

出國報告（出國類別：研習）

112 年以色列低碳永續城市治理技術研習

服務機關：環境部

姓名職稱：顏旭明署長等 12 人

派赴國家：以色列

出國期間：中華民國 112 年 8 月 26 日至 9 月 1 日

報告日期：中華民國 112 年 10 月 17 日

目錄

| | |
|--|----|
| 摘要..... | 3 |
| 壹、前言與目的..... | 4 |
| 貳、學員名冊..... | 6 |
| 參、研習行程..... | 7 |
| 肆、考察重點與內容紀要..... | 8 |
| 一、 以色列環保部(Ministry of Environmental Protection, MoEP)..... | 8 |
| 二、 索萊克(Sorek)海水淡化廠..... | 23 |
| 三、 台拉維夫市政府環境及永續部門..... | 33 |
| 四、 以色列智慧城市研究所..... | 43 |
| 五、 Fluence 富朗世公司..... | 46 |
| 六、 ElectReon 電動車無線充電技術公司..... | 52 |
| 七、 阿里爾沙龍公園(Ariel Sharon Park)..... | 56 |
| 八、 土壤污染整治場址：Beit Dagan..... | 59 |
| 九、 以色列低碳城市參訪..... | 64 |
| 伍、心得與建議..... | 69 |

摘要

在面對全球極端氣候的衝擊，各國紛紛提出更強而有力的氣候行動，以應對嚴峻的挑戰，期能達成國家永續發展，以色列位於中東地區，國土大多數地處沙漠，在水資源匱乏及土地質地異常的惡劣條件下，保有全世界最具環保、科技、創新之稱號，為能了解以色列政府在自然資源缺乏條件下，如何推動科技創新、維持國家調適韌性及兼顧環境保護，環境部辦理「112年以色列低碳永續城市治理技術研習」，於112年8月26日至9月1日前往以色列，由環境部環境管理署顏旭明署長擔任團長，團員包括水質保護司、氣候變遷署、資源循環署、環境管理署、化學物質管理署、國家環境研究院及桃園市政府環境保護局等業務及行政單位簡任技正、科長及薦任技正等人員共計12人。

本次透過研習議題，學習以色列如何兼顧環境保育與經濟發展，同時發展國家創新技術，並且透過交流方式，說明我國對於氣候變遷與環保政策的發展進程，建立兩國未來合作交流的管道，研習重點摘錄如下：

一、通盤規劃整體國家永續發展，並重視國民環境素養

以色列已制定每五年一期的國家氣候行動，與各締約方國家及我國淨零排放路徑相同，在西元2030年前，除推行既有之減碳技術外，亦積極發展新技術；制定區域性調適計畫，鼓勵地方政府（如：台拉維夫市政府）建構城市調適能力，並以獎勵、補助及示範專案為誘因，推廣造林遮蔭專案，並搭配環境教育，從幼兒園至青年，扎根國民的氣候素養，建構系統性之氣候行動。

二、發展水資源再利用，彌補國家自然資源的不足

為解決國家水資源匱乏的問題，以色列透過海水淡化、廢（污）水處理及再利用等技術，供應民生、農業灌溉用水，水資源再利用技術已居於全球領先地位，雖以國的水資源技術及設備無特殊專利，惟將源自全球各國之技術、設備進行整合，據以增進各項水資源技術、創造高品質的用水環境。

三、廢棄場域復育及活化

以色列為致力於復育及活化廢棄場域，以本次參訪的赫里亞(Hiriya)垃圾掩埋場及Beit Dagan 土壤污染整治場址為例，其透過跨域整合及合作，達成整治、復育及活化的目標，也見證以國中央與地方政府間群策群力，將一座陳年垃圾掩埋場轉型為國際級之環境、生態教育場域「阿里爾沙龍公園」。

壹、前言與目的

世界各國在渡過自西元（以下同）2020 年起之 COVID-19 疫情肆虐後，全球正面臨極端氣候的挑戰，我國以 2050 淨零排放為願景，並達成聯合國永續發展目標，積極推動各項環境保護政策，並於今(2023)年 8 月 22 日成立環境部，強化環境品質改善，調整策略由污染管制轉變為預防管理、規劃整合事權並擴增業務，以系統性處理氣候變遷、資源循環、化學物質管理、環境品質管理、環境科研強化等為 5 大環境議題，期達成「永續環境、永續臺灣」願景。

本次赴以色列研習，以氣候變遷、廢（污）水處理及再利用、廢棄物管理及污染整治等環境保護治理政策為主要交流議題，另該國素來以科技、創新聞名，爰期學習以國在科技發展與創新的整體思維，並激盪團員思考，提升業務之啟發與創造能力。

本次行程共訪問以色列環保部(Ministry of Environmental Protection, MoEP)、台拉維夫市政府、以色列智慧城市研究所等機構，並造訪 Sorek 索萊克海水淡化廠、Fluence 污水處理公司、ElectReon 電動車無線充電技術公司、阿里爾沙龍公園及 Beit Dagan 土壤整治場址等單位及現地場址，參訪目的及重點摘述如次：

- 一、以色列環保部(MoEP)：我國環境部組改通過後，環保政策由「污染防治」升級為「環境治理」，爰拜會以色列環保部，以瞭解該國於氣候變遷、廢（污）水處理與資源循環等治理政策，及跨部會、中央及地方政府合作模式，作為我國環保政策制定之參考，並增進環保專業知能及技術，進行經驗交流以促進國際合作。
- 二、Sorek 索萊克海水淡化廠：以色列水資源取得困難，且雨量分配極度不均，降雨難以利用、水資源匱乏，以色列政府在逆境中求生存，透過鼓勵創新，拓增水源及處理能力，解決用水需求。另以國持續挹注創新研發經費、訂定激勵政策、提供資金協助，並鼓勵國內、外公司進行技術交流及投資，解決國內技術缺口，並開拓國際市場。
- 三、台拉維夫市政府環境及永續部門：台拉維夫是以色列第二大城市，也是以色列的經貿中心。該市以科技治理、開放創新平臺及鼓勵市民參與為核心，藉以促進智慧及永續城市發展，揭開了智慧城市管理之新篇章，而有「以色列矽谷」的稱號，也是全球知名的綠色城市；因此，本次研習台拉維夫市政府城市治理之作法，學習如何善用科技平臺有效管理城市，落實節能減碳，並充分與市民的大小事連結，讓市民自發性認同並參與政策形成過程。
- 四、以色列智慧城市研究所(Israel smart cities institute)：係非營利組織，與法國、葡萄牙、日本等國家均有合作經驗，應用 AI 進行大數據分析，建立預測模型，避免環境風險之實現、並提供交通疏導、疫情控制、治安改善、水電節約等城市治理解決方案，本次研習以「以色列模式之人工智能和大數據應用挑戰」及「城市領域新能源概念」為議題，汲取該研究所智慧城市治理技術，作為國內政策研擬參考。

- 五、Fluence 污水處理公司：以色列農業灌溉用水占全國用水超過 50%，如此大量的用水難以從以色列的自然資源取得，因此，發展再生水利用就成為以色列的一項專門技術，該公司是專門發展廢水處理、再生水、海水淡化、智能及複合解決方案的公司，其低能耗且能符合灌溉水質的再生水處理技術，尤其是 MABR 卷式生物反應膜以及模組化廢水處理的科技，正是水資源日益匱乏的臺灣所要學習的。
- 六、ElectReon 電動車無線充電技術公司：為瞭解以色列新創公司在電動車無線充電技術上的發展，重點項目在瞭解其技術指標，及相關應用前景。
- 七、阿里爾沙龍公園：本行程參訪目的在瞭解以色列將垃圾掩埋場復育並活化成城市綠地的過程，參訪重點為復育緣由、復育方式、機構管理及未來開發計畫等。
- 八、Beit Dagan 土壤污染整治場址：以色列針對國內土壤污染場址由環保部執行跨部會合作計畫進行改善，本次參訪據以瞭解以色列針對土壤污染場址之管制、改善及後續土地利用等執行情形。



圖 1、團員於臺灣桃園國際機場合影

貳、學員名冊

由環境部環境管理署顏旭明署長擔任團長，團員包括水質保護司、氣候變遷署、資源循環署、環境管理署、化學物質管理署、國家環境研究院及桃園市政府環境保護局等業務及行政單位簡任技正、科長及薦任技正等人員共計 11 人，詳如表 1。

