類別：考察

地區：新加坡

115 年環境政策規劃國際研習計畫

(新加坡團)出國報告

（主辦機關印信）

主辦機關：新北市政府環境保護局

目次

第一章 目的.....3
第二章 過程.....4
第三章 心得.....22
第四章 建議.....28

第一章 目的

面對全球極端氣候加劇與國際永續發展趨勢，台灣與新加坡同屬地狹人稠、高度仰賴對外貿易與外部資源的島嶼型經濟體，在推動淨零轉型、水資源管理與城市治理上，面臨諸多相似的挑戰。新加坡長年以宏觀的策略思維與緊密的跨部會協調為基礎，近年進一步推展《2030 年綠色發展藍圖》，展現系統性整合之永續治理架構。」本次參訪以實地考察與頂尖學府研習為核心，旨在汲取新加坡的先進治理思維與實際經驗，作為我國推動國土韌性、氣候調適及綠色轉型政策的重要借鑑。

透過新加坡國立大學李光耀公共政策學院所規劃的一連串課程研習自然之城、氣候變遷與水資源政策，深入掌握其長期淨零戰略、跨部門協調機制及碳定價治理邏輯；實地走訪宏茂橋公園與濱海堤壩，探討其如何將水利工程與生態景觀無縫整合，兼顧防洪、蓄水與親水功能；同時藉由實際到訪濱海灣花園、藝術科學博物館綠建築導覽與植物園永續經營，學習高密度都會區如何運用自然解方與微氣候調節技術，打造兼具生態與生活品質的韌性城市。

另一核心目的在於深化循環經濟實務、公私協力體系與公衛防疫策略。藉由參訪國際級威立雅（Veolia）有害廢棄物處理廠及永續生活實驗室，觀摩高科技與特殊產業廢棄物的無害化處置、資源循環技術，以及生活減廢與調適上的行動模式。同時拜會新加坡環境局、新加坡代表處並走訪民間水道監督協會，實地瞭解政府與民間組織巡守共治的公私協力模式，最後結合登革熱流行病學與控制專題研習，掌握氣候暖化下都市病媒蚊監測與聯防機制，全面提升政策制定與實務執行的綜合治理能量。

第二章 過程

壹、115 年 9 月 6 日（星期日）行程

一、參訪濱海灣花穹、雲霧林與天空樹園

首日抵達新加坡後，參訪 2012 年開幕的濱海灣花園，具體展現了由「花園城市」全面轉型為「城市中的花園」之理念。花穹與雲霧林為濱海灣花園兩座地標溫室，展示全球各地氣候帶植物並結合節能空調技術降溫，花穹運用雙層隔熱 Low-E 玻璃與地面冷水管精準冷卻技術，在赤道營造出涼爽乾燥的地中海微氣候；雲霧林則以 35 公尺人造山體與瀑布噴霧蒸發降溫，重現高山雲霧環境，讓館內正在展出的《侏羅紀世界：實景互動體驗》（Jurassic World: The Experience）特展更顯具體化，使到訪者可深刻感受擬真史前巨獸與原始林木的沉浸式景觀。



1.1 花穹



1.2 雲霧林

圖1. 濱海灣花園

戶外的「天空樹園區（Supertree Grove）」白天和夜晚具有不同樣貌，由高度介於 25 至 50 公尺的巨型鋼筋複合結構組成，外層網架植有逾 200 種熱帶攀緣與附生植物，打造出壯觀的垂直立面綠化。結構內部深度整合多重永續生態工程：樹冠頂部設有太陽能光電板，白天汲取熱帶陽光轉化為夜間聲光秀與園區照明電力；漏斗狀樹幹兼具雨水收集與過濾系統，回灌全區植栽；同時更作為花穹與雲霧林底層生物質冷卻系統的「散熱排氣塔」，將溫室產生的熱廢氣導引至樹頂排出，達成能源、水資源與微氣候

的循環閉環，是熱帶生態工程打造綠色地標的代表作。



1.3 白天的天空樹



1.4 夜晚的天空樹

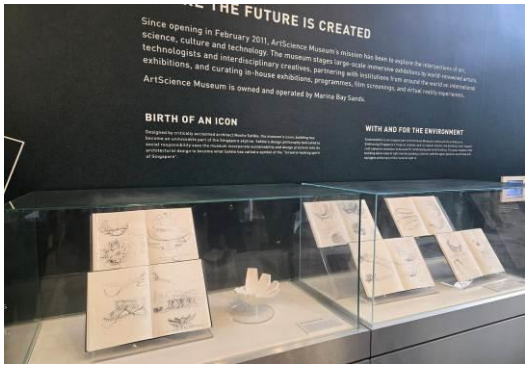
圖2. 天空樹園區

貳、115 年 9 月 7 日（星期一）行程

一、參訪藝術科學博物館建築導覽

坐落於濱海灣畔的新加坡藝術科學博物館（ArtScience Museum）由金沙酒店直接營運，其獨特宛如盛開蓮花或張開雙手的標誌性造型，正是源自設計時對濱海景觀融合、微氣候環境（如導引自然風向）與光線調控的深度考量，使其成為兼具視覺張力與潔能效益的特色建築，並在榮獲 LEED 金級後於 2024 年升級為最高等級的 LEED 白金級綠建築認證，館方亦透過「Sustainability in Design」專題導覽分享實務成果。

該館將氣候調適深度融入全生命週期設計，向上伸展的各瓣結構頂端設有天窗以引導自然採光降低照明耗能，碗狀屋頂更結合「雨之眼（Rain Oculus）」系統，將熱帶驟雨轉化為室內瀑布並過濾回收用於全館廁所沖洗使用；面對極端高溫衝擊，館內導入隔熱膜阻絕熱輻射，配合分層空調精準送風，實現低能耗與高舒適度的平衡。此外，館方近年結合以聲音與聲景為主題的沉浸式特展，本次主題是深海探索特展 Into the Ocean:Journey Beneath（2026 年 6 月 6 日–2026 年 11 月 1 日），透過錄製深海海洋生物與水體轉化的聲音，呈現神祕的水下聲景。同時場館推動展場物料循環再利用，並結合聲音體驗、AR 等互動科技轉化為環境教育內容，實踐兼具美學、機能與教育影響力的永續藍圖。

<table>
<tr>
<td>

2.1 建築設計手稿</td>
<td>
2.2 獨特的蓮花造型外觀</td>
</tr>
<tr>
<td>
2.3 雨之眼-回收水資源</td>
<td>

2.4 學員館內合影</td>
</tr>
</table>

圖3. 藝術科學博物館

二、新加坡國立大學李光耀公共政策學院研習（自然之城政策發展）

下午由新加坡前國家公園局生物多樣性國際保護署前高級署長陳莉娜博士（Dr. Lena Chan）講授自然之城政策，首先以土地利用變遷圖說明：1819 年前新加坡以原始林及淡水沼澤為主，殖民時期大量砍伐森林改種經濟作物，至 1990 年已高度都市化。為復育原生生態系、促進人與自然共存，1963 年李光耀總理親手植樹，開啟綠化歷程。新加坡由「花園城市（Garden City）」起步，轉型為「花園中的城市（City in a Garden）」，現階段推動「自然之城（City in Nature）」以自然為本之解方（NbS）提升生態、氣候與社會韌性。其推動的歷程和核心價值可分為以下三大主軸。

（一）跨部門協調與全政府治理機制（Whole-of-Government）：早期綠色計畫僅由環境部門推動，為打破部會本位主義，總理李光耀於 1970 年成立「花園城市行動委員會（Garden City Action Committee, GCAC）」，採全政府治理機制，由國家發展部、交通部、貿易及工業部、教育部，以及財政部五個部會共同推動。

