來自於 26 個地熱井中的約 120 米深處井水，其水溫常年保持 12 度。

井水分別作為冬季熱泵供暖的熱源和夏季空調的冷源，即在夏季吸收室內熱量，釋放到井水中去，以達到夏季給建築物室內製冷的目的；而冬季，則是通過水源熱泵機組，從井水中吸收熱量，送到建築物中保暖。

2.永續環境(Sustained by the City)

布列特中心的綠色性能得益於它的交通樞紐地位，在方圓 0.8 公里內有 20 多路公車、1 路電車和輕軌、還有 20 多輛 Zipcar（共享租車）和 Car2Go（自助租車）；同時，處於市中心的位置優勢，使步行、自行車極為便利；此外，大樓每層的洗手間，集成了更衣室、淋浴室和自行車停車場等功能，從而降低了自駕衍生的能耗和碳排放。

3.潔淨能源（Net Zero Energy）

布列特中心在屋頂設置 575 塊太陽能電池板，用於生產電力，在夏天陽光充足時電力供應大於大樓需求，而冬天又供不應求。為實現淨零能源，大樓利用西雅圖的電網來“存儲”電能。在夏天，大樓將太陽能產生的多餘電力輸送到電網中，相反在冬天從電網中取電。為了結算目的，大樓設置了兩塊電錶，分別計量輸入和輸出的電量。

4.BMS 建築管理系統（Building Neurology）

在布列特中心，BMS 建築管理系統負責控制供暖和製冷、自動和非自動通風、陽光控制、堆肥和灰水新陳代謝等系統，在自足能源

和淨水零排放的前提下，維持一個舒適的辦公環境。如同人體大腦，**BMS** 感應內外部環境，作出合理決定「大樓需要呼吸，則窗戶自動打開」，「大樓需要遮陽，則百葉窗會被擺設在適當位置」；冬季，建築設計進入閉環供暖模式，**BMS** 則關閉窗戶，啟動地源熱泵系統。

5.脫水廢棄物（**Waterless Waste**）

廁所用水極少，當感應沖廁時，僅使用約 3 湯勺混合水和可降解的肥皂泡沫沖洗，沖洗後泡沫沿著低摩擦力的垂直管道（與我們平時用的 S 型馬桶和小便池不同）流到堆肥系統中。直管設置的原因是它通到堆肥系統而非常規的下水道，無需避免甲烷氣體溢出，而且通過上有回風利於好氧堆肥。

6.零廢棄(**Waste Not**)

布列特中心是世界上唯一設置堆肥系統的多層建築。廁所裡的人體廢物沿著垂直管道進入 10 個堆肥系統中的一個，與木屑等材料混合後開始分解。分解中，顆粒將越來越小，然後被過濾下來。堆肥系統主要產出兩種產品：液肥，每月被真空抽取，用於澆灌非食用農業；固體堆肥，西雅圖堆肥中心進行清運。

7.廢水利用（**Wastewater Use**）

洗手盆和淋浴使用過的回收水（**Grey Water**），流入在地下室的 500 加侖容量水罐中，然後被水泵抽到 3 樓的人工濕地，以滴灌形式灌溉植物，循環多次直至營養完全被植物吸收後，被釋放到生態截流系統（**Bio-Swales**），向下穿過 20 英尺礫石後存儲在窪地的地下水位中。這種方式確保布列特中心能夠通過蒸發或地面滲透的方式，返還給生態系統 61% 的水量，並且能在雨季緩解暴雨洪水的衝擊。

8. 給水系統（**Waterworks**）

如同森林，布列特中心只使用在現場收集的水，保證廢水零排放（**Net Zero Water**）。雨水在屋頂收集後，被存儲在地下室中的 5.6 萬加侖容量的混凝土水箱中。在流下過程中，水通過了一個渦旋過濾器，

從而去除了大顆粒物。混凝土水箱旁邊是一個可容納 500 加侖的飲用水箱。為達到飲用水標準，雨水通過三個陶瓷過濾器以“超過濾”方式，去除裡面的病菌。在處理過程中，使用紫外線、活性炭、及少量的氯氣做為過濾程序，確保最健康的飲用水。

9.電能回饋電梯（Regenerative Elevator）

電梯裝備了先進的節能設施，如電能回饋裝置使電梯制動產生的能量得到回收利用，節電率達 60%。

10.無法抗拒的樓梯（Irresistible Stairway）

更重要的是，布列特中心設計了一個玻璃圍合的步行樓梯，非常漂亮，被稱為“令人無法抗拒的樓梯”，位於大樓進口處正前方的顯眼位置。便利、亮麗、人性化的樓梯鼓勵了人們以步行上樓為第一選擇，不僅有助於身體健康，而且大大降低了電梯能源的消耗。

11.地熱系統（Geothermal System）

大樓設置了 5 台地源熱泵，四台用於供暖製冷，一台用於生產熱水。熱源來自地下，結合地板輻射式（In-floor radiant）管道末端，確保高效節能的 HVAC 系統。整個系統閉環控制，其中只有水泵和熱泵壓縮機需要輸入能源，而這些能源是由太陽能提供。

12.重木結構（Heavy Timber Structure）

布列特中心的架構由水泥、鋼材和木材三種主要材料組成。由於生產流程高能耗和污染性，水泥僅限於在建築底部使用，以承重和蓄水為目的；鋼材用於承載水平荷載；在建築二樓以上部分，則採用重木構架垂直荷載。