表 1、低碳永續城市治理技術研習亞洲團學員名冊

| 序號 | 服務單位 | 姓名 | 職稱 | 備註 |
|----|---------------|-----|---------|------|
| 1 | 環境部環境管理署 | 顏旭明 | 署長 | 團長 |
| 2 | 環境部資源循環署 | 呂瑜城 | 科長 | 學員長 |
| 3 | 環境部氣候變遷署 | 陳麗華 | 技正 | 副學員長 |
| 4 | 環境部資源循環署 | 蔣震彥 | 專門委員 | |
| 5 | 環境部環境管理署 | 陳志強 | 科長 | |
| 6 | 環境部資源循環署 | 王冠勛 | 科長 | |
| 7 | 環境部化學物質管理署 | 吳貞霖 | 主任 | |
| 8 | 環境部水質保護司 | 王瑞鉉 | 技正 | |
| 9 | 環境部資源循環署回收基管會 | 鄭安利 | 特約環境技術師 | |
| 10 | 環境部環境管理署土污基管會 | 蔡豐任 | 特約環境技術師 | |
| 11 | 國家環境研究院 | 張雅萍 | 科長 | |
| 12 | 桃園市政府環境保護局 | 井長瑞 | 簡任技正 | |

參、研習行程

本次赴以色列研習自 112 年 8 月 26 日至 9 月 1 日，共計 7 天，整體行程如表 2。

表 2、低碳永續城市治理技術研習亞洲團_以色列研習行程

| 日期 | 地點 | 行程 |
|-----------------|----------------|---|
| 8 月 26 日 (六) | 臺北桃園啟程 | 啟程，由臺灣出發至杜拜轉機。 |
| 8 月 27 日 (日) | 以色列耶路撒冷 | <ul style="list-style-type: none">● 杜拜轉機前往以色列。● 研習資料準備、以色列低碳城市參訪。 |
| 8 月 28 日 (一) | 以色列台拉維夫 | <ul style="list-style-type: none">● 至以色列環保部研習。● 至索萊克海水淡化廠研習。 |
| 8 月 29 日 (二) | 以色列台拉維夫 | <ul style="list-style-type: none">● 至台拉維夫市政府環境與永續部門永續中心研習。● 與以色列智慧城市研究所研習。● 與臺灣駐以色列代表處業務交流。 |
| 8 月 30 日 (三) | 以色列台拉維夫 | <ul style="list-style-type: none">● 至廢水處理 Fluence 公司相關設施研習。● 至以色列電動車無線充電技術公司 ElectReon 研習。 |
| 8 月 31 日 (四) | 以色列台拉維夫、 返程 | <ul style="list-style-type: none">● 至阿里爾沙龍公園研習。● 至 Beit Dagan 土壤污染整治場址研習。● 返程，搭機飛至杜拜轉機。 |
| 9 月 01 日 (五) | 抵達臺北桃園 | 返程，搭機飛返臺灣。 |

肆、考察重點與內容紀要

一、以色列環保部(Ministry of Environmental Protection, MoEP)

(一) 背景介紹

以色列環保部（以下簡稱 MoEP）透過推動法律、法規和標準的制定，並監督其落實和執行，以保護環境和公共健康，亦遵循相關的國際公約。由相關部門負責國家氣候變遷政策、低碳經濟與綠建築、空氣品質與防制、廢棄物管理、危險物質監管、自然資源保護、海洋環境保護及廢水污染防治等領域（MoEP 組織概況，如圖 2）。其目標如下：

1. 保護人口和環境免受污染和環境危害，預防污染和環境危害，並為氣候變遷做好準備。
2. 保護和恢復生態系統、自然資源和開放區域，並防止其過度開發。
3. 促進永續繁榮，重點關注低碳循環經濟，並將這些價值觀融入政府、私部門和公眾的活動中。
4. 發展 MoEP 有效實現其目標的能力。

另在 2021 年至 2022 年間，該部重點工作領域如下：

- (1) 因應氣候變遷。
- (2) 推動回收和循環經濟轉型。
- (3) 改善阿拉伯人口的環境條件。
- (4) 保護和恢復自然系統。
- (5) 加強環境標準及其與國際標準的接軌。

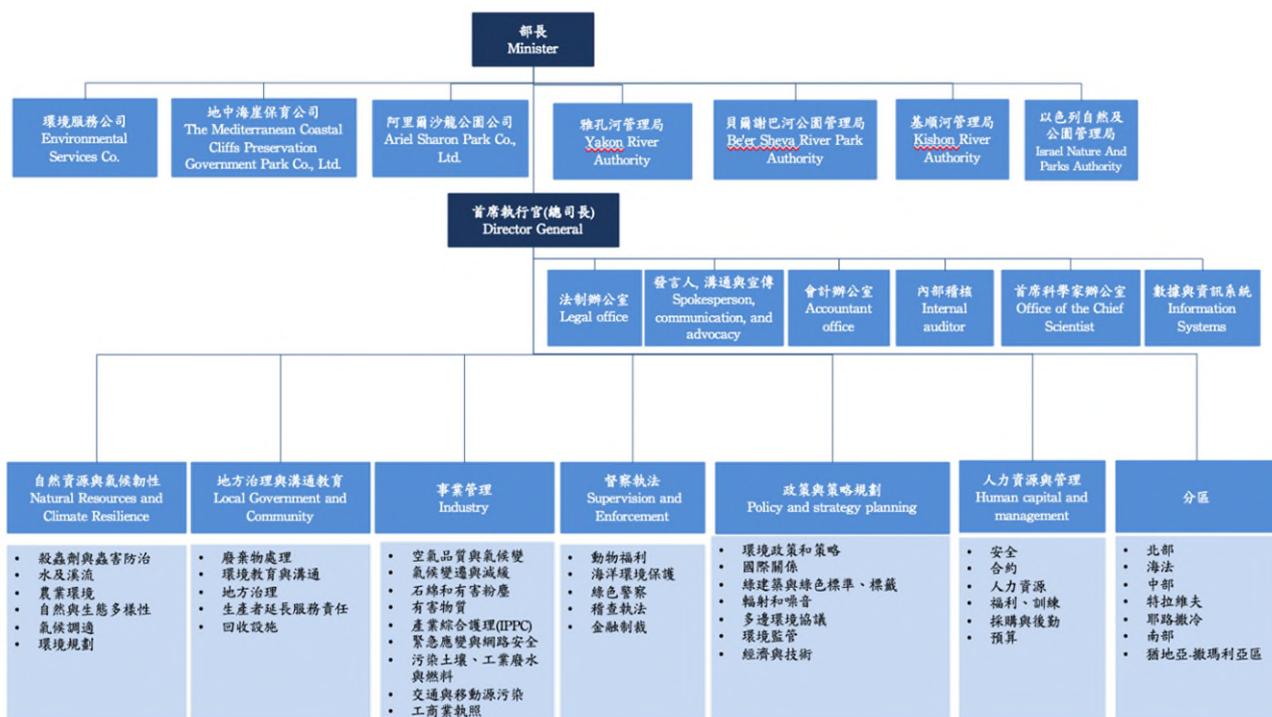


圖 2、以色列環保部組織架構

(二) 拜會內容

本次交流議題先由 MoEP 國際關係部門主管(Head of International Division) Mr. Adam Schalimtzek 作開場介紹，他表示自己曾於 10 年前造訪過臺灣，並說明以色列的環保事務屬於中央集權，環保政策推動及法規執行是直接向地方政府（如：台拉維夫市政府）聯繫並有賴其協助落實。同時 Mr. Adam Schalimtzek 也介紹當日與會的各部門環保專家，包括「氣候變遷風險地圖」議題的 Noga Kronfeld-Schor 教授（環保部首席科學家）、「氣候變遷調適」議題的 Ms. Hend Halabi、「綠建築」議題的 Mr. Ran Avraham、「氣候變遷減緩」議題的 Mr. Isaac Kedem 及「廢（污）水處理」議題的 Mr. Amir Erez 等人（圖 3）。針對本次交流議題，重點概述如下：



圖 3、以色列環保部經驗交流與分享

1. 氣候變遷減緩與調適

以色列受極端氣候事件影響，如野火（森林大火）、水災、暴雨及熱浪之影響頻率漸增，經預估 2021 年至 2050 年氣溫每年將升高攝氏 1.5 度，每年將減少 13 個寒冬，增加超過 20 個暖夜及增加 12 至 20 天的高溫日，且預估 2021 年至 2100 年海平面平均上升 1.06 公尺，海水溫度及鹽度變化也會增加，並促使中南部地區乾旱頻率增加，降水量減少 10-24%。爰此，以色列於 2021 年「聯合國氣候變化綱要公約」第 26 次締約方大會(The 26th UN Climate Change Conference of the Parties, 簡稱為 COP 26) 之際，提出「國家氣候行動計畫（2022-2026）」，據以執行各項減緩及調適行動。