GCAC 具高層協調權限，主要功能為跨機關協調綠化政策與活動，確保新加坡在持續都市化的過程中，綠化發展始終處於核心與優先地位。

（二）政策框架、核心策略與自然資本保育：新加坡邁向「自然之城」的轉型，建立在嚴謹且前瞻的政策框架與明確的實踐路徑之上。透過《國家生物多樣性策略及行動計畫》（NBSAP）與《自然保育總體計畫》（NCMP）的指引，新加坡劃分出棲地保護、生態復育、學術研究與社區管理四大推力，並將「自然之城」正式納入《2030 年新加坡綠色發展藍圖》的核心支柱。

（三）智慧科技導入與長期維運：為建構科學化且具韌性的都市林治理模式，新加坡落實嚴謹的適地適種原則(強調「觀察根系」以避免破壞管線)，並由專責單位執行行道樹修剪與長期管養。同時，於大型老樹基部導入無線傾斜感測系統進行暴雨風險監控，並推動包含 28 項指標的「城市生物多樣性指數（CBI）」，作為城市自我評估與量化追蹤生態成效的重要科學工具。



2.5 研習上課情形



2.6 陳博士講授自然之城政策

圖4. 自然之城研習課程

三、參訪宏茂橋公園（公園綠化與水務政策）

走讀宏茂橋公園時，陳麗娜博士引導學員站上河道中的踏石親水設施，不僅感受到自然親水空間的舒適宜人，更深刻體會到新加坡公用事業局（PUB）當年的前瞻轉型，毅然打破混凝土排水渠的框架，運用土壤生物工程融合植物根系、石籠與巨石護坡，將原長 2.7 公里的單調三面光渠道，蛻變為長達 3.2 公里的自然河道，平時為水

流清緩的市民親水空間，暴雨時鄰近公園綠地則能擴展至約 100 公尺寬，作為暫時蓄水的洪氾區，完美兼顧防洪韌性、生態多樣性與遊憩機能。

園區內還有一個特殊地景「Recycle Hill」，一旁的解說牌搭配志工的可愛插畫，讓到訪的民眾輕易地了解原來這座山並非憑空填土，而是直接利用當年加冷河改造工程中所拆除的大量舊渠道混凝土板進行堆築與再利用，以資源循環利用概念，讓廢建材直接在公園裡復活成一座小山，成了循環經濟的最佳戶外教材。

陳博士說「一棵樹不只是樹，它其實就是一個完整的小小生態系！」，陳博士沿路引導學員們觀察路旁茂密的大樹，樹幹和枝條上長滿了蕨類和苔蘚，樹冠層也提供了鳥類與昆蟲棲息空間，豐富的生態系是累積而來的成果。園區採取了「落葉免清掃」政策，讓落葉就地分解以回補土壤養分和微生物，這種跳脫傳統公園人工除草、打掃的低度維管作法，即是自然之城「向自然學習」的核心精神。而在宏茂橋公園中，可以看到許多結合科技與安全管理的實體設施，如河道旁由太陽能供電的監測與警示設備、豎立河岸邊的河道警示燈告示，告示上明確標示水位上升時的罰則與撤離範圍，結合了科技執法與風險溝通。園區並有「Friends of Bishan-Ang Mo Kio Park」志工團體成立 10 週年看板，顯示社區長期參與公園守護，展現公私協力合作的精神。



2.7 陳莉娜博士於園區導覽圖前說明



2.8 學員體驗踏石親水設施

	
2.9 園區設置相關解說牌	2.10 Friends of Bishan-AMK Park 成立 10 週年看板

圖5. 走讀宏茂橋公園

參、115 年 9 月 8 日（星期二）行程

一、拜會新加坡環境管理局交流

本次行程中，特別拜訪新加坡環境政策與公衛之最高主管機關——新加坡國家環境局(National Environment Agency, NEA)，NEA 作為新加坡環境管理與公共衛生核心機構，統籌業務範圍極為廣泛，涵蓋廢棄物管理、環境污染防制、氣候調適策略、食品安全把關以及全民環境教育等關鍵政策推動。本次也針對新加坡現代化數位治理及新興污染物管制架構相互交流。

在座談與交流過程中，NEA 分享其如何透過環境管理的「數位轉型」來大幅提升整體監管效能。其中最具特色的亮點，在於其內部環境監測與數據治理團隊獲得了新加坡政府科技局（Government Technology Agency, GovTech）派遣專業技術人員的常態性進駐支援，藉此在不同公部門之間建立起跨部門合作，成功運用物聯網（IoT）即時感測與人工智慧(AI)數據分析技術，應用於各項環境監測與污染事件應變中。

此外，雙方亦針對當前國際間高度關注的全氟-多氟烷基物質（Per- and Polyfluoroalkyl Substances,PFAS）之檢測與管理經驗進行了對談。NEA 針對 PFAS 等特定有害化學物質採取了嚴格的許可證管制模式，並在實務運作上與新加坡民防部隊（Singapore Civil Defence Force,SCDF）保持極為密切且溝通順暢的跨部門合作關係，

特別是在消防泡沫的流向管理、庫存管控及運輸安全等方面建立完善規範。整體而言，此次拜會不僅深入了解新加坡在智慧環境監控與新興化學物質管制的實務架構，更對其跨部會緊密協作的公務運作機制留下深刻印象。



3.1 交流報告情形



3.2 交流報告情形

圖6. 拜會新加坡環境管理局

二、拜會駐新加坡臺北辦事處

拜會駐新加坡台北代表處，學員們與代表處大使相互交流意見，由代表處童大使主持座談，憑藉長期派駐新加坡的外交視角與第一線公共事務觀察，和學員分享新加坡國家治理的策略與歷史脈絡。來自環境部及各縣市的代表也提出相關問題請益，大使一一用新加坡治理的角度和經驗給予相關意見。像是雲林縣面臨的畜牧廢水跨域整合難題，童大使指出新加坡正是透過「Whole-of-Government（全政府）」體系與常態溝通來打破部會本位主義；宜蘭縣提出登革熱防治，大使解析了新加坡「社區教育、嚴刑峻法、Wolbachia 生物科技」的三大鐵三角策略，甚至對違規積水祭出起訴坐牢的重罰。針對新北市提出像廢棄物等問題，新加坡是如何使全民由下而上的配合，大使強調新加坡建立在「法律優先、人情其次」的清廉文化上，且廢棄物管理必須多管齊下。基隆市則提出改裝車與噪音困擾，大使分享新加坡透過 1.6 萬名輔警分工、全島密集感測執法，以及利用高昂的擁車證（COE）總量管制從源頭抑制私家車成長的魄力。最後，彰化縣提出如何化解跨局處溝通的阻力，大使分享了新加坡獨特的公務員「s-track（精英軌道）」與強制輪調制度。新加坡政府高度重視跨部會協調（Whole-of-Government）的治理體系及重視人才的管理培訓令人印象深刻，從根本上

消弭政府部門間的本位主義，確保氣候淨零、環境監測及國土規劃等長遠重大國策能順利貫徹至各執行機關。



3.3 交流報告情形



3.4 學員提問討論情形

圖7. 拜會新加坡臺北辦事處

三、參訪水道監督協會（水環境巡守民間組織）

參訪新加坡具代表性的民間非營利環境團體，新加坡水域監督協會（Waterways Watch Society, WWS）。WWS 成立於 1998 年，目前有數百名志工，年齡層涵蓋家庭學童至樂齡長者，主要以守護加冷河、榜鵝及裕廊等國家重要水體為使命。WWS 幹部詳細介紹其將巡守任務劃分為「陸域巡守（Land Patrol）」與「水域巡守（Water Patrol）」兩大體系：陸域巡守志工主要以徒步或騎乘自行車方式，沿著水岸親水步道撿拾菸蒂、塑膠袋及一次性飲料杯等陸源垃圾，從源頭阻截垃圾落入水體；水域巡守則需要更高的技術與體能門檻，志工由受訓合格人員操作獨木舟（Kayak）、踏板船（Pedal Boat）或小型動力船，深入河道與浮動攔渣排周遭打撈水面漂浮物，確保河面潔淨與水流暢通。