中心所使用 100% 的重木具有 FSC(Forest Stewardship Council)認證，確保來自於良好管理的森林；來自方圓 1000 公里內，進而減少碳足跡（Carbon Footprint），在未來 250 年內將封存約 545 噸二氧化碳；大廈重木結構具有強抗震功能同時增添了建築美感。

13.人工濕地（Constructed Wetland）

回收水（Grey Water）處理的第一步是用於澆灌三樓屋頂花園（人工濕地）的馬尾草（Horsetail），它盛產於西雅圖並適合在濕地種植。回收水滴灌在碎石和土壤中後，對生態系統有害的養分被馬尾草吸收，部分水被蒸發掉，剩餘的水流回地下室水箱後重新循環再到屋頂花園澆灌。

重複幾次直至足夠乾淨後，水被抽送到大樓旁邊的生態截流系統（Bio Swales）中，在系統中有機物將被窪地植物進一步吸收，然後更乾淨的水將流入 20 英尺下的含水層中存儲。

14.太陽能（Solar Array）

布列特中心屋頂佈置了 575 個太陽能電池板，總面積 1.4 萬平方英尺。和布列特中心一樣規模的普通建築 EUI 指數（能源利用指數，Energy Use Index）通常為 92，即需要 8.2 萬平方英尺的太陽能板發電。然而，由於採用了集成節能係統，如被動通風、地熱、自然採光等，布列特中心的 EUI 指數僅為 16，因此現有太陽能板完全可以實現能源自給自足。

15.外層保溫遮陽（Exterior Blinds）

布列特中心遮陽和窗戶結構的組合，保持了最佳室內光線和溫度效果。最外層是離窗戶 12 英寸距離的不銹鋼遮棚，夏天用於分散太陽直射光，冬天則提升室內自然採光。

每個窗戶重 168 磅，玻璃三層設置、兩英寸厚，具有良好的保溫隔熱效果。同時在合適情況下，窗口可以徑直推出，吸進窗格四周空氣，實現最佳通風效果，降低室內能耗。

16.自行車友善設計（Bike Friendly Design）

布列特中心不設置汽車車位，而是設置了 29 個自行車位，並且提供了一個便利的自行車維修站。每個辦公室裡都有熱水淋浴，確保騎車一族在上班前沖洗乾淨、清爽工作。

17.換氣熱回收系統（Heat Recovery）

布列特中心採用換氣熱回收系統，通過極薄和導熱性強的蜂窩狀轉輪，進行排風和新風的熱交換，大約 65%的排風熱量被轉移到新風系統中，從而在保證室內空氣清新的同時，有效降低了 HVAC 系統的能耗壓力。

黃崇典局長提問，當初布列特中心成立的動機及原因為何？Mr. Kahn 特別說明，布列特中心是 20 年前由布列特基金會發起成立，基金會是個只有 5-6 人編制、年預算約 500 萬美金的小組織；成員們觀察到城市環境日益惡化，想為環境保護貢獻己力，決定將所有綠色科技整合建構成一棟綠建築，向人們展示綠建築實際存在的可行性。如太陽能板發電，整年用電量平均下來，能提供整棟建築物的 75%電力；同時整棟的建築物經營面已經可做到零碳排放的成效。

吳慶榔科長問到，在西雅圖市對太陽能板的設置是否有相關法令、法規等配套措施？Mr. Kahn 說，在美國有些城市會針對太陽能板的屋頂提出相關保護及配套措施，如周遭的建築物會限制高度，避免阻絕陽光。而布列特中心所在的城市並沒有這樣的規定，因此中心當時在設置時就特別考量太陽能板的位置。

(三)心得與建議

1.推動綠建築作為低碳城市的手段，進而落實零碳排放的願景：

藉由布列特中心依綠色建築標準 Living Building Challenge (LBC) 建造，運用許多尖端可永續發展的技術，使整棟建築於經營面達到零碳排放的成效，成全美最大的商業綠建築。本市於民國 100 年成為中部地區低碳示範城市，設立低碳辦公室及訂定「臺中市發展低碳城市自治條例」；本市較為知名之綠建築為「臺中市新市政中心」、「勤美成品綠園道」及「秋紅谷生態公園」。

以布列特中心為典範，目前規劃中的「臺中水湳經貿生態園區」，園區內已有部分設施朝此目標邁進，如中央生態公園(清翠園)以「寧適」、「生態」、「景觀」、「減災」、「減碳」及「遊憩」等功能，提供休閒、遊憩、運動、文化藝術活動之場地，更重要的是打破過去機場水泥硬鋪面且植栽單一之地景意象，重新復育為具有多樣化地景、生物棲息地的都市綠洲；生態住宅社區以人本舒適健康與永續發展的新生活型態，藉由低強度、高綠化比、景觀綠廊及河畔散步道、自行車道之設置，提供住民親近土地的機會，以低層、低密度的開發型態為主，儘量保留較大的自然生態空間。

2. 提升臺中 ibike 的使用量，打造綠能低碳新都：

藉由布列特中心以設置 29 個自行車位取代汽車車位，在中心內提供自行車維修站，並在每個辦公室內裝設熱水淋浴裝置，提供單車族於上班前淋浴。本市交通局已提供 iBike 微笑單車，鼓勵本市民眾多加利用低污染、低耗能的公共自行車作為短程交通工具，減少及移轉私人機動車輛之持有及使用，達改善都市道路交通擁擠、環境污染及能源損耗之目的。