(1) 氣候變遷調適

MoEP 自 2022 年起督促各部門重視調適行動計畫，要求所有部門於 2023 年底前完成制定調適行動計畫，也依地方政府申請，補助制定各項調適行動計畫，包含地方議會、城市等，至今已對 64 個地方政府進行補助（佔以色列全國人口之 55%），其中除台拉維夫市政府自辦調適計畫外，其他地方政府也持續推動擴大制定相關計畫中；透過整合中央、地方政府資源之調適行動計畫，並經由中央政府進行風險評估、國際審查及成本效益評估分析，擬訂以色列國家調適行動計畫，政策內容包含「城市」、「自然」及「教育」等三大系統領域，據以執行各項調適措施。

首先，在城市系統部分，提出造林示範策略，包含召開相關研討會議，研析植樹之種類，並進行試行及場勘等，已於 18 個議會提出造林與遮蔭預算專案計畫、於 14 個議會實施造林遮蔭預算試行專案，合計花費 2,130 萬元新謝克爾（換算新臺幣約 1.7 億元）。

在教育系統部分，包含正規教育及非正規教育，正規教育是針對幼稚園到 12 歲的小朋友，將科學、地理、生物及視覺藝術等融入學習科目中，辦理實地考察、教育之旅及討論會議等，共計花費 1,500 萬元新謝克爾（換算臺幣約 1.2 億元），培訓教師及發展 160 種教學課程，教育 150 萬個學生；另非正規教育則針對青年領域，辦理如以青年運動、氣候協調員或辦理氣候行動週等活動，促使青年對氣候與永續發展素養的認知提升，共計有 50 萬青年加入。

此外，另由 MoEP 首席科學家 Noga Kronfeld-Schor 教授說明，依據聯合國環境規劃總署在 2022 年 11 月發表氣候調適差距報告：「Too Little Too Slow: Climate adaptation failure puts world at risk」指出，缺乏充足知識及能力，是造成氣候調適失敗的主要因素，考量國家的調適韌性，MoEP 指出因應調適韌性需了解：氣候變遷衝擊是不具平衡性，易受危害、暴露及脆弱程度，及隨空間與時間而改變，且相關的調適作為應考量當地影響程度而定，爰此，MoEP 參考美國聯邦緊急事務管理署(FEMA)創建的國家風險指數，繪製氣候變遷風險地

圖，其主要目的是為促使相關政府機關提出更具優化的調適政策，獲取可靠的氣候變遷暴露程度、敏感性、調適能力和當地脆弱性的知識，以支持調適規劃；採用脆弱度指標(Vulnerability indices)進行計算，亦納入聯合國政府間氣候變化專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)歷年公布之脆弱度分析，以提高準確度。

脆弱度指標(Vulnerability indices)

$$= \text{暴露度(Exposure)} \times \frac{\text{(靈敏度(Sensitivity))}}{\text{調適能力(Adaptation capacity)}}$$

假設欲計算國家城市熱島效應脆弱度地圖，其假設值如下：

- 以色列所有城市地區以 30×30m 為一區間範圍內，時間設定為下午 1 時和晚上 9 時場景下，推估其受熱島效應之暴露程度圖。
- 以老年人口密度為敏感度、社會經濟水平為調適能力，計算其城市的脆弱度地圖，公式為：

熱島效應脆弱度指標(UHI Vulnerability)

$$= \text{暴露度(Exposure)} \times \frac{\text{老年人口密度}}{\text{社會經濟水平程度}}$$

- 其結果如圖 4 顯示，A、B 兩區之熱島效應程度相同，但因 B 區的老年人口密度高及社會經濟水平程度較低，因此評估 B 區的熱島效應脆弱度相較 A 區高，當地政府或區域可藉由脆弱度指標分析結果制定符合當地的調適行動，以因應當地熱島效應之情形。



圖 4、熱島效應脆弱度地圖（資料來源：MoEP 簡報）

(2) 氣候變遷減緩

依據以色列提出「國家氣候行動計畫（2022-2026）」，以色列 2020 年溫室氣體排放為 79 百萬公噸 CO₂e，其中以電力產業佔 44% 為最高，其次是交通運輸佔 21%，該國在 COP26 前，提出 2030 年減碳 27%、2050 年減碳 85%（另以色列總理納夫塔利·貝內特於 COP26 之際提出，設定 2050 淨零排放），按部門劃分具體減排目標，並承諾於 2030 年再生能源佔 30%；MoEP 提及該國再生能源發展雖包含核能、水力發電、地熱及潮汐發電，但其發電量皆佔少數，主要仍以太陽光電設施為主要再生能源的來源。

另會中詢問有關該國對於歐盟碳邊境調整機制的因應，及國內是否有規劃徵收碳費（稅）等議題，經 Mr. Adam Schalimtzek 表示，MoEP 已提出徵收相關碳稅機制，與臺灣不同的是，其徵收對象為針對煤炭(Coal)、液化石油(LPG)、燃料油(Fuel oil)、石油焦(Petroleum Coke)及瓦斯(Gas)等燃料產生的碳排放課徵特種消費稅，原訂於今年開始徵收，但因考量如開徵後，將會有能源弱勢的脆弱族群問題無法解決，故法案尚待研議，仍未通過施行。

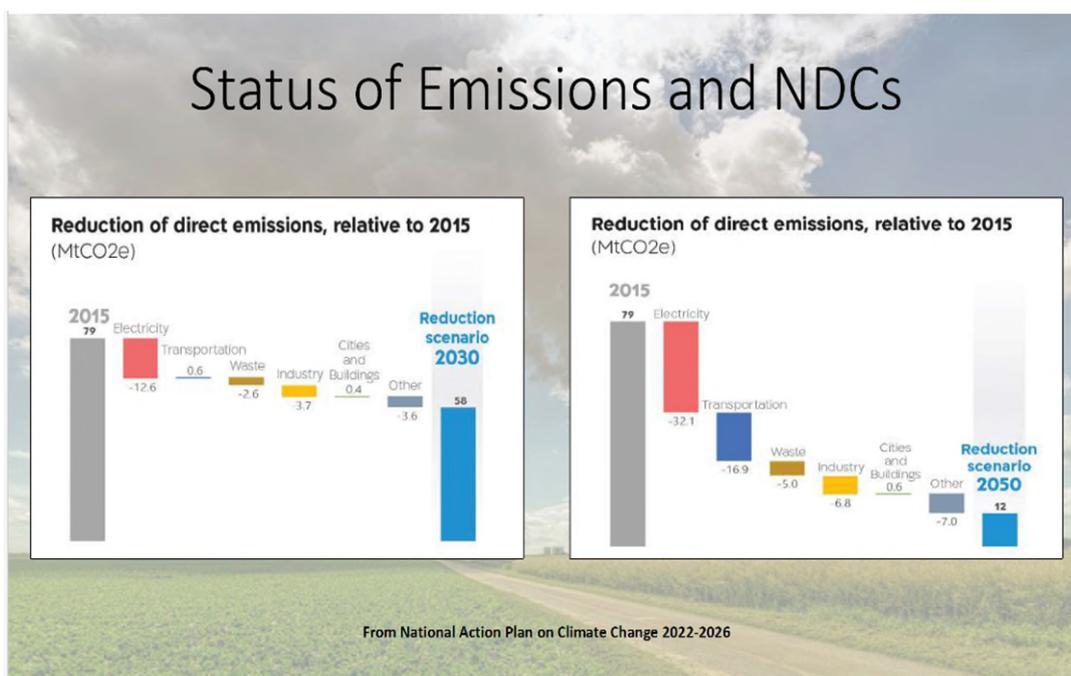


圖 5、以色列溫室氣體排放及目標（資料來源：MoEP 簡報）

考量環境影響與建築物的關聯性，該國每年有將近 750 萬噸的營建廢棄物排出，然而在未來 30 年將有 76% 的建築物為住宅使用，因此，該國希望能透過原物料資源循環，以減少廢棄物，MoEP 於 2020 年訂定 SI5281 綠建築標準的建築法規，要求新建築物自 2022 年應達 1 星級之標準（等同於符合美國 Leadership in Energy and Environmental Design, LEED），另該部亦建立綠建築資料庫，供各界查詢。