值得參考的是 WWS 與官方公用事業局（PUB）、國家環境局(NEA)及國家公園局（NParks）之間建立了「民間即時通報、官方權責查處」公私協力（PPP）的合作機制。WWS 志工不僅單純清理廢棄物，而是每週統計水域廢棄物種類、重量與分布報表呈交主管機關進行污染溯源分析；巡邏期間若發現水質異常油污、死魚或非法抽水放流設施，志工即刻透過專屬通訊群組拍照定點通報，官方則依權責迅速派員查處排除，形成綿密的基層水環境監管網絡。在營運模式上，WWS 不單純仰賴政府補貼與社會

捐款，更主動結合企業 ESG 志工日活動，並向學校推廣自辦的水環境探索學習課程（Learning Trails & Clean-up Programmes），藉由帶領學員划舟撈垃圾的沉浸式體驗深化水資源教育，達成公民意識向下扎根與組織營運自籌財務韌性的雙重目標。

<table>
<tr>
<td>
3.5 WWS 相關活動介紹與工具</td>
<td>

3.6 相關宣導文宣</td>
</tr>
<tr>
<td>
3.7 研習情形</td>
<td>
3.8 學員與講師合影</td>
</tr>
</table>

圖8. 參訪水域監督協會(Waterways Watch Society, WWS)

肆、115 年 9 月 9 日（星期三）行程

一、參訪永續展覽館及濱海堤壩

濱海堤壩由新加坡公用事業局（PUB）耗資興建並於 2008 年啟用，是新加坡治水歷史上的重要里程碑。該設施打破了傳統水利設施單一防洪的灰色工程思維，將都市防洪、水資源儲備、再生能源發電及市民休閒多重功能無縫整合於單一公共建設中。在防洪方面，堤壩本體橫跨 350 公尺寬的海峽，配置了 9 座由電腦精密控制的巨型鋼製浪峰水閘門與 7 具超大型抽水泵浦，在暴雨恰逢外海漲潮的危急時刻，每秒能將數百噸內河淡水強力排入海中，大幅降低市中心牛車水等低窪地區之淹水風險；在供水方面，堤壩成功阻隔海水倒灌，將新加坡核心的濱海灣集水盆地轉化為全島第 18 座也

是最大的一座市中心淡水水庫，匯集全島六分之一國土之降雨，大幅提升水資源自主供應比例。

另外濱海堤壩在規劃之初即定位為全民共享的環境教育與生活休憩場域。主體建物頂部鋪設了廣闊的綠化草坪屋頂，不僅大幅阻隔赤道太陽熱能、降低建築室內空調負荷，更成為市民與各國遊客欣賞濱海天際線的熱門休閒地標。設於濱海堤壩主體建築內的新加坡永續展覽館（SSG）規劃有六大主題展區，涵蓋氣候變遷、水資源管理、綠色城市、資源循環、環境教育及永續生活等核心面向。展館運用沉浸式多媒體投影、等比例水理模型與體感遊戲等多元展示，向公眾系統性呈現新加坡自 1857 年首建水廠、1977 年推動十年清河計畫以來的治水沿革，並具體展現「四大國家水喉」的循環全貌。透過「水從何處來、用後往何處去、如何回收再生」的直觀情境展示，使參訪者深刻體認水資源的珍貴價值。特別是在治水歷史脈絡中，館內陳列的西班牙雅緻瓷偶名為「輸掉的賭局」深具啟發意涵，該展品見證了 1960 年代荷蘭經濟顧問溫斯敏斯博士（Dr. Albert Winsemius）因河水惡臭建議加蓋暗渠，但李光耀團隊堅持整治並立下「能在清澈河道釣到魚」的著名賭約。歷經十年清河工程後，溫斯敏斯博士再度造訪新加坡河時，果真親手釣起石斑魚，顯示治水有成，欣然認輸並獲贈這尊象徵永續傳承的垂釣瓷偶。此瓷偶由其後代歸還展出，不僅生動印證了政府魄力扭轉生態的歷史軌跡，更具體體現重大公共建設如何與歷史故事相結合，轉化為深化公民環境教育的核心載體。



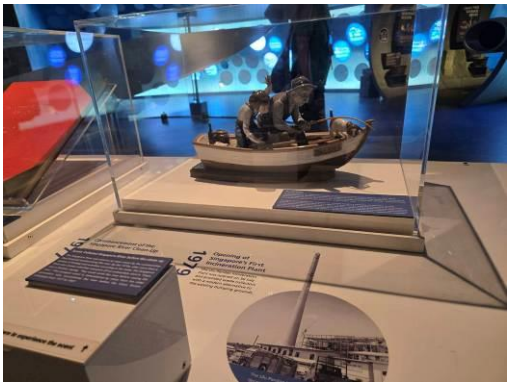
4.1 模型展示濱海堤壩運作方式



4.2 導覽解說-後方為濱海堤壩

<table>
<tr>
<td>

4.3 永續展覽館導覽解說（一）</td>
<td>

4.4 永續展覽館導覽解說(二)</td>
</tr>
<tr>
<td>
4.5「輸掉的賭局」(The Lost Wager）著名新加坡治水歷史軼事。</td>
<td>

4.6 永續展覽館-地下污水收集與淨化再生的核心工程模型</td>
</tr>
</table>

圖9. 參訪永續展覽館及濱海堤壩

二、新加坡植物園

新加坡植物園（Singapore Botanic Gardens）創立於 1859 年，於 2015 年正式被聯合國教科文組織登錄為世界文化遺產，為新加坡首座也是東南亞唯一的 UNESCO 世界遺產，全園佔地約 82 公頃，典藏逾 3,000 種珍稀熱帶與亞熱帶植物。研習首先由新加坡植物園植物活體收藏與設施管理處（Director, Living Collections and Facilities Management, Singapore Botanic Gardens）黃宗瑜（Ooi Zong Yu）處長簡介植物園的百年發展歷史、現行活體收藏管理體系、未來擴建藍圖以及園區在極端氣候威脅下所採取的生態復育策略；隨後由陳莉娜博士帶領學員走入園區，實地觀摩這座百年園林如何在保留深厚歷史地景與維護高強度遊客體驗的同時，兼顧國際級植物科研中心與物種保育基地的雙重任務。

在經營管理上，植物園展現了前瞻的生態思維與低干擾工法。園區完整保留原始熱帶次生雨林，並以低干擾高架步道串聯穿梭，藉由樹冠層遮蔭降溫，同時維持腐植土層涵養水源，有效減緩市區熱島效應與暴雨逕流。陳博士指出，植物園更是新加坡「自然之城」的科研智庫與育苗中樞，國家公園局在此篩選耐熱抗風的原生樹種，為全島道路綠化與生態廊道奠定科學基礎。此外，園方由專業樹藝師維護老樹，並結合民間志工投入解說與標本館維護，生動展現百年古蹟公園如何融合都市氣候韌性與科研教育。