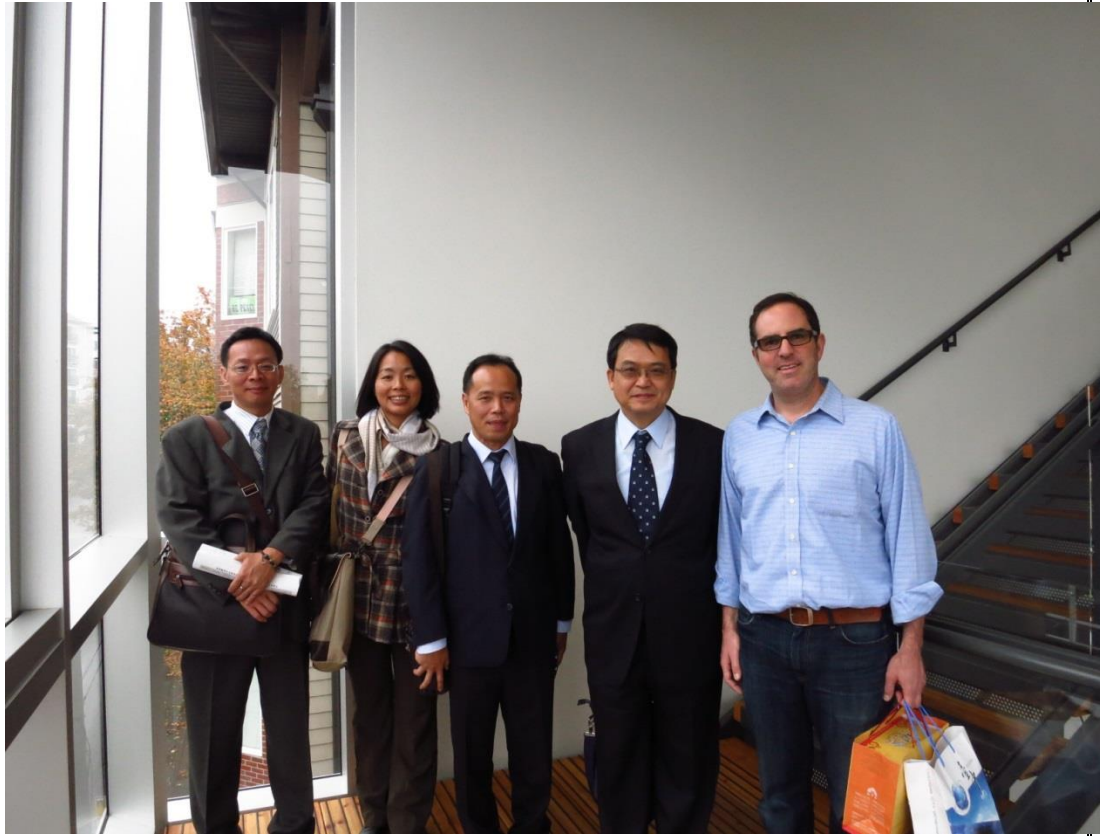
(四) 照片-布列特中心



簡介布列特中心



參觀布列特中心設施



與傳播總監 Brad Kahn 合影

第三單元、城市逕流污水處理系統及濕地保育

一、美國第十分局

(一)簡介

美國環保署(USEPA)成立於 1970 年 12 月 2 日，是一個以整合聯邦研究計畫、執行環境監測、制訂環境污染標準及執法行動以落實環境保護的單位。自美國環保署成立以來，便在持續追求使美國人民有一個更乾淨、更健康的環境。

美國環保署依行政區域劃分為 10 個區域分局，分別為美國第一分局(波士頓)、美國第二分局(紐約)、美國第三分局(費城)、美國第四分局(亞特蘭大)、美國第五分局(芝加哥)、美國第六分局(達拉斯)、美國第七分局(堪薩斯市)、美國第八分局(丹佛)、第九分局(舊金山)及美國第十分局(西雅圖)，每個辦公室各自負責執行數個州及其相關州際區域的環境保護計畫。

美國第十分局針對國家級重點計畫制定七項具有當地特色的執行目標，包括(1)氣候變遷的調適、(2)改善空氣品質、(3)確保化學品的安全、(4)維護社區整潔、(5)保護美國國土的水域水質、(6)擴大環境保護論等議題的會談並落實環境正義以及(7)建立緊密的國家與區域部落間的合作聯盟。利用解決在地問題、制定最佳資源利用方案來深化公部門、當地社區和非政府組織(NGO)間的合作關係。

(二)交流內容

第一階段，由美國環保署臺灣計畫經理 Mr. Harris 簡介「臺美環保合作」的相關計畫；其中提到美國環保署麥卡馨署長於 103 年 4 月 14 日抵臺拜會馬總統，並在馬總統見證下，由環保署魏國彥署長宣讀「國際環境夥伴計畫」成立聲明後，表示臺灣與美國成為此一重要計畫的創始夥伴。「國際環境夥伴計畫」規劃內容包

括-土壤及地下水污染場址整治與管理、空氣品質保護、溫室氣體排放減量、清淨港口空氣品質、永續姐妹學校、永續低碳社區、電子電器廢棄物品回收管理、環境執法、環境教育、氣候變遷調適等項目。