此外，MoEP 於 2022 年 12 月與該國能源部、建設和住房部聯合發起修正房屋銷售法，將新住房的能源評比納入規範當中，要求開發商應提供販售新住

房時應檢具能源等級標籤，並向能源部提出報告以利評定評級，其分級從 A+ 至 G 級，越接近 A+ 等級，表示該住房能節省的能源和金錢就越大，透過此評級，讓消費者了解未來住房能源消耗情形，納入購買之參考依據。此舉可促使建商在規劃設計階段，考量建築物的隔熱性能、窗戶尺寸、玻璃材質、建築物位置、採光能力，經估算，達高評級之建築物能節省近 30% 能源耗損。

綜上，透過能源等級標籤與 SI5281 綠建築標準結合，將協助以色列公共空間等降低能耗並符合生產需求，更促使建築領域之溫室氣體減量。

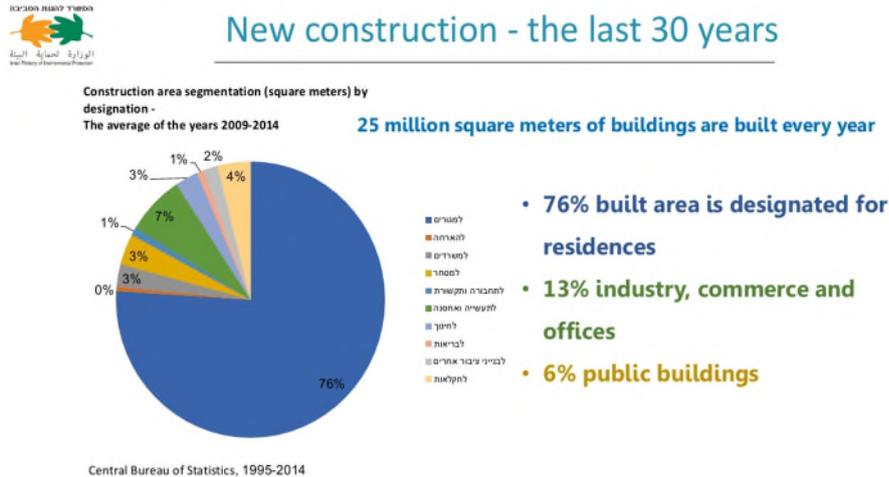


圖 6、以色列未來 30 年建築物占比（資料來源：MoEP 簡報）

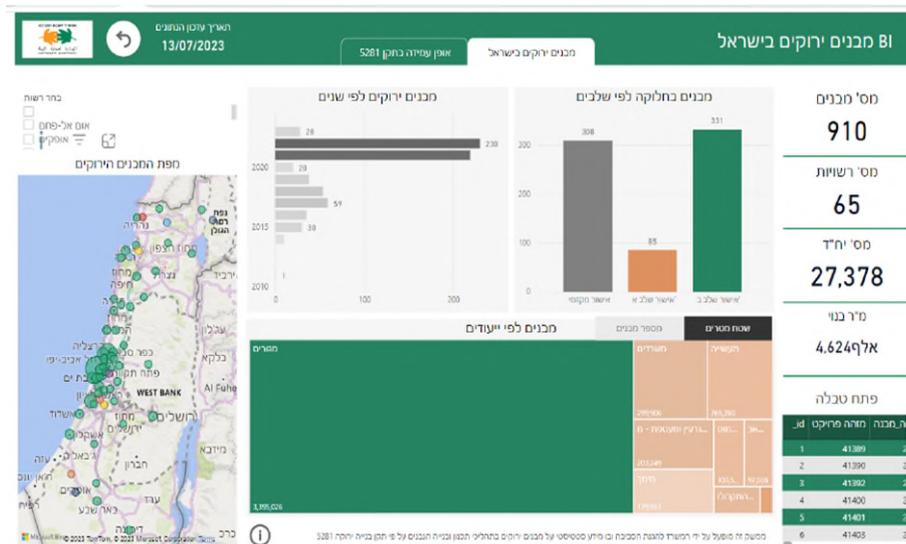


圖 7、以色列綠建築資料庫（資料來源：MoEP 簡報）

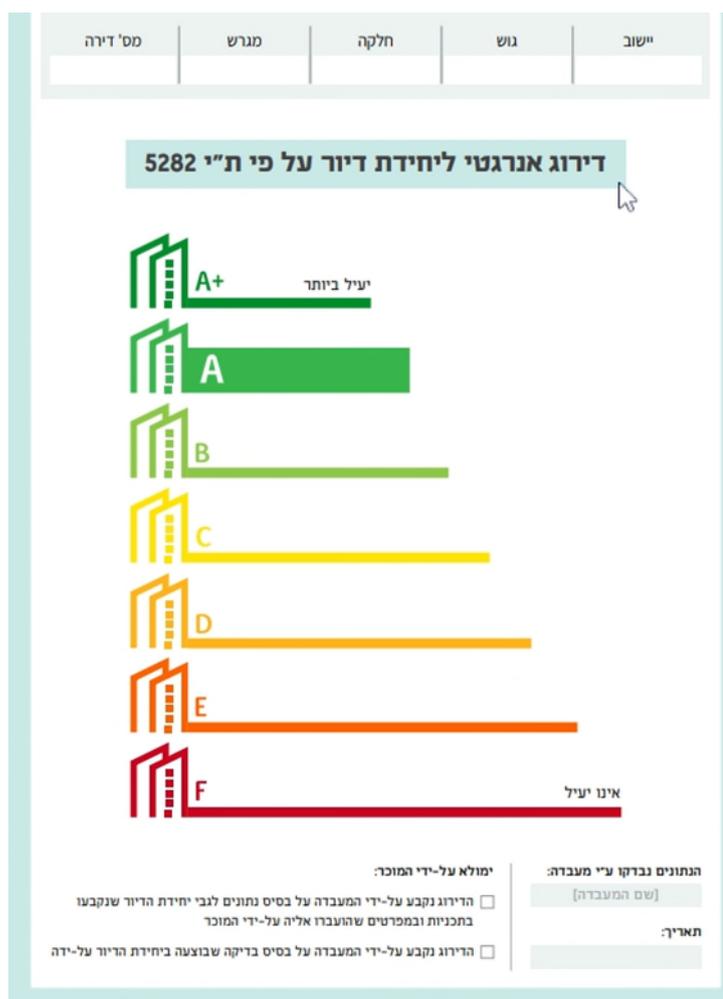


圖 8、以色列能源等級標籤（資料來源：MoEP 簡報）

2. 廢（污）水處理

MoEP 負責該國生活及工業廢（污）水收集處理與再利用等政策，由環保部之水、廢水及流域部門主管 Dr. Amir Erez (Mr.) 進行簡報說明。

該部門的目標及願景包括：保護水源避免污染、將溪流恢復為自然棲息地、進行廢污水流入溪流及環境之防治、處理污泥並再利用於農業、提高廢水處理標準，並重新使用作為農用水資源等；另該國對於污水處理之挑戰，在於高濃度有機及混合污染物之廢污水，其透過廢（污）水處理廠，處理至低有機污染條件，目標在於確保各式廢（污）水、農業逕流廢水或剩餘廢水等，不排放至河川或溪流當中。目前該國政策重點在於確保農業、工業、公園及溪流補給用水能持續供應，並創造「新水(New Water)」，即利用大規模海水淡化廠及回收水等作為灌溉用水，取代淡水、廢水及污泥集中處理等，創造具有環境及經濟效益的供水模式等。

依據聯合國定義水資源缺乏標準為 0 至 1,000 m³/capita/year（立方公尺/每人/每年），而以色列僅有 160 m³/capita/year 屬於水資源缺乏國家，並鑑該國用水量約 2,400 MCM/yr（百萬立方公尺/每年）大於自然補給量約 1170 MCM/yr，且因應該

國人口持續上升（目前約 945 萬人）等因素，「新水(New Water)」為不可或缺之水資源，目前已佔水供應來源超過 50%（包括廢水回收水 23%、淡化海水 28%及其他來源則來自地下水 34%及溪流水 15%）。