<table>
<tr>
<td>

4.7 黃處長介紹植物復育相關</td>
<td>
4.8 陳博士帶領走讀植物園</td>
</tr>
<tr>
<td>
4.9 樹木裝設之無線傾斜感測裝置（紅框處）</td>
<td>
4.10 豐富的植物生態(落葉堆肥利用)</td>
</tr>
<tr>
<td>

4.11 園區內相關解說牌</td>
<td>

4.12 合影</td>
</tr>
</table>

圖10. 參訪新加坡植物園

伍、115 年 9 月 10 日（星期四）行程

一、新加坡國立大學李光耀公共政策學院研習（氣候變遷政策）

本次課程由新加坡國立大學李光耀公共政策學院（LKYSPP）環境與可持續發展研究所所長陳捷勝博士主講，主題為「新加坡的綠色轉型：2030 年綠色發展藍圖、淨零排放、碳定價與公眾參與」。說明新加坡在面對嚴峻的地理與資源限制下，如何透過全方位政策與跨部門治理推進國家永續發展。新加坡綠色轉型路徑深受其特殊地緣與經濟結構制約，主要有四大挑戰，說明如下：

（一）地狹人稠與高都市化：新加坡面積僅 733 平方公里，人口與建物高度密集，幾乎無農村腹地與農業用地，使得其能源、糧食與基礎設施佈局受到極大限制。

（二）能源與貿易高度依賴：缺乏本土化石燃料，幾乎所有能源仰賴進口；同時進出口貿易額皆遠超 GDP，深植於全球供應鏈之中，政策制定必須兼顧國際競爭力。

（三）產業結構脫碳困難：石化、煉油與電子製造業是經濟主力，均屬高能耗、難以快速脫碳（hard-to-abate）的產業。

（四）氣候脆弱性極高：全島約三分之一土地海拔低於 5 公尺，面對全球暖化的影響，屬於易受海平面上升威脅的低窪島嶼，使氣候調適成為生存課題。

為了因應以及突破上述困境，新加坡提出了系統性的國家永續架構，制定了 2030 年綠色發展藍圖與淨零路徑，涵蓋自然之城、永續生活、能源重整、綠色經濟及韌性未來五大支柱。並建立起協調政府各部會行動的頂層治理機制。除了制定長期淨零戰略，亦採取具市場機制的「碳稅制度」來引導企業轉型，輔以各產業的減碳技術與路徑圖。新加坡政策不僅聚焦於減少溫室氣體排放（減緩），更將沿海防護、防洪等因應氣候風險的防禦措施（調適）全面整合於國家發展計畫中。陳博士也強調新加坡強調綠色轉型不能僅靠政府法令，更須落實「全社會治理」（whole-of-society governance）。政府透過由下而上的教育與溝通策略，將氣候變遷納入各級學校課綱，

並廣泛結合社區宣導與公民行動，全面提升國民的氣候意識與行動力。總結而言，新加坡的轉型策略展示了一個資源極度匱乏、貿易依存度高的小型經濟體，如何透過靈活的碳定價、嚴密的跨部門治理架構以及深化的公眾溝通，在維持經濟競爭力的同時，務實推進淨零排放與氣候韌性，為全球類似體質的經濟體提供了極具參考價值的治理典範。



5.1 陳博士講授課程情形



5.2 學員研習情形

圖11. 氣候變遷研習課程

二、新加坡國立大學李光耀公共政策學院研習（水資源管理）

下午研習由該校教授兼副教務長梁菁博士（Dr. Leong Ching）講授「新加坡水資源管理策略與公眾溝通」。梁博士開宗明義指出，新加坡因地質缺乏天然地下蓄水層，且過去高度依賴與馬來西亞簽署的供水協定，因此新加坡始終將水資源視為「凌駕於所有政策之上的國家生存與安全問題」。為達成水源獨立自主，公用事業局（PUB）歷經數十年研發，成功構築著名的「四大國家水喉」供應體系：集水區雨水收集、進口生水、新生水（NEWater）及海水淡化水。其中，具備完全自主循環特性之新生水技術，透過微濾（Microfiltration）、逆滲透（Reverse Osmosis）及高強度紫外線（UV）多重物理屏障技術，將民生與工業廢水深度淨化為超越世界衛生組織（WHO）飲用水標準的超純水，目前已能穩定供應全島高達 40%的用水需求，並設定於 2060 年達到 55%的自主供水目標，徹底翻轉新加坡先天水資源匱乏的戰略劣勢。

在經濟管理手段上，梁博士深入解析新加坡水資源定價的核心原則——「全成本回收（Full-Cost Water Pricing）」。新加坡水費結構涵蓋基本水費、污水處理費以及懲罰

性之水資源保護稅（Water Conservation Tax），其定價邏輯不在於僅反映傳統取水與淨水成本，而是納入未來開發新生水及高能耗海水淡化的「邊際重置成本」，以真實反映水資源的稀缺價值。當政府面對調漲水價引發的民意反彈時，轉變溝通論述，強調全面補貼水價實質上是「以公共資源補貼高用水富裕階層」的不公平現象，並搭配針對中低收入組屋住戶的精準水電費回扣（U-Save 補助金），兼顧了國有水務公司的財務自足與社會底層扶助。在社會溝通上，政府透過政要公開帶頭飲用、科學數據完全公開、以及群體行為效應（Conformity），成功化解早期民眾對廢水回收的心理障礙；同時推行 ABC 水體計畫，將生硬排水道再造為宜人自然河岸，徹底重塑市民與水資源的情感連結。



5.3 梁博士講授課程情形


5.4 學員研習情形

圖12. 水資源管理研習課程

陸、115 年 9 月 11 日（星期五）行程

一、參訪 Veolia 有害廢棄物處理廠

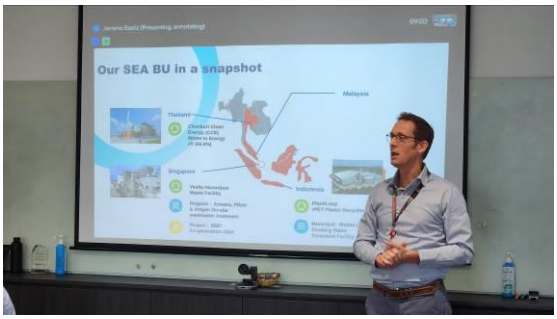
威立雅（Veolia） 有害廢棄物處理廠位於新加坡西部工業園區，該中心為區域內技術先進的綜合性化學廢棄物處置設施，主要服務新加坡高度密集的石化、生物製藥及半導體晶圓製造等核心產業，提供高危害性廢棄物之一站式專業處置解決方案，是保障新加坡工業經濟安全與環境合規的重要基礎設施。

在廠區營運與工安管理方面，威立雅展現了嚴謹的「前端相容性科學管控」核心理念。廠方代表強調，有害廢棄物安全處理的關鍵絕非僅在末端爐溫，更在於進料前的精確辨識與相容性分流。廠內建置了兩座國際級專業化驗實驗室，每批廢棄物進廠

前均須逐桶取樣進行化學成分光譜分析、酸鹼度檢測與放熱、產氣相容性混合試驗，嚴格禁止強酸強鹼或氧化還原物料未經評估混入進料槽，從源頭杜絕化學火災與氣爆風險。全廠收運、地磅、進倉及投料過程全面導入條碼與二維碼(QR Code)數位資訊系統進行即時追蹤，中央控制室透過自動化 PLC 系統實施遠端遙控，在高危害廢料投料區域未見作業人員常駐，將第一線人員的化學品職業暴露風險降至最低，其高度自動化與本質安全設計足供我國精進高科技事業廢棄物處置管理之借鏡。