Mr. Harris 提到(1) 美國環保署空氣品質保護夥伴計畫：這個計畫主要針對亞洲地區發展中國家設立合作平台，每個城市皆可參與評選獲得認證，取得認證資格後，就能透過此合作平台取得來自美國空氣品質保護方面的協助。目前臺南、高雄、新北市、臺北市及桃園縣皆已加入此計畫，未來希望臺中市也能參與。(2) 美國環保署空氣品質保護夥伴計畫的認證評選機制：欲參與的城市須先註冊才能加入此計畫，且通過認證的城市需要協助其他發展中國家的城市提供有關空氣品質保護方面的協助，如桃園縣目前同意協助菲律賓的城市提供相關的協助，而臺中目前尚未參與此計畫。(3) 臺美生態學校夥伴：本項計畫由美國環保署設置合作平台供學校相互交流，目前已有 200 多所學校參加此平台，今年預計有 72 所學校加入，其中臺中市已有 3 所學校參與。(4) 小學生敏感度增能教育合作計畫：透過環保教育，使小學生了解居住的社區中包含哪些設備會影響空氣品質。(5)國際間的交流合作平台：目前如日本、韓國、印尼和印度皆與美方在空氣品質保護、土地及回收方面進行合作計畫，未來希望臺中市也能參與。

目前臺中市亦透過「臺中市發展低碳城市自治條例」推動與執行相關的認證，如公共場所、學校機關皆需要通過低碳城市的認證。因此，黃崇典局長提問，目前臺中市 3 所加入臺美生態夥伴的學校為何？Mr. Harris 說，臺中市的土牛國小、曉明女中及海墘國小皆已加入臺美生態夥伴學校計畫。並提到近期內，至少還會有 10 所學校陸續加入，相關細節的部分仍在討論。美國環保署對於臺中市本身的環保認證，相當有興趣，希望能在 11 月 6 日拜

訪臺中時，更進一步的了解相關推動過程與成效，並期待未來在這方面有合作機會。

黃崇典局長提問，美國環保署的空氣品質認證對象是針對機關、學校、團體或整個城市？Mr. Harris 說，學校的部分是針對學校本身進行認證，認證通過後即可加入國際平台；城市的認證目前仍在研擬相關的認證標準，期望未來能推動城市認證機制。

第二階段，由水資源部門生物學家 Fauver 女士簡介濕地計畫，介紹美國環保署如何與地方政府合作進行濕地修復。濕地計畫主要由美國陸軍工兵隊負責執行，EPA 在這項計畫中負責監督、執行法規及制定罰責等；美國環保署除執行濕地計畫的法規外，亦進行美國環保署與州政府、地方政府及原住民保留自治區共同發展濕地保育計畫的評估工作。美國環保署的濕地計畫主要著重在原住民自治區的社區參與，經由提撥經費給原住民部落，讓居民親自參與監測計畫，而美國環保署則以四大標準來評估是否達到計畫要求。Fauver 女士建議臺中市針對高美濕地的管理，可以設置教育解說牌、腳踏車步道等能阻擋遊客動線的方式，使民眾無法進入濕地內。

透過介紹，瞭解到美方的濕地多位於原住民自治區內，因此美國環保署以州政府及原住民為濕地保育計畫的主要合作對象；Hanft 女士提到，譬如在阿拉斯加所執行的濕地保育計畫，當原住民部落獲得補助後，美國環保署亦會雇用當地原住民透過教育培育計畫，成為長期駐守人員並監督計畫執行。交流過程中，美方代表提問臺中市在濕地保育計畫方面的相關措施，黃崇典局長回覆，臺中市僅從管理的角度來執行濕地保護。早期高美濕地因民眾違法進入濕地保育區，導致濕地土質硬化，造成植被生長困難；目前，透過嚴格的執法及罰責禁止民眾進入保護區內，並在民眾遊憩區設置木棧道，使濕地土質硬化的問題開始獲得改善，所以

臺中市與當地民眾在濕地保育上沒有相關的合作計畫。對於水資源保護相關議題，黃崇典局長也提到針對大甲溪上游，即將於 103 年 12 月底成立原住民自治區，根據原民法，自治區內所有開發案皆須與原民協調後，經原民同意後始得辦理；臺美雙方在原住民自治區內開發案的執行模式雷同，皆須獲得當地原民的同意，並執行對環境衝擊最小的開發案。

第三階段，由環境教育協調員 Hanft 女士簡介美國環保署在環境教育上的執行現況。目前美國環保署也是透過提案申請，評估後給予獎勵及補助，通常一年僅有 2-3 件提案通過審查獲得美國環保署的經費補助，而順利執行計畫。美方的環境教育計畫，主要是鼓勵學生、大眾以志願服務的形式，去學習及參與瞭解濕地等相關的環境教育。麻沙濕地公園環境教育中心的前身，草創時期是由美國環保署提供少量的補助，其後再經由募款成立。

黃崇典局長針對美方提問臺中市是否有志工回應，本局曾針對臺灣東勢林場所執行螢火蟲復育活動給予補助，並號召學生及民眾擔任志工。吳慶榔科長更提到，臺中市施行環境教育的方式相當具多元性，包括演講、戶外學習、課程、電影等方式，同時透過環境教育設施場所認證制度，發掘並建立推動環境教育的場域。黃崇典局長提到目前本市已有 8 處通過認證；在志工招募與運用方面，環保局目前共招募環保志工 24,000 多位，主要在執行環境清潔，另外，本市都發局亦培訓 400-500 位志工進行社區改造及社區規劃等相關的計畫。本市在環保志工的管理上，透過造冊管理人員異動，提供相關的清潔用具於執行環境清潔，並安排環保志工至其他環境教育設施場所進行觀摩參訪，以環境種子志工的方式培訓志工。

黃崇典局長提問，美國環保署是否擁有且親自管理焚化廠、資源回收廠、掩埋場及垃圾場？Hanft 女士回覆說，目前美國環保

署皆將相關的機構委外處理，也透過民間單位來運用志工，美國環保署並不直接管理相關的機構及志工人員。美方提問有關臺灣資源回收相關的議題，並對於黃崇典局長回覆台灣目前的回收率為 46%，以及環保局負責所有資源回收相關業務，和民眾已將資源回收的行為落實於日常生活中印象深刻。