以色列產生約 550 MCM/yr 的廢水，其中 93%廢水均完成處理、86%之處理後廢水並可做為回收水使用，回收使用居於全球領先地位。目前廢水有 60%經過三級處理，未來該國由大型廢水處理廠處理之廢水，將全數完成三級處理（廢水處理廠歷年增加趨勢如圖 9、廢水水質趨勢如圖 10）。近年該國溪流中各項污染物數量呈現下降趨勢（溪流中永久性污染物、有機化合物、總氮、總磷數量如圖 11、12）。



圖 9、歷年廢水處理廠增加趨勢（資料來源：MoEP 簡報）

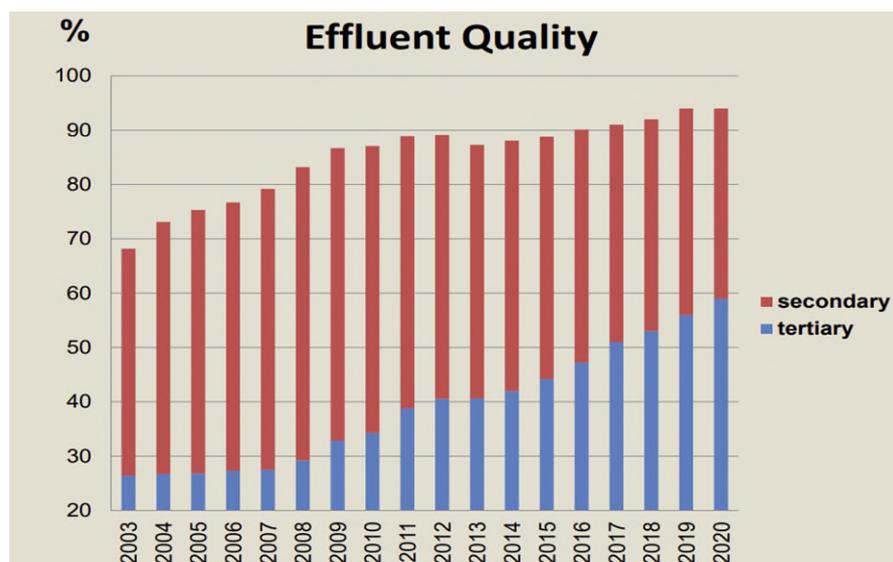


圖 10、廢水水質趨勢（資料來源：MoEP 簡報）

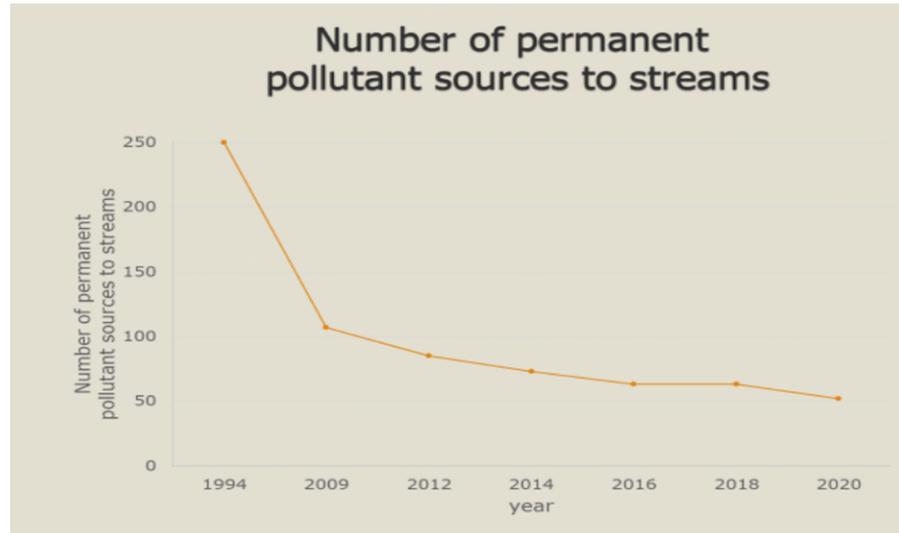


圖 11、溪流中永久性污染物數量趨勢（資料來源：MoEP 簡報）

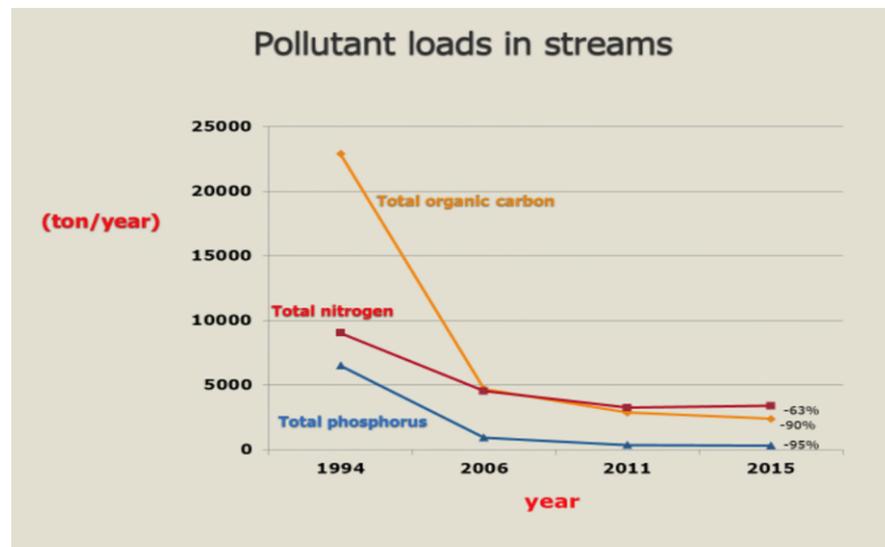


圖 12、溪流中有機化合物、總氮、總磷數量趨勢（資料來源：MoEP 簡報）

經 MoEP 分析有關廢水回收使用的基本需求為：良好的水質、可靠的供給、符合農地高度水源需求、組織能力、支持性等規範。MoEP 利用檢查、執法、提供資訊及規範等管制工具，以達成符合環保之目的。其他制度如下：

- (1) MoEP 為水務局委員會、區域規劃委員會、公衛特別委員會、河流排放委員會等相關委員會之成員。
- (2) 依據商業執照法，MoEP 監管商業執照及法律遵循之條件。
- (3) 依據水法(Water Law)，MoEP 規範及執行相關水質保護措施，以避免污染。
- (4) 對於污水處理系統要求預防性維護之規定。
- (5) 對於工廠廢水要求預先處理之規定。

另該國相關水污染政策、法規及標準如下：

- (1) 水法(Water Law)：以色列水資源為國家資產，不存在私人所有權。污水亦為水資源之一環。為確保有效利用，水價應反映其成本。污染水資源行為為刑事犯罪行為。
- (2) 廢水無限制灌溉水質標準(Wastewater quality for unrestricted irrigation, 2010)：計有 36 項參數（摘要如表 3），該標準之設定並已考量環境、農業、植物生態、公共衛生及水文地質等各方面觀點。
- (3) 廢水排放溪流水質標準(Wastewater quality for disposal to streams, 2010)：採取更嚴格標準（如表 3），且需經特別核准。
- (4) 工業廢水水質標準(Industrial effluent quality, 2014)：要求工廠排放至公共污水處理系統前，應符合相關標準，以保護污水系統免於損壞或堵塞、保護廢水處理廠之生物處理程序，以及減少廢水中之污染物。

表 3、廢水水質標準

| 參數項目 | 單位 | 灌溉標準 | 排放溪流標準 |
|-------|--------------------|---------|---------|
| 生化需氧量 | 毫克/公升 | 10 | 10 |
| 總懸浮固體 | 毫克/公升 | 10 | 10 |
| 化學需氧量 | 毫克/公升 | 100 | 70 |
| 總氮 | 毫克/公升 | 25 | 10 |
| 氨 | 毫克/公升 | 10 | 1.5 |
| 總磷 | 毫克/公升 | 5 | 1.0 |
| 溶氧 | 毫克/公升 | >0.5 | >3 |
| 酸鹼值 | / | 6.5-8.5 | 7.0-8.5 |
| 大腸桿菌 | 最大可能數值/每 100 毫升 | 10 | 200 |
| 餘氯 | 毫克/公升 | 0.8-1.5 | 0.05 |

將廢水處理達到符合標準之方式：有關有機物、懸浮固體及氮磷等，主要仰賴廢水處理廠之三級處理；病原體部分，仰賴廢水處理廠之消毒程序；金屬類污染物之去除，則需要各產源工廠之前處理；鹽分之去除，亦由各產源工廠之前處理進行。