6.1 威立雅集團主管說明介紹



6.2 威立雅集團主管說明介紹



6.3 場區導覽前工安提醒



6.4 合影

圖13. 威立雅集團介紹及導覽

二、新加坡國立大學李光耀公共政策學院研習（登革熱流行病學與控制）

登登革熱防治課程由新加坡國立大學蘇瑞福公共衛生學院（SSHSPH）Hannah Eleanor Clapham 博士講授。面對四種血清型常年交替流行且人口稠密的挑戰，新加坡成功跳脫「見病例才噴藥」的被動模式，全面轉向「數據驅動、前瞻預警與源頭打擊」的主動治理體系：國家環境局（NEA）於全島布設數萬個誘蚊產卵器（Gravitrap），每週定期回收並導入 AI 統計成蚊密度，繪製動態風險地圖以作為人力部署的領先指

標，並整合氣象與病例數據建構三個月期疫情預測模型；官方建立嚴格的空間群聚判定標準（14 天內相距 150 公尺達 2 例），透過紅黃綠三級警示即時於 myENV 應用程式及社區公告落實透明化風險溝通；同時推展高科技「沃爾巴克氏菌計畫（Project Wolbachia）」，培育野放帶菌不孕雄蚊從源頭壓制斑蚊繁衍；並依據《病媒及農藥管制法》（CVPA）嚴格稽查居家與工地孳生源，查獲即依法處罰且累犯加重，搭配「B-L-O-C-K」巡檢口訣，構築出結合科技監測、生物防治、嚴格法制與全民動員的堅實防線。

<table>
<tr>
<td>

6.5 登革熱流行病學與控制課程</td>
<td>
6.6 學員研習情形</td>
</tr>
<tr>
<td>

6.7「B-L-O-C-K」社區動員口訣</td>
<td>
6.8 李光耀公共政策學習研習完成證書</td>
</tr>
</table>

圖14. 威立雅集團介紹及導覽

三、參訪永續生活實驗室（資源循環及氣候變遷調適之行動經驗分享）

最後行程來到新加坡著名之社會企業永續生活實驗室（Sustainable Living Lab, SL2），實地瞭解其如何由民間基層力量推動資源循環與高溫氣候調適專案。研習重點首先聚焦於 SL2 旗下非營利部門 SL2 Impact 自 2014 年起推動的「維修咖啡館(Repair Kopitiam)」社區修繕行動，其核心精神為「教你修（Teach You to Repair）」而非單純「幫你修（Fix It for You）」，旨在翻轉現代「買了就丟」的速食型消費文化；每月定期修繕

日由志工「維修教練（Repair Coach）」引導居民親自動手拆解與更換零件，截至 2026 年 8 月已在全島 10 個據點累計修復逾 1.4 萬件物品，年修復成功率達 58%至 64%（小家電占 65%），並衍生長者維修班（Repair Kelab）與青年街坊修繕（Repair Kampung），展現以人力資本驅動循環經濟之創新典範。隨後，SL2 分享了永續發展與環境部（MSE）支持的「保持涼爽（StayCool／HeatAware SG）」家戶氣候調適先導計畫；講者指出，面對溫室效應與氣候變遷，全球策略雖兼具減緩與調適，但他認為單靠減緩在時間上恐怕已緩不濟急，當務之急必須全力做好「調適」，保護人民免於極端氣候危害。因此，SL2 積極研發並推廣各類被動防熱與個人降溫配備，例如隔熱膜、外遮陽設備，以及能有效排熱降溫的「風扇背心」。該計畫於 2025 至 2026 年間在 54 戶居於公共組屋之高齡長者住家布設 IoT 溫濕度感測器，連續記錄逾 64.6 萬筆數據，實證密閉無通風的西曬頂樓室溫顯著高於戶外，進而建立「監測、分析、警示、行動、關懷、再監測」之閉環：當熱指數達危害等級即推播降溫指引，並連線社區維修教練與長照志工實體登門關懷、協助安裝隔熱或通風設施，具體實踐了「以科技精準預警、以裝備實體防護、以志工傳遞人文溫度」的社區級氣候調適新模式。

<table>
<tr>
<td>

6.9 永續生活實驗室相關介紹</td>
<td>

6.10 隔熱材質實際介紹</td>
</tr>
<tr>
<td>

6.11 隔熱裝備-如風扇背心</td>
<td>
6.12 教你修實體教室介紹</td>
</tr>
</table>

圖15. 永續生活實驗室

第三章 心得

壹、115 年 9 月 6 日（星期日）行程

一、參訪濱海灣花穹、雲霧林與天空樹園

濱海灣花園是新加坡享譽國際的頂級觀光與環境教育重點地標，每年吸引全球無數旅客慕名造訪，卻能在推廣生態保育中扮演著核心角色。在花穹與雲霧林這座全球最大的無柱玻璃溫室中，新加坡突破了地理與氣候的限制，完美模擬出地中海型與熱帶山地涼爽潮濕的微氣候環境。其建築本身展現了頂尖的綠色工程智慧，採用先進的節能玻璃與智慧型遮陽系統，搭配高效能冷卻與除濕技術，在確保奇花異草得以繁茂生長的同時，也將室內的能源消耗降到最低。這項設計不僅提供遊客絕佳的休閒與視覺饗宴，更透過豐富的植物多樣性展示與立體垂直綠化教育，向大眾傳遞深刻的自然保育理念。

而天空樹園（Supertree Grove）著名地標的巨型擎天樹更是將仿生學與環保科技發揮得淋漓盡致，兼具極高的觀光經濟與環境教育價值。以節能理念設計運用太陽能發電板供應夜間照明，並作為雨水收集與冷卻系統排氣的循環通道。這種將綠能科技、雨水資源回收與獨特公共藝術空間高度融合的創新思維，徹底打破了傳統都市建設與自然生態對立的迷思。

貳、115 年 9 月 7 日（星期一）行程

一、參訪藝術科學博物館建築導覽

參訪藝術科學博物館，在兩位導覽員的專業解說下，深入認識其宛如盛開蓮花兼具迎賓之手的標誌性建築；這座雕塑般的量體在規劃之初便深思熟慮，巧妙融入天際線而不阻擋濱海灣的開闊景致，更是一座兼顧風向導引與光線調控的微氣候綠建築，榮獲最高等級的 LEED 白金級認證。其標誌性的碗狀屋頂結合「雨之眼（Rain Oculus）」雨水回收系統，將熱帶驟雨轉化為室內壯麗瀑布並循環作為全館沖洗用水，搭配天窗自然採光、隔熱膜與局部精準送風，在赤道高溫環境下達成了低能耗與高舒適度的精準平衡；此外，館方更結合深海探索等沉浸式聲景特展與佈展物料循環機制，將永續

理念轉化為生動深刻的公眾教育，完美展現融合景觀美學、節能機能與環境教育影響力的現代綠建築典範。

二、新加坡國立大學李光耀公共政策學院研習（自然之城政策發展）

前國家公園局生物多樣性國際保護署高級署長陳莉娜博士的精彩講授，讓人印象深刻，理解新加坡從殖民時期森林開發到高度都市化，一路走來的土地利用變遷史。新加坡從 1963 年親手植樹開啟綠化，依序歷經「花園城市」與「花園中的城市」，並在現階段推進以自然為本之解方（NbS）的「自然之城」，其高度綠化的前瞻思考令人值回學習。其中最令人印象深刻的，是其精心設計的層疊式植栽設計，透過喬木、灌木與地被植物等多層次立體綠化，完美模擬自然森林的生態結構，讓都會區的生物多樣性能夠淋漓盡致地展現，吸引多元鳥類與昆蟲棲息。這種跳脫單調人工草皮、追求自然生態立體復育的思維，配合打破部會本位主義，由 1970 年成立的「花園城市行動委員會（GCAC）」所推動的全政府治理機制，以及涵蓋 28 項指標的「城市生物多樣性指數（CBI）」，成功建立起兼具前瞻性與科學數據支撐的都會生態治理模式。