第四階段，由西雅圖市政府水資源部門代表人員介紹 SEA street 計畫，雨水接觸地表後，經沖刷而含帶污染物及流量太大，是西雅圖逕流雨水的主要問題。19 世紀時期的美國排水系統，也與臺灣目前的下水道系統的設計雷同，有污水及家庭廢水混合排放的問題；另外，早期的排水量設計遠不及目前的實際排水量，以及越來越多的不透水道路鋪面，造成城市逕流排放不易，也使得下水道系統無法負荷的家庭廢水溢流到路面。

黃士峰技正提問，西雅圖是否有設立很多工廠，不然為何雨水接觸到地面會造成污染問題？黃崇典局長也提問，為何在西雅圖城市逕流是個大問題？與工業廢水有關嗎？黃崇典局長也提到，目前，臺灣民眾注意到城市的污染，主要關切是以工廠污染問題為主，因農業區旁常有違法工廠設置；再者，臺中河川屬於中低度污染，魚類雖不如鮭魚有名，且因少食用淡水魚亦較未關注河川污染致影響其生活棲地之問題。1972 年美國聯邦政府通過淨水法案，起初是針對工廠的污染源，並在 40 年執法過程中，逐漸發揮成效；因此，西雅圖的民眾開始注意到公共污染及公共衛生污染方面的議題。

黃崇典局長提問，西雅圖公共建設局如何評估哪些區域能申請執行 SEA street 計畫？西雅圖共有 80 個外流排放管，聯邦政府規定每個區域僅容許一次超標的污水排放；因此，凡有超標排放的區域皆可向聯邦政府提出申請雨水收集系統或雨水加強處理區。吳慶榔科長提問，西雅圖是否有配套法令執行此計畫？因為，臺

灣的民眾會自發性地去設置雨水回收桶，且臺灣的城市發展法規亦規定新建大樓建築須設置蓄水池、綠屋頂或中水回收系統等相關的配套設施。目前西雅圖部分縣市自治法規要求民眾設置雨水回收設施，但舊城區並無相關的法令及配套措施，因此美方目前處理城市排水問題，都以舊城區為主。

(三)心得與建議

1.政府部門的補助經費能實質輔導潛力點場域成為環境教育設施場所：

在麻沙濕地公園尚未成立前，EPA 先行提供少數的補助經費，並透過募款的過程，最後終於成立麻沙濕地公園。

2.透過政府部門(公共建設局、交通局)及在地居民之通力合作，能提升施政政策實際執行之成果效益：

西雅圖的逕流流量、污水污染及混合排放的問題，透過科學方法的量測，得出雨水逕流是西雅圖排水的最大問題。進而使得西雅圖公共建設局提出城市逕流污水處理系統的設計概念，邀請市民協助參與執行此計畫；最後，透過這樣的系統設計與計畫執行，達到雨水逕流減量的目的。

(四)照片-美國第十分局相關人員



與美國第十分局相關人員進行經驗分享



與臺灣計畫經理 Justin Harris 先生進行視訊會議



與美國第十分局相關人員合影

第四單元、水污染防治及海灣復育

一、城市水域研究中心與健康灣公民聯盟的交流

(一)簡介

城市水域中心是一個 51,000 平方英尺的辦公室和實驗室用途的建築，中心的合作夥伴包括華盛頓州立大學塔可瑪分校、塔可瑪市，塔可瑪港和商界領袖，在 2002 年共同開會勾勒出城市水域中心的願景；由這些社區領袖募集資金，並捐贈支持華盛頓州立大學塔可瑪分校一流的研究人員，進行一項對解決城市海灣社區問題之可行性研究。

一路上，研究中心的合作夥伴同意將研究機構內的實驗室及塔可瑪市的環境服務處辦公室整合。塔可瑪市於 2007 年，購置西亞弗斯航道(Thea Foss Waterway)前方的工業用地後，著手進行細部規劃。城市水域研究中心於 2009 年初開始動工，並於 2010 年 3 月陸續有工作人員進駐。

由塔可瑪市、普吉特海灣合作聯盟、華盛頓州立大學塔可瑪分校的研究人員共同合作，主要進行塔可馬市的環境保護研究工作，更進一步擴大至城市環境議題的因應；初期針對普吉特海灣和地區的供水系統的問題進行調查，從分析污染物、研究應用最佳的科學方法到恢復及保護普吉特海灣，並致力於海洋環境技術研究開發，此研究成果不僅適用於當地的區域水系統，也能夠遍及全球所有的海灣城市社區。

城市水域研究中心的研究主要在找出污水的來源並進行量化，針對城市各水道中化學污染物的途徑及影響進行了解；利用高靈敏度的分析工具來量測水污染程度，並與先進的電腦模擬系統結合，來追蹤在普吉特海灣地區污染來源及傳播的機制。

(二)交流內容

本次交流透過社區發展經濟計畫專家 Bingham 女士安排拜會塔可瑪市市長 Strickland 女士、城市水域研究中心資深首席工程師 Parve 先生和健康灣公民聯盟的成員，針對城市水域研究中心與當地大學合作執行水污染相關計畫及塔可瑪市海灣復育、擴大志工參與等項目進行討論。