(三) 研習團提問及拜會單位回應內容摘述列表如下：

表 4、研習團研習提問與回應彙整表_MoEP

| 研習團提問事項 | 拜會單位回應內容 |
|---|---|
| 1. 氣候變遷減緩與調適 | |
| (1) 氣候變遷風險地圖自設立至今，是否有實際應用於極端氣候案件的經驗？ | 氣候變遷風險地圖目前尚待開發試驗階段，因此尚未有實際應用之經驗及案例可以分享，相信未來運行一段時間後，將會有豐富的案例再繼續互相交流。 |
| (2) 該風險地圖的資料庫龐大，涉及的內容不僅包含氣象、溫度、雨量，更包含地區性的社會經濟、人口數、年齡分布、教育程度等，如何與其他部會溝通協調？ | 正因資料蒐集分析整理工作仍在發展，對地方政府執行困難高，故由中央政府統籌執行相關工作，負責資料蒐集、模式發展及提供工具給予地方機關與有關單位查詢使用，雖然資料庫蒐集與彙整分析本不是一件容易的事，但目前有成立跨部會的委員會，定期報告關注有關事項的推動，如有訴求亦可提委員會討論。 |
| (3) 調適行動計畫當中，教育系統為其中策略之一，應如何將調適議題融入執行與推動？ | 調適行動的教育體系分為教師培養、青年活動參與及學生教育等三個面向。教師培養係透過政府機關編撰的教材，培訓教師具備氣候變遷調適行動相關知識；青年活動參與則是辦理氣候變遷調整相關活動，使其能學習有關知識，並能投入公共領域意見發表；而學生教育方面，則是將氣候變遷調整工作融入學生學習教材，了解現況與如何應對。 |
| (4) 調適行動中的教育系統，除針對正規與非正規教育外，是否對企業有進行培育？輔導企業提出氣候相關風險揭露資訊？ | 此部分係由該國的稅務部門主政辦理企業的氣候變遷教育培育；財政部亦有制定相關法規規範，企業應定期提出相關的氣候風險評估報告。 |
| (5) 氣候風險地圖的受眾對象如何選擇？ | 受眾對象係依照面臨氣候變遷風險時，較無法妥善做出因應的族群，及區域人口較多的地方作為受眾對象，例如社會經濟收 |

| 研習團提問事項 | 拜會單位回應內容 |
|---|--|
| | 人較低者、年長者、人口密度較高之區域等等。 |
| (6) 碳稅課徵對象是否只要使用燃料之業別皆須繳納？是否包含一般民眾？ | 目前碳稅相關法規尚未通過，主要係因社經地位差異過大，會導致低收入等脆弱族群無能力繳納碳稅之爭議及碳洩漏等問題；目前正在調整新的法案後再行提交。 |
| (7) 以色列溫室氣體排放以運輸占第二排放源；另因運具眾多，易導致空氣品質不良，但該國在運具電動化之技術投資額度高，請問預計如何推動運具電動化，以達成減少溫室氣體排放，進而提升空氣品質？ | 已推動電動公共巴士，目前尚待研究氫能等其他新興能源的公共運輸系統之技術。 |
| (8) 我國推動運具電動化多年，但因部分老舊社區停車場因電壓或建築結構因素，無法設置充電樁，請問以國如何解決社區設置充電樁的問題？ | 公共充電設施仍在努力建置當中，未來幾年將投入預算加速全國充電樁佈建。 |
| (9) 環保部將綠建築標準融入建築規劃法規中推動，是否有什麼誘因讓建商能遵守執行？ | 公部門建物方面，可於契約落實規範；私部門建築物方面，則是透過稅務部門、產業部門與目的事業主管機關共同建立誘因機制；另市場淘汰機制也促使建商之間競爭而配合辦理。 |
| 2. 廢（污）水處理 | |
| (1) 就廢污水處理，MoEP 與相關機關如建設部、衛生部、農業部、經濟部之間等，如何進行合作？ | <p>水量與水源開拓是由水務局(Water Authority)負責，以色列環保部負責水污染防治，並使業者符合水污染有關標準，衛生部則是負責飲用水標準管理、農業生產用水使用許可管理等。的確相關機關有部分職掌重疊情形，例如：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. MoEP 與水務局（註：建設部所屬機關）均負責掌控工業廢水排入下水道之水質，批准企業的水質監測計畫，以及執行基於水法授權之環境執法。 2. MoEP 及衛生部均負責回收水用於農業灌溉之水質，監督廢水使用符合環境條 |

| 研習團提問事項 | 拜會單位回應內容 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|--------------------|----|-------|-----------|---|------|------------|---------------|---|----------------|---------------|---|--------------|---------------|-----|--------------|---------------|------|---------------|---------------|--------------------|-------------|---------------|-----|
| | <p>件及水質。對於偏離規定的情況，會有特別委員會處理，成員也包括農業部和水務局。環保部必要也可以採取刑事執法手段。</p> <p>3. 回收廢水用於農業灌溉，只有衛生部有權核發這樣的灌溉許可。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>(2) 就廢污水的分流收集的規範及作法為何？</p> | <p>業者須自行處理符合標準後排放至承受水體，或是符合納入污水廠處理的標準，由污水處理廠收集後處理。詳述如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 對於源頭：於工廠端採取預防及減量措施。對於排放：採取減量及廢水分流措施，並於工廠端採取前處理，再排放至廢水處理廠。對於處理：廢水處理廠只收集經過前處理之廢水，有 49 項指標，透過各項規定進行監管。並且對於超標廢水徵收費用，促使工廠改善水質。 間接排放（註：排放至廢水處理廠）水質標準：49 項禁止參數，不在廢水處理廠進行處理，而需由各工廠進行處理（如下表）。 <table border="1" data-bbox="842 1279 1426 2004"> <thead> <tr> <th>參數</th> <th>單位</th> <th>下水道適用</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>pH 酸鹼值</td> <td>/</td> <td>6-10</td> </tr> <tr> <td>DOX 阿黴素</td> <td>mg/L 毫克/公升</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Sulfide 硫化物</td> <td>mg/L 毫克/公升</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Arsenic 砷</td> <td>mg/L 毫克/公升</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>Mercury 汞</td> <td>mg/L 毫克/公升</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>Chromium 鉻</td> <td>mg/L 毫克/公升</td> <td>0.3(+3) 0.1(+6)</td> </tr> <tr> <td>Nickel 鎳</td> <td>mg/L 毫克/公升</td> <td>0.5</td> </tr> </tbody> </table> | 參數 | 單位 | 下水道適用 | pH 酸鹼值 | / | 6-10 | DOX 阿黴素 | mg/L 毫克/公升 | 1 | Sulfide 硫化物 | mg/L 毫克/公升 | 1 | Arsenic 砷 | mg/L 毫克/公升 | 0.1 | Mercury 汞 | mg/L 毫克/公升 | 0.05 | Chromium 鉻 | mg/L 毫克/公升 | 0.3(+3) 0.1(+6) | Nickel 鎳 | mg/L 毫克/公升 | 0.5 |
| 參數 | 單位 | 下水道適用 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| pH 酸鹼值 | / | 6-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DOX 阿黴素 | mg/L 毫克/公升 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sulfide 硫化物 | mg/L 毫克/公升 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic 砷 | mg/L 毫克/公升 | 0.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mercury 汞 | mg/L 毫克/公升 | 0.05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chromium 鉻 | mg/L 毫克/公升 | 0.3(+3) 0.1(+6) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nickel 鎳 | mg/L 毫克/公升 | 0.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 研習團提問事項 | 拜會單位回應內容 | | |
|----------------------------------|--|---------------|-----------------|
| | Lead 鉛 | mg/L 毫克/公升 | 0.5 |
| | Hydrocarbon 碳氫化合物 | mg/L 毫克/公升 | 20 |
| | Fat oil 脂質 | mg/L 毫克/公升 | 250 |
| | 另 4 項參數為廢水處理廠處理標的，如工廠排放較高濃度則需額外付費（如下表）。 | | |
| | 參數 | 單位 | 下水道適用 |
| | TSS 總懸浮固體 | mg/L 毫克/公升 | 400-1,000 30 |
| | COD 化學需氧量 | mg/L 毫克/公升 | 800-2,000 |
| | Total Kjeldahl Nitrogen 總凱氏氮 | mg/L 毫克/公升 | 50-100 |
| | Total phosphorus 總磷 | mg/L 毫克/公升 | 15-30 |
| (3) 是否將回收水使用於民生用途的相關規劃，以及所遭遇的困難？ | <p>相關未來的規劃與挑戰如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 為增長人口規劃和開發廢水處理廠。 2. 決定是否及如何改善廢水品質至三級處理以上。 3. 100%回收廢水，不排放至溪流和海洋。 4. 在氣候變遷的時代下，如何分配更多天然水資源至溪流。 | | |
| 3. 廢棄物管理 | | | |
| 一次性塑料稅問題 | 有關「廢棄物處理」議題因行程所限，未及進行意見交流，不過根據事先蒐集之相關資料，在垃圾減量及限塑政策推動方面，以色列於 2021 年 11 月開徵適用於免洗餐具（杯、盤、碗及吸管等）的「一次塑料稅」，該稅收係按免洗餐具所使用之塑膠原料及塑膠塗層紙重量徵收。MoEP | | |

| 研習團提問事項 | 拜會單位回應內容 |
|---------|--|
| | 報告並指出，自徵稅以來，塑膠消耗量下降 50%，但也看到相關新聞報導說該部正在「研議」取消一次性塑料稅。 |