三、參訪宏茂橋公園（公園綠化與水務政策）

走讀碧山－宏茂橋公園，深刻體會到現代水利治理思維的重大轉變。過往防洪治水多仰賴高聳堤防與混凝土渠道等硬體工程進行被動防禦，而新加坡政府則跳脫傳統工程框架，大膽拆除既有混凝土大排，運用土壤生物工法與天然塊石進行護坡，將渠道活化為蜿蜒自然河道。實地走訪可見豐富的植物樹叢中有白鷺、鳥兒穿梭覓食、河流中清晰可見的魚兒游動，陳博士也表示這邊更有水獺家族出沒，展現出極為成功的生物多樣性成果，不僅大幅提升都會區生物多樣性，更轉化為極具環境教育價值的常態性戶外生態教室。現場河岸與親水設施完善融合於社區之中，成為市民日常休閒、親子遊憩的重要開放空間，具體實踐「工程韌性、生態保育與民眾遊憩」三者兼備之治理目標，展現現代宜居城市建設極具前瞻性之示範成效。

參、115 年 9 月 8 日（星期二）行程

一、拜會新加坡環境管理局交流

透過此次與新加坡國家環境局（NEA）的交流，了解新加坡在應對密集都市化與新興環境挑戰時的高效治理能力。NEA 透過政府科技局（GovTech）技術人員的進駐支援，成功建立起流暢的跨部門數位賦能模式，大幅提升環境監測與數據治理效能；同時，針對 PFAS 等新興污染物採取嚴格的許可證管理，並與民防部隊緊密合作。經對比反思，我國在環境污染整合介面及化學物質管理制度上已具相當水準，甚至在防制新化學物質的強度（如化學物質登錄制度）上領先新加坡。然而，新加坡在跨部會人才常態性交流及部門緊密協作的公務文化上，仍展現出高度的整合韌性，值得台灣公部門省思與效法。

二、拜會駐新加坡臺北辦事處

透過與代表處大使的深度座談中，最令人有感的莫過於新加坡國家治理的核心底氣，對「優秀人才培育與高薪制度」的極致重視。新加坡藉由嚴謹的精英選拔，網羅頂尖人才進入公務體系的精英培訓軌道，並貫徹強制性跨部會輪調，讓高階文官歷練多個領域，通盤掌握國家法規與跨界資源；配合高薪養廉的清廉法治底蘊與堅守依法行政的執法威信，徹底瓦解了部門間的本位主義。相較於地方推展跨局處業務時常見的溝通藩籬與資料串聯瓶頸，新加坡部會間之所以能迅速調度資源與整合數據，根源在於文官體系所具備的跨域歷練與策略共識。這深刻印證：再完善的環境政策或數位治理架構，若無卓越的跨域治理人才與周密的頂層設計作為後盾，皆難以發揮其應有的執行綜效。

三、參訪水道監督協會（水環境巡守民間組織）

實地參訪新加坡水域監督協會（WWS），對於志工充滿熱誠地守護環境，在解說時仍可感受到他們愛護環境而願意自發性的巡守、清理維護水體。而志工組織更是有規劃的編組，分為「陸域巡守」與「水域巡守」，從岸邊徒步撿拾菸蒂到操作獨木舟深入河道打撈漂浮物，展現出高度組織化的動員能力。特別是看到志工們在分享時流露

出的熱誠與使命感，讓人深刻體會到完善且具凝聚力的「志工制度」對於環保團體長久經營有多麼重要。反觀新北市河川巡守隊多年來深耕基層，結合在地居民與企業力量，在河川污染通報與水環境維護上同樣扮演了關鍵角色。而 WWS 更進一步與官方公用事業局（PUB）及環境局（NEA）建立起「民間即時通報、官方權責查處」的公私協力（PPP）長效機制，志工每週提交污染分析報表，透過專屬群組即時通報油污與異常。這種政府與民間緊密無間、數據共享的合作模式，正是新加坡水環境監管網路能夠綿密扎實的成功關鍵，也凸顯了深化在地巡守隊功能的重要價值。

肆、115 年 9 月 9 日（星期三）行程

一、參訪永續展覽館及濱海堤壩

參訪新加坡濱海堤壩與永續展覽館，深刻見證了執政當局如何以遠見將水資源劣勢轉化為永續優勢。在導覽講師的運作示範中，濱海堤壩展現了高超的工程智慧，不僅有效化解缺水危機與洪患風險，更兼顧水庫蓄水、綠能發電與民眾休憩，將冰冷的水利設施蛻變為城市生活綠洲。展館內「輸掉的賭局」歷史展件尤為發人深省：當年荷蘭經濟顧問面對重度污染的新加坡河，曾建議將河道加蓋了事，李光耀總理團隊則堅定立下十年清河承諾，最終換得河清魚現，充分彰顯了新加坡治水的遠見與鐵腕執行力。結合館內沉浸式多媒體互動對「四大國家水喉」的系統解讀，整座園區生動落實了環境教育，完美演繹了基礎建設與都市生態共榮共存的卓越成就。

二、植物園永續經營管理

參訪走讀建園逾百年且榮登聯合國教科文組織（UNESCO）世界遺產的新加坡植物園，深刻體會其不僅是典藏 3,000 種熱帶植物的歷史景觀，更是支撐國家「自然之城」政策的科學育種智庫與生態中樞。園方展示了如何兼顧國際級科研、物種復育、市民休憩與高強度遊客體驗；關鍵在於國家公園局（NParks）在此依樹木根系與高度分層選種，研發城市生物多樣性指數（CBI）及樹木傾斜感測技術，使全島都市綠化從植樹深化為可精準風控的科學工程，展現文化遺產與現代城市韌性完美融合的高維度治理。

伍、115 年 9 月 10 日（星期四）行程

一、新加坡國立大學李光耀公共政策學院研習（氣候變遷政策）

陳捷勝博士的課程深入剖析了新加坡將氣候治理視為國家競爭力核心的戰略思維。其《2030 年綠色發展藍圖》設定的「100 萬棵樹（OneMillionTrees）」行動，展現了高度成熟的「科技化全生命週期維運」模式。在推展綠化之際，新加坡不只著眼於栽植數量，更深耕適地適種與高低複層綠化，並結合國家公園局（NParks）的城市生物多樣性指數（CBI）、樹木傾斜 IoT 感測監控及修剪枝葉資源化利用，將綠美化實質轉化為長期的生態資本，為都會區氣候調適樹立了兼具科學與韌性的成功標竿。

二、新加坡國立大學李光耀公共政策學院研習（水資源管理）

梁菁博士的水資源管理課程，談到新加坡一直以來的水資源問題，正因為重視缺水危機，因此新加坡以強大技術構築四大水喉來因應，尤其將廢水轉化為新生水的技術更是馳名海外。在制度層面，梁博士花費相當多時間深入探討「水費是否合理」的定價邏輯，指出新加坡水價確立了「全成本回收（Full-Cost Pricing）」機制，其結構包含基本水費、排污費及節約水稅，不僅涵蓋取水淨水成本，更納入未來開發新生水及海水淡化的邊際重置成本以反映稀缺價值。新加坡面對調價民意壓力時，並非全面凍漲，而是以說服力重塑溝通論述，直指「普遍性低水價實為以公共資源逆向補貼用水大戶與富裕階層」的不公現象，並以精準水電費回扣（U-Save）補助弱勢。新加坡展現了兼顧資源稀缺、社會公平與公民信任的水治理格局。