塔可瑪市市長提到塔可瑪市在志工參與部分，主要是降低志工參與的年齡，從原先的 21 歲下修至 18 歲，釋出擴大招募青年志工的訊息；透過公開招募志工的機制，由媒體宣傳的方式行銷，吸引年輕人參與，讓有興趣申請志工的青年提出申請計畫書，並鼓勵各區代表積極網羅適當人員參與加入提出申請；經由市議會成員進行申請者面試，成為志工後給予志工組成委員會之權力，讓志工在執行計畫過程中感受到政府對志工的重視，亦讓志工根據所參與的計畫給市政府相關施政建議。

黃局長提問，塔可瑪市主導聯合辦公室的用意為何？城市水域研究中心資深首席工程師 Parve 先生說明，城市水域研究中心是由政府主導，邀請民間團體、學界以研究水污染相關議題之研究人員進駐，並提供精密儀器、資金及研究設備等供相關研究人員使用；這樣的聯合辦公室的優點，可讓政府、學界和民間的研究互動更加頻繁，對解決當地環境議題發揮最大效益。

由塔可瑪港和塔可瑪市共同管理水污染環境整治點，鼓勵當地企業家支持並協助當地政府和聯邦共同保護海灣，允許當地企業以不破壞海灣的方式，從事商業行為(例如長期租用軍艦提供訓練課程)，使得當地企業家願意長期提供資金給當地政府和聯邦進行海洋、濕地的復育；部分環境整治點亦利用民間募款的方式進行長期環境復育計畫共同保護海灣。

(三)心得與建議

1.水資源中心的發展趨勢

經由拜會塔可瑪市市長及實地走訪塔可瑪市城市水域研究中心後，觀察到政府與民間共用辦公室所帶來的合作效益。後續建議未來在水湍經貿園區內的環境監測中心可與環保局的檢驗室透過專案合作方式，除進行環境監測、檢驗外，並可建立多功能用途的水資源環境教育中心推廣環境教育；另外更可與同性質的民間團體、學界、研究單位等進行資源共享，彼此共同合作，發揮最大實質效益。

塔可瑪港區為鮭魚洄流重要區。早年，原港區污染嚴重，經10年整治後已恢復乾淨，並在港區成立城市水域研究中心，可隨時監測港區的水質。同時此中心會固定派船隻到港口採樣、檢驗，並與當地大學合作提供實驗室設備，更是環境教育中心。本市目前通過環訓所認證的8個環教中心中，並無水資源教育中心，建議未來本市可參考塔可瑪市的模式尋求經費，進行長期規劃，以利本市建立長期水質監測之研究。