(四) 小結

1. 氣候變遷減緩與調適

以色列為聯合國締約方非附件一之開發中國家，該國呼應國際趨勢，於 2021 年 COP26 氣候峰會之際，提出「國家氣候行動(2022-2026)」，並於 2023 年提出兩年度透明度報告；此外，該國為提升國家整體調適韌性，除要求各中央部會提出調適行動計畫外，更補助地方、議會等辦理調適行動計畫，以區域性的方式提升城市氣候韌性，並建立氣候變遷風險地圖，提供中央、地方及各區域因應極端氣候對應之科學依據。

2. 廢（污）水處理

以色列總廢水約 550 MCM/yr，其中 99%均集中收集處理、1%為鄉村地區化粪池收集處理；約 97%廢水經過處理，處理後廢水約有 86%為回收使用、剩餘排放至溪流或海洋。以色列是目前世界上將廢水回收水使用於灌溉之領先國家，其有兩大目標：即使於乾旱時期亦有可靠的灌溉水源、保護水資源避免污染溪流。足見該國對於水資源的回收再利用，以及避免廢（污）水污染環境之目標明確，並據以落實、逐步達成。

3. 資源循環利用

本次會議礙於 MoEP 會議時間有限，雖未及討論上述議題，但 MoEP 另有以 email 進行意見反饋，表示「一次性塑料稅已被取消，但正在考慮替代方案」。



圖 13、本團學員提問



圖 14、與 MoEP 合影

二、索萊克(Sorek)海水淡化廠

(一) 背景介紹

以色列位於地中海東岸，總面積為 22 萬平方公里，屬於半乾旱、持續乾旱及低頻率大雨類型氣候，相較英國倫敦每年降雨時間 186 天、總雨量 587mm，以色列台拉維夫每年降雨時間 68 天、總雨量 530mm，係屬強降暴雨型，雨勢常造成水災，以色列 60%的土地是沙漠，水資源難以取得，且降雨不平均，水資源無法有效利用，且參考 1975 年至 2017 年間，加利利湖每年進水逐年降低、以色列人口增長趨勢，預計水資源需求由 2018 年為 1,687 MCM/yr，至 2030 年為 2,453 MCM/yr，到 2050 年則為 2,721 MCM/yr，以色列目前用水量 2,400MCM/yr，其中包括（如圖 15）農業用水（1,300MCM/yr，55%）、生活用水（810MCM/yr，34%）、工業用水（125MCM/yr，5%）、提供約旦國家及軍事用水（130MCM/yr，6%）依每年降雨 6,000MCM 至 8,000MCM，目前每年仍短缺 700MCM（Yearly shortage of 700 million m³），明顯地，政府必須透過積極提高公眾意識，推動節水、造水、廢污水回收再利用（農業用水）及智慧水管理科技（園藝滴灌技術）。

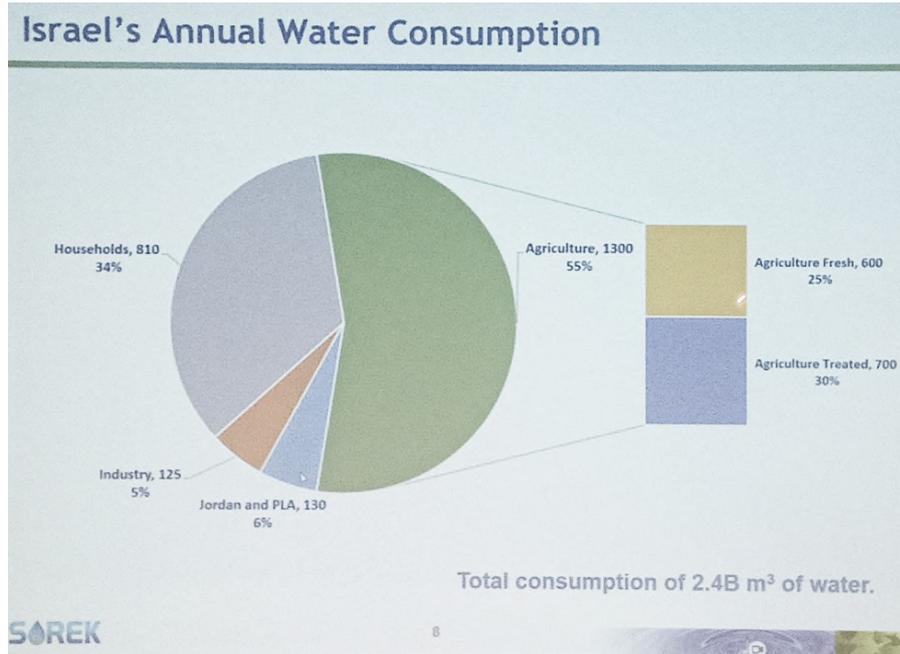


圖 15、以色列農業、工業、民生用水配置情形（資料來源：Sorek 簡報）

以色列政府曾推行民眾省水運動，雖有效減少浪費，但對於水資源的補充仍然遠遠不夠，以色列廢污水回收率高達 86%（第二名西班牙 17%），水資源科技已成為世界技術領先國家，必須透過超過濾及海水淡化方式縮小水資源缺乏情形，以色列是首先開發海水淡化的國家，自 1964 年起推動海水淡化(Eilat, Zarhin Desalination Plant, 1964)，海水淡化水資源從 2005 年 33MCM 增加至 2015 年 550MCM。

以色列目前有 5 座逆滲透海水淡化設施，分別是 SOREK-150MCM /yr、HADERA-137MCM /yr、ASHKELON-120MCM /yr、ASHDOD-100MCM /yr、PALMACHIM-90 MCM/yr，合計 597 MCM /yr，相當於佔全年總用水量 25%、總淡水需求量 36%、總家庭需求量 74%。未來將增設 West Galilee-100 MCM /yr、Sorek B-200MCM /yr 及 Ashkelon 2027 年擴建 140 MCM/yr，總計 2027 年將有 1,100 MCM /yr 海水淡化設施。