伍、115 年 9 月 11 日（星期五）行程

一、參訪 Veolia 有害廢棄物處理廠

實地考察新加坡威立雅（Veolia）有害廢棄物處理設施，該廠值得借鏡的是其打破傳統「依賴末端高溫焚化」的迷思，確立了「進料前精確辨識與相容性分流」的科學管控核心：廠內設立兩座專業實驗室，針對每批廢棄物逐批進行化學成分光譜分析及放熱、產氣相容性試驗，嚴防酸鹼或氧化還原物料不當混合引發工安事故；全廠並以

條碼與 QR Code 串聯收運、入廠、儲存至投料之全流程，高風險製程全面採用自動化設備與中控室遠端遙控，徹底排除人員常駐暴露風險。威立雅將「業者自主分析管理責任」結合「零死角數位溯源」的精準治理，為高科技事業廢棄物管理立下了極高標竿。

二、新加坡國立大學李光耀公共政策學院研習（登革熱流行病學與控制）

Clapham 博士講授之登革熱防治經驗，深刻展現了現代公共衛生治理如何由「被動因應」轉型為「前瞻科技管理」，關鍵在於國家環境局徹底跳脫待病例發生後才大面積噴藥的消極模式，全面建立平時常態性大數據監控機制。最令人印象深刻的內容，莫過於透過高科技工廠每週培育野放百萬隻帶有沃爾巴克氏菌的不孕性雄蚊，從生物繁殖源頭有效壓制斑蚊族群。將科技研發、嚴正法治與基層社區防線緊密縫合，此種高度跨域協同的治理思維著實深具啟發。

三、參訪永續生活實驗室（資源循環及氣候變遷調適之行動經驗分享）

永續生活實驗室（SL2）將循環經濟與極端氣候調適深植於社區日常。在資源循環面向，尤其是「教你修（Teach You to Repair）」而非「幫你修」之核心精神，徹底翻轉現代「買了就丟」的速食型消費文化，鼓勵民眾愛物惜物，從源頭端不浪費資源，更有計畫地培訓各世代志工擔任「維修教練」，展現出以人力資本驅動循環永續的典範。另外講者也指出面對溫室效應，全球減緩作為可能已緩不濟急，當務之急必須全力做好「調適」以守護民眾安全；因此他們推動官方支持的「保持涼爽（StayCool）」計畫，於高齡組屋實測逾 64.6 萬筆微氣候數據，揭示西曬密閉室內高溫風險，並積極推廣隔熱膜、外遮陽與個人排熱之「風扇背心」等被動防護裝備。該計畫以 IoT 數據建立即時推播，並連線社區志工登門關懷與協助安裝降溫設備，生動展現出「科技精準預警、裝備實體防護、志工傳遞人文溫度」的社區級調適韌性。

第四章 建議

壹、115 年 9 月 6 日（星期日）行程

一、參訪濱海灣花穹、雲霧林與天空樹園

借鏡新加坡在濱海灣花園（花穹、雲霧林與天空樹園）所展現的頂尖綠色工程與永續科技應用，建議未來我國在推動大型都會公園、公共展館或地標性公共空間的規劃與建設時，可打破傳統單一功能的土木工程思維，轉而朝向高度整合綠能、節能與環保科技的創新方向邁進。如花穹與雲霧林的先進微氣候調節、智慧遮陽及節能玻璃技術，提升大型公共空間在面對氣候變遷與高溫化時的能源使用效率。或像是天空樹園結合太陽能發電與雨水回收的複合式生態地標經驗，在未來規劃都會綠美化與大型地標時，將再生能源設施與水資源循環再利用系統納入應用，讓公共設施不僅具備景觀美學價值，更能實質發揮減碳與節水的功能。

貳、115 年 9 月 7 日（星期一）行程

一、參訪藝術科學博物館建築導覽

藝術科學博物館在建築永續與景觀融合上的成功經驗，建議未來國內在規劃公有大型展館或指標性公共建築時，可導入國際綠建築認證，並在設計之初即將微氣候調節(如自然風向導引、避免阻擋視覺景觀)納入考量。此外，可參酌雨之眼這類將自然水資源轉化為室內景觀並循環利用的水理設計。在展覽營運方面，可參考其結合科技聲景與物料循環再利用的做法，減少一次性裝潢廢棄物，透過沉浸式體驗強化大眾的環境意識，讓公共展館真正成為推廣永續教育的重要基地。

二、新加坡國立大學李光耀公共政策學院研習（自然之城政策發展）

面對全球氣候變遷與環境急劇惡化的嚴峻挑戰，新加坡之所以能成功轉型，關鍵在於其正視自身所面臨的氣候與環境壓力，並具備極為明確的政策定位。新加坡將氣候調適轉化為國家競爭力的實踐路徑，極具參考價值。建議未來在推展各項綠色政策時，可

持續強化跨領域的協作共識，並在都市綠地營造中適度推展多層次複層植栽，營造更友善的都會生態棲地。此外，亦可評估在地化發展生態量化評估指標，並於重點區域逐步試辦智慧化樹木監測技術，藉由科學數據的輔助，穩健提升綠資源管養效能與城鄉生態韌性。

三、參訪宏茂橋公園（公園綠化與水務政策）

宏茂橋公園成功兼顧居民休閒遊憩、環境教育與生態復育的轉型經驗，為我國都會河川整治與老舊公園改造提供了絕佳的生物多樣性標竿示範。建議未來我國在推動水環境及河川治理時，可參考新加坡經驗揚棄傳統水泥直立式渠道的工程思維，推動「還地於河」與河道自然化改造，重建多孔隙的河岸護坡與泥灘地，以利水生動植物與鳥類棲息繁衍；同時在河岸周邊妥善規劃親水步道與綠帶，串聯都市生態廊道。公園管理上可將清潔維護轉化成「落葉就地分解」與減少人工干預的生態化維管方式，保留自然的枯木與落葉層，營造多層次的微棲地以孕育豐富的土壤微生物與昆蟲相，惟目前台灣民眾普遍仍多以公園落葉清掃乾淨為主要要求，如何在民眾觀感與自然共存營造生物多樣性間取得平衡，仍是一大課題。

參、115 年 9 月 8 日(星期二)行程

一、拜會新加坡環境管理局交流

新加坡管理局所分享的跨域協作，其「跨部會科技人才派駐」機制可作為參採，仿效新加坡導入政府科技專才進駐環境主管機關的作法，讓數位科技與大數據分析能量直接扎根基層業務，藉此消弭傳統官僚體系的部會隔閡。同時，面對全氟／多氟烷基物質（PFAS）等日益複雜的新興環境毒物，應主動加強與消防、災防等橫向單體的實質對接，暢通高風險化學品（如消防泡沫）在流向管控與緊急應變上的源頭聯防機制。儘管我國在化學物質登錄制度上已具備嚴密法規，仍可借鏡新加坡針對特定管制對象所落實的精準許可證發放與高強度現場稽查手法，透過雙軌並行優化我國化學物質的全生命週期監控網，全面推升國家面對氣候與公衛挑戰的治理韌性。

二、拜會駐新加坡臺北辦事處

新加坡以頂尖人才驅動全政府治理的成功經驗，建議我國未來在推動跨域環境治理(如流域整治、氣候調適與國土綠網)時，應積極打破傳統各局處各行其政的僵化分工，建立常態性高層級協調機制。同時，應培養具備宏觀視野的治理人才，以健全的薪資福利留住優秀人才。此外，針對基層環保執法面臨的挑戰，可參考新加坡結合嚴格法規、科技防線與經濟誘因(如容積獎勵吸引企業長期投入綠化與公共維運)的多管齊下策略。