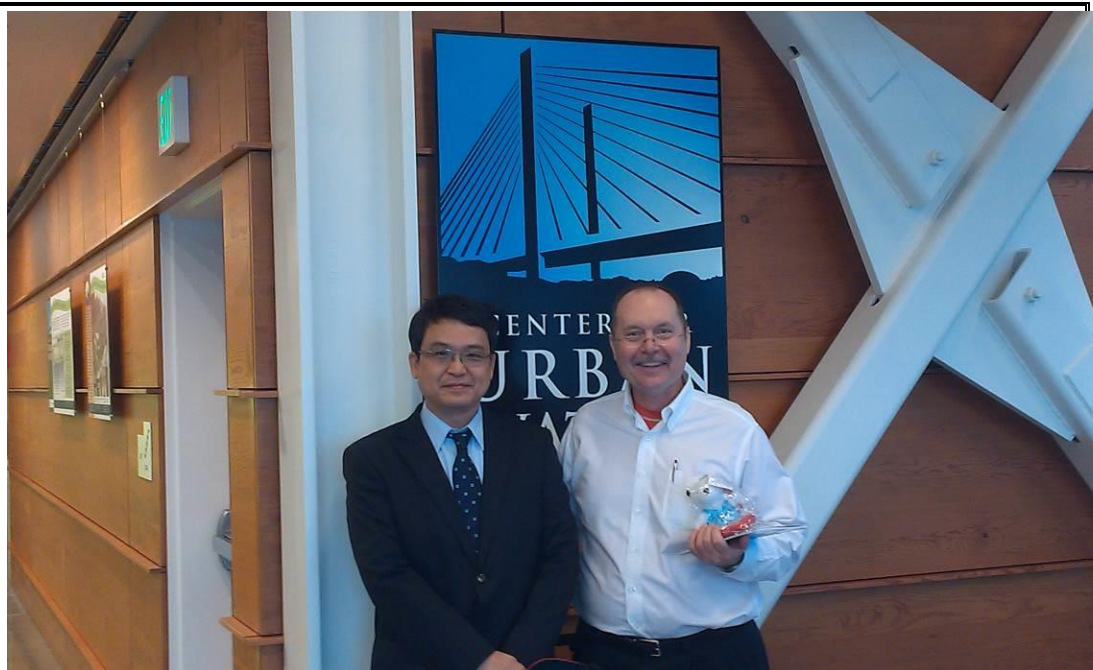
(四)照片-塔可瑪市



拜會塔可瑪市市長 Marilyn Strickland



與塔可瑪市市長 Marilyn Strickland 合影



拜會綠色塔可瑪環境服務部資深首席工程師 Jim Parve

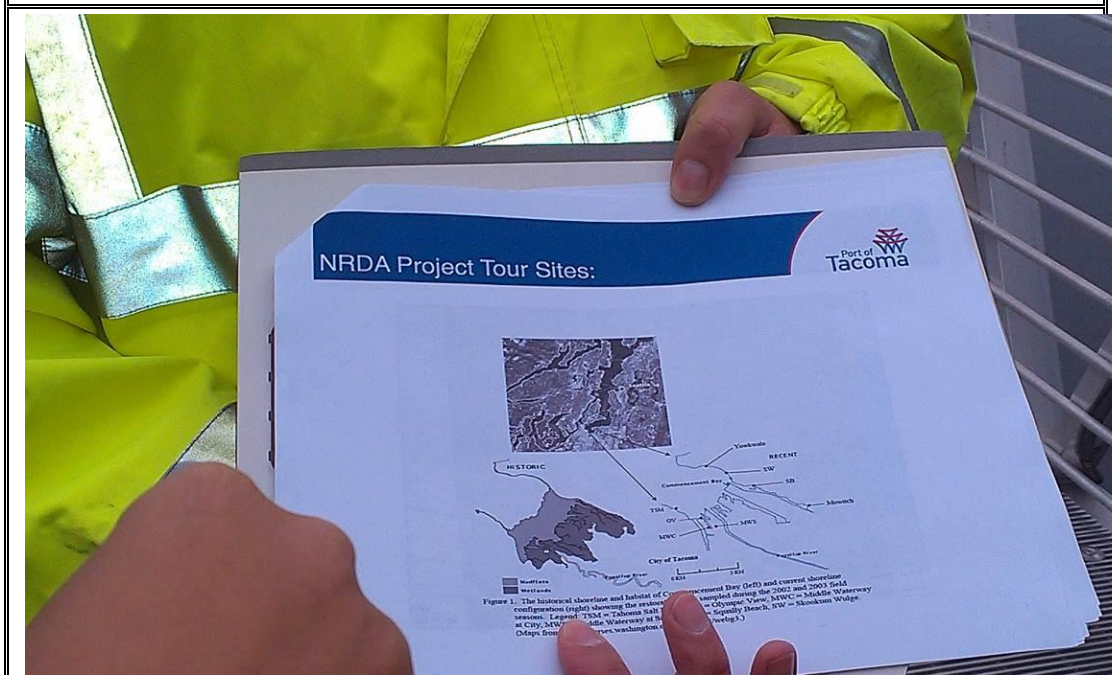


介紹城市水域研究中心周邊相關設施



與綠色塔可瑪環境服務部資深首席工程師 Jim Parve 合影





搭船參觀景點說明





與健康灣公民聯盟和環境整治點的相關人員合影

第五單元、環境教育設施場所參訪

一、環境教育中心麻沙濕地公園的交流

(一)簡介

麻沙濕地公園與貝爾維尤市及太平洋科學中心兩個單位有合作關係。太平洋科學中心是在西雅圖市中心一個非營利性的兒童科學博物館，派駐一位整年的全職教學人員於園區內。太平洋科學中心很注重與孩童有關的活動，並教導從學齡前到高級中學這個階段所有年齡的學生；並且同時提供設備教導學童科學課程以及實際操作等同於大學程度的科學研究。園區內的遊客中心由貝爾維尤市的國家森林管理員負責管理，此遊客中心每周開放 7 天，提供家庭教育課程。在夏季，提供團體搭乘獨木舟至麻沙濕地進行體驗；周六全年無休，提供園區森林健走行程、更提供溼地解說行程教導有關園區內的動植物和簡述園區歷史。

(二)交流內容

本次交流內容是透過國家森林管理員 Wandler 先生介紹園區歷史、介紹園區導覽之行程簡報和參觀環境教育中心設施，並透過森林健走體驗行程簡短的介紹和參訪園區相關設施。

園區內所有相關設施皆為低衝擊設計理念，儘可能地減輕現有濕地的影響為主要目標。建築團隊希望能設計出符合融入森林的建築願景。因此，園區內大部分的建築物都是以高腳屋型式的結構建置，也將園區內的降雨量放入設計理念中。所有降雨皆能流入土壤或進入濕地，此環境教育中心對濕地的保護策略包括：利用志願者和學生團體來進行濕地復育計畫，限制園區內健行步道的數量，在那些有可能會破壞濕地功能的步道區使用高架木板，禁止旅客進入沒有步道的區域，不允許在主要水道使用汽艇，並在凱爾西灣流入麻沙溼地的水道中放置人造的魚類通道；利用替

狗繫上狗鍊的方式來保護野生動物，並且使用具有教育性質的指示牌來告知民眾有關濕地的知識和資訊。希望透過增加溼地知識這樣的作用，可以影響民眾做好自己的本分，期許能幫助保護這個重要的環境資源。

(三)心得與建議

西雅圖市擁有相當完整的水處理及整治觀念。由於該國規定開發案需做生態補償，因此道路的設計是以涵養水資源為考量，並無設計道路側溝，當水流經濕地花園時，可同時澆灌路邊植栽。本市的低碳自治條例亦有相關規定，建議可從環評角度，參採前述的方式要求相關開發案進行生態補償。並建議參考麻沙濕地教育中心整體之規劃，以低衝擊開的理念設計相關設施。

1 民眾教育的部分：

政府提供免費的活動；在家庭親子活動的部分，透過舉辦室內(如舉辦生日會)、室外的親子活動(如觀賞行程)，讓民眾願意攜家帶眷來參與溼地公園所舉辦的活動；而社會人士或成年人的部分，提供周末例行的森林步道健行。平常其他活動部分則有，提供一個月兩次例行性的家庭活動；夏季則是提供一個月一次的獨木舟體驗行程。透過這樣的方式讓民眾真正的親近環境，而不是走馬看花。同時也將相關環境知識，藉由這些活動加以推廣，讓市民更加了解。

2 低衝擊建築的可行性：

貝爾維尤市希望以麻沙濕地公園環境教育中心低衝擊建築物的設立為例，來告訴市民低衝擊建築是可執行的。以環繞樹林為概念，在不傷害森林的前提下，建造出樹屋感覺的高腳屋的低衝擊建築。未來本市相關建設和規劃，應可加以參採或運用。

(四)照片-環境教育中心麻沙濕地公園及餐敘



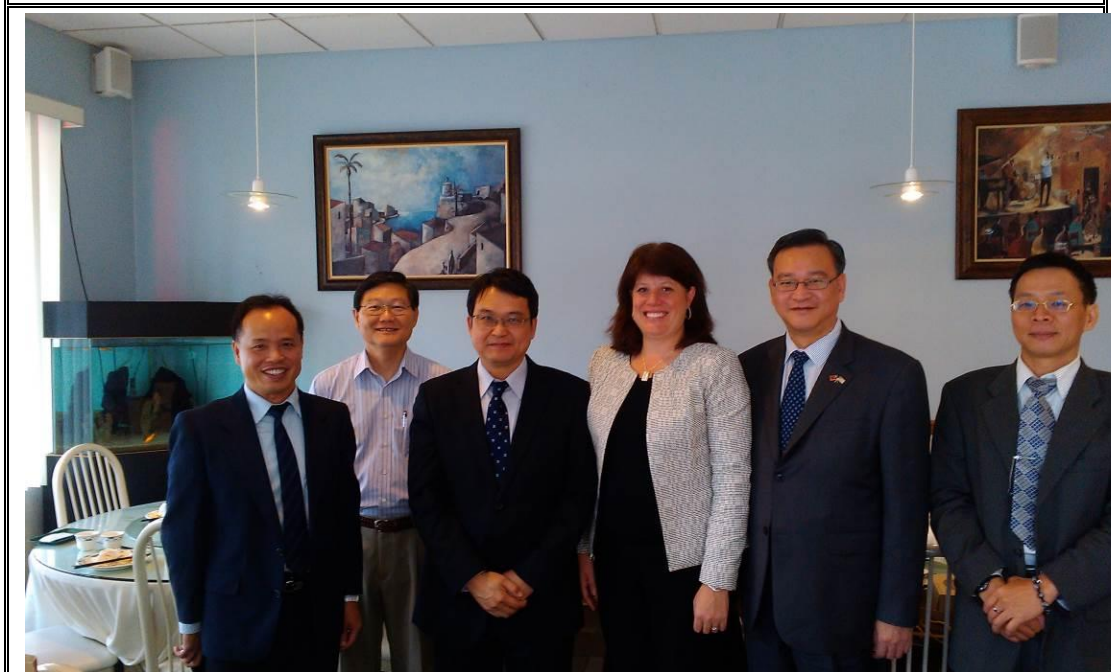
簡介麻沙濕地公園



麻沙濕地公園森林步道健走



麻沙濕地公園內的高腳屋建築



與西雅圖外館金處長及貝爾維尤市長餐敘

肆、心得

一、培訓環保志工成為環境教育志工及擴大志工運用及培訓在地青年成為環境教育志工的可能性

透過與綠色西雅圖聯盟的交流，綠色西雅圖聯盟本身完善的志工運用系統、運作模式和經驗，可做為未來臺中市政府環境保護局在推動環境教育志工培訓工作之參考。

透過對地球軍團在國際志工領導人培訓計畫的瞭解及經驗分享，未來臺中市也可由環境保護局、教育局與民間團體共同合作，舉辦臺灣青年環境教育領導人培訓計畫，藉由這樣的計畫推廣和執行，培植出屬於臺灣自己的環境教育志工青年團，鼓勵更多有志青年加入環境教育志工的行列，為環境教育工作注入新血。

二、將臺中發展成為綠色城市的可能性

透過參訪布列特中心，了解綠建築實際執行的經驗後。未來臺中都市發展計畫在設計綠建築的過程中，或許可以由市府的低碳辦公室邀請布列特中心的執行團隊作為建築設計的顧問團隊，協助臺中市在都市發展的過程中，逐步邁向綠色城市的願景，達到低碳城市的目標。

三、水資源中心的發展趨勢

經由拜會塔可瑪市市長及實地走訪塔可瑪市城市水域研究中心後，觀察到政府民間共用辦公室所帶來的合作效益。未來，水滴經貿園區內的環境監測中心和環保局的檢驗科可以專案小組的方式提供多功能用途，並與相同性質的民間團體、學界、研究單位資源共享，彼此共同合作，發揮最大的實質效益。

四、臺美 EPA 合作的發展性

透過與美國 EPA 的交流，開創未來臺中與美方雙方在空氣品

質、資源回收、環境教育及臺美生態學校等相關合作的可行性。
另外，經由西雅圖公共建設局所提供的城市逕流污水處理系統的概念，也開啟未來臺中在都市建設及發展規劃的新思維。

伍、建議

一、參考西雅圖的方式，從環評角度要求相關開發案進行生態補償。

二、西雅圖將樹枝弄成木屑鋪設於公園道路：

有鑑於本市將倒塌的行道樹及修剪後的樹枝送焚化爐焚燒，在焚燒的過程中會造成排碳量增加及焚化爐本身的負擔。建議未來宜將修剪之樹木、樹枝做再利用，例如加工為木屑鋪設於公園、綠地或裸露地表，既具有透水功能又能減少揚塵。

三、西雅圖某商業大樓利用吸塵器原理機器清除落葉：

目前本市公園多利用吹葉機吹掃落葉，易造成空氣揚塵及噪音，污染還境及引發民怨，建議針對落葉清理作業可參考西雅圖市的作法。