三、參訪水道監督協會(水環境巡守民間組織)

以新加坡水道監督協會 WWS 的成功模式，建議未來我國在推動流域管理與河川保育時，可深化公私協力夥伴關係，優化通報與回報流程(如建立即時圖資通報群組與污染溯源聯防)，讓第一線巡守隊成為官方環境稽查的最強後盾，有效彌補公部門人力有限的盲點。其次，在志工組織的永續經營上，可參考新加坡結合企業 ESG 與校園「環境探索學習之旅」的自償性與推廣模式，降低對單一政府補助的依賴，並透過沉浸式體驗將水資源教育向下扎根。最後，應持續完善河川巡守隊的培訓體系與榮譽表彰制度，激發基層民眾的參與熱誠，並結合大數據與公民科學(如水質簡易監測、生態普查)，形塑「官民齊心、全民水環境守護」的良好社會風氣，全面提升我國都會河川的治理韌性與成效。

肆、115 年 9 月 9 日(星期三)行程

一、參訪永續展覽館及濱海堤壩

台灣正面臨氣候變遷帶來的極端降雨與乾旱並存之嚴峻挑戰，借鏡濱海堤壩的成功經驗，未來在推動國土規劃與重大水利工程時，應徹底打破傳統單一工程的思維框架。新加坡將防洪排水、市中心淡水水庫、綠能發電與綠化屋頂休憩空間完美揉合於單一場域，創造出多重公共效益。建議台灣在規劃滯洪池、水庫周邊或都會河川整治等水利設施時，亦可導入多功能複合利用的立體化設計，讓硬體建設不只具備防洪防災功能，更能兼顧綠能減碳與市民日常遊憩需求，把環境危機轉化為永續發展的契機。

新加坡永續展覽館揚棄枯燥的政令宣導，透過豐富多元的互動式多媒體與實體模型，將複雜的治水歷程與「四大國家水喉」轉化為直觀、生活化的展示內容，讓永續意識自然扎根於民眾心中。台灣可參考打造兼具美學與科技感的環境教育基地，以啟發性與共鳴感十足的展示手法，引發大眾對水資源珍惜的深刻體會；透過兼具知識性與趣味性的場館體驗，凝聚全民共同面對氣候風險與環境永續的社會共識。

二、新加坡植物園

借鏡新加坡植物園與都市林管理經驗，建議地方政府推動綠化時應從「衝刺植樹數量」轉向「長期智慧維運與資材循環」，如導入城市生物多樣性指數(CBI)進行適地適種自我評估，並於重要都會綠廊及老樹佈建傾斜感測 IoT 裝置以預防風災傾倒；同步健全專業樹藝維運制度與志工認養機制，培育跨部會協調人才；此外，應研議於法規架構下簡化修剪枝葉與倒木之再利用程序，推動就地破碎堆肥，將都市林綠廢轉化為有機資源，落實全生命週期循環管理。

伍、115 年 9 月 10 日(星期四)行程

一、新加坡國立大學李光耀公共政策學院研習(氣候變遷政策)

新加坡推動氣候治理與植樹造林，其中種植百萬樹與新北市推展的「百萬人種百萬樹」概念相似，可借鏡新加坡經驗深化為都市林全生命週期智慧管理，由單純的苗木發放與數量累積，升級為導入「城市生物多樣性指數(CBI)」評估適地適種，並於重要都會林廊與老樹佈建傾斜感測與健康監測 IoT 系統，以科技預防風災傾倒風險；同時修正廢棄物清理與資材循環機制，推動修剪枝葉與倒木就地破碎堆肥，形成有機循環鏈。將「百萬人種百萬樹」所凝聚的公民參與動能，延伸至極端高溫調適的自然解方建設，讓市民從一次性植樹者，轉化為共同維護都會藍綠帶與實踐低碳生活的長期夥伴。

二、新加坡國立大學李光耀公共政策學院研習(水資源管理)

面對氣候變遷帶來的嚴峻旱澇考驗，台灣雖年降雨量充沛，但因地形與降水時空

不均，本質上同屬水資源極度匱乏之高風險區域。借鏡新加坡正視自身生存危機、提早佈局「四大國家水喉」的宏觀戰略，我國水資源治理應從國家政策高度推動結構性轉型提早因應，汲取類似新加坡的經驗與技術，降低對傳統水庫的單一依賴。同時應正視水價偏低導致水資源價值失真之問題，重塑反映水資源真實稀缺性的定價政策，以經濟誘因增加水循環利用率，應學習新加坡相關經驗，以提升國家水環境長期承載力與氣候調適韌性做長遠之規劃。

伍、115 年 9 月 11 日(星期五)行程

一、參訪 Veolia 有害廢棄物處理廠

新加坡威立雅（Veolia）處理廠，可說是「分得細、燒得透、能回收」的務實做法。在國內實務推動上可參考，如加強源頭把關，要求處理廠在收受廢棄物前落實化學快篩檢驗，確認性質相容再進場，避免不同化學品混放發生意外；其次，針對半導體和電子業常見、難分解的有害物質（如 PFAS），逐步引進或輔導廠商提升焚化爐的高溫破壞效率，並把燃燒產生的蒸氣與熱能回收發電，降低處理成本；最後，針對工廠產生的大量廢溶劑，建立明確的再生提純標準，鼓勵業者在廠內或就近委託合格處理廠回收再利用，既能減少化學品進口與廢棄物數量，也能在確保環境安全的前提下，實質減輕業者的清運負擔與國土承載壓力。。

二、新加坡國立大學李光耀公共政策學院研習(登革熱流行病學與控制)

我國登革熱防治長期以清除孳生源為主、化學防治為輔，多透過「巡、倒、清、刷」動員民眾；借鏡新加坡以科技、法規與科研引領的主動治理經驗，建議未來可從三大方向精進：在科技監測方面，環境部可協同衛福部疾管署，優先於南部高風險縣市試辦常態性誘蚊產卵器網絡，導入 AI 影像辨識自動計數，將病媒蚊密度制度化為領先預警指標，取代病例發生後的被動噴藥；在法制作為上，應檢討傳染病防治與廢清法規，針對建築工地與空地空屋等孳生源增列累犯加重處分機制，提高違規成本以促成自主巡檢；最後在科研創新部分，針對已列管之沃爾巴克氏菌（Wolbachia）技

術，建議加速完成本土生態與公衛評估，並於封閉型高風險熱區小規模試辦，逐步建構環境永續且前瞻的生物防治量能。

三、參訪永續生活實驗室(資源循環及氣候變遷調適之行動經驗分享)

借鏡 SL2 將生活賦能與基層防護緊密結合的經驗，建議我國在推動「全社會資源循環」與「微觀高溫氣候調適」上加速跨域整合。在資源循環面向可以教你修的賦能模式，結合里民活動中心、社區大學與在地志工，開辦分級居家修繕與小家電健檢課程，培育銀髮長者成為社區修繕師資，不僅深化物品再使用精神，更翻轉「用完即丟」的拋棄型文化。面對氣候變遷「調適重於減緩」之迫切趨勢，抗熱防線應由都市巨觀尺度延伸至「室內家戶與第一線作業現場」，建議結合長照社福網絡，針對頂樓、西曬長者等高風險家戶試辦低成本 IoT 溫濕度監測與熱預警，當熱指數達危險等級時連線志工登門關懷並協助施作簡易隔熱膜或通風改善，由下而上建構融合硬體防護與人文溫度的社區型氣候韌性安全網。