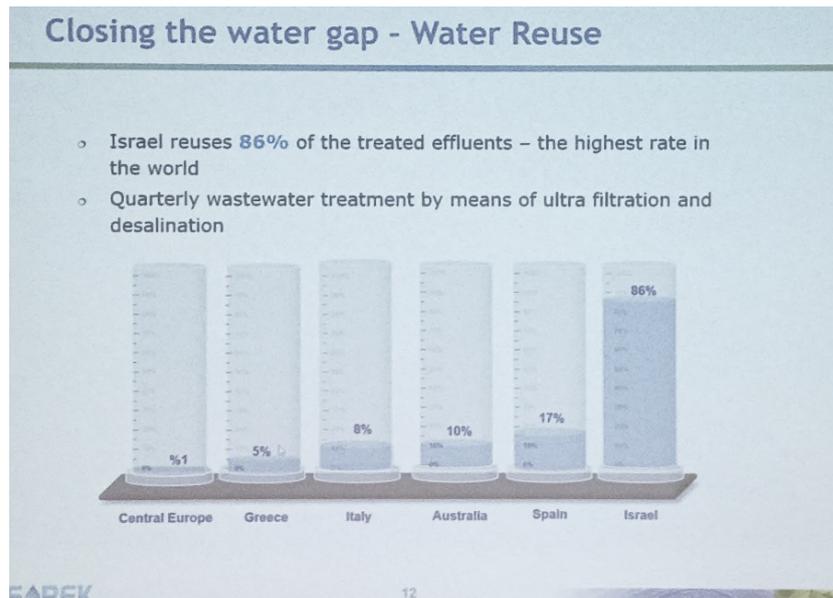


圖 16、以色列與其他國家廢污水回收率比較圖（資料來源：Sorek 簡報）

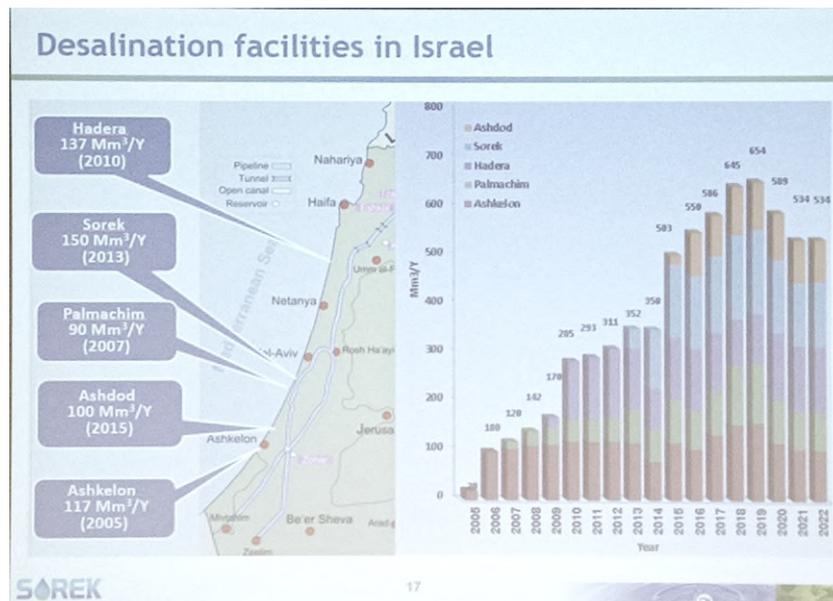


圖 17、以色列 5 座逆滲透海水淡化設施產能（資料來源：Sorek 簡報）

海水淡化主要優點有 3 項：

1. 安全可靠的水資源：地下水過度抽取會造成鹽度增加及海水侵蝕地下水，故海水淡化是最終解方。
2. 鹽度降低：改善處理後之水質，符合農業用途需求。
3. 硬度減少：減少管道堵塞及清潔劑使用量的減少。

(二) 拜會內容

索萊克(Sorek)海水淡化廠是世界最大的海水淡化廠(如圖 18),運用海水 RO 逆滲透技術,日處理能力為 62 萬 4,000 噸(即 150 MCM /yr, max.2 萬 6,000m³/hr, 相當 624MLD(百萬公升/天, 1 萬 CMD = 10MLD), 提供 150 餘萬人飲水供應, 採用 25 年 BOT (Build, Operate and Transfer) 經營權期限模式。



圖 18、Sorek 海水淡化廠全景

(資料來源：Sorek 網站, <https://ide-tech.com/en/project/sorek-desalination-plant/>)

關鍵技術參數如下：

1. 總處理能力：150MCM/yr (最大日處理量 48 萬 m³/day, 最小日處理量 37 萬 5,000 m³/day)。
2. 海水淡化廠佔地面積：590 m × 170 m (相當 10 公頃)。
3. 處理水質必須符合以色列衛生部公共衛生條例和海水淡化局規範之飲用水標準, 如表 5。

表 5、以色列飲用水標準

| 項目 | 標準 |
|--------------|------------|
| 總溶解性固體物(TDS) | 不超過 300ppm |
| 酸鹼值(pH) | 7.8~8.5 |
| 硼(B) | 不超過 0.3ppm |

| | |
|-----------------------------------|------------|
| 氯(Cl) | 不超過 20ppm |
| 藍氏飽和指數(LSI) | 0~0.5 |
| 濁度(Turbidity) | 不超過 0.5NTU |
| 硬度(Hardness CaCO ₃) | 80~120ppm |
| 鹼度(Alkalinity CaCO ₃) | 不低於 80ppm |

4. 進水設計：6 個運轉泵 + 1 個備用泵，合計 7 個泵，每臺泵容量 8,400 m³/hr，包括魚類即藤壺生物的過濾設備。
5. 加壓抽水站：以取水管採重力方式將地中海之海水導至抽水池，並透過加壓抽水站將海水輸送至後端海水淡化廠進行淡化產程。
6. 處理方式為(1)前處理(2)二階段 RO 逆滲透(3)礦化再處理(4)海水沉澱處理後放流回地中海。
7. 前處理過濾設備：包括 24×2 個雙介質過濾室(無煙煤、沙、碎石)及 24×2 20 μm 濾筒式過濾器組成。
8. RO 逆滲透濾膜：以 5 萬張半透膜並封裝在直立的白色圓柱狀中，每個圓柱約為 4 呎高及 16 吋寬，半透膜上孔洞約較頭髮直徑百分之一還小，海水經由 70 大氣壓力通過圓柱，使用濾膜滲透的原理係海水中之淡水可透過半透膜，另高鹽份鹵水則集中並由排放管排回地中海。



圖 19、Sorek 海淡廠之加壓抽水站配置情形

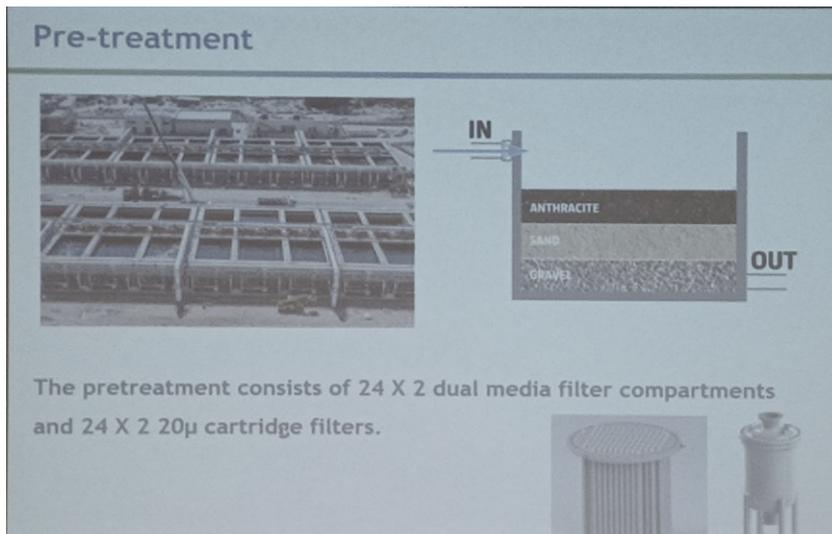


圖 20、過濾前處理設備配置情形（資料來源：Sorek 簡報）

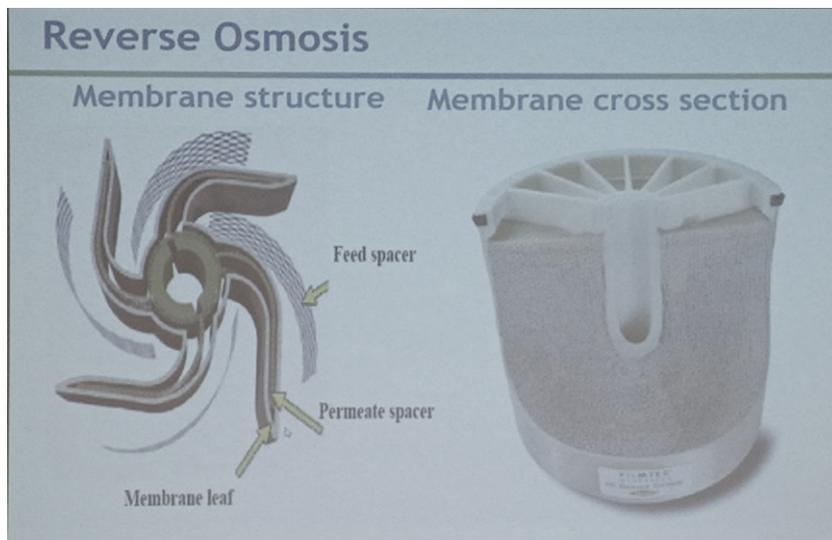


圖 21、RO 逆滲透半透模配置情形（資料來源：Sorek 簡報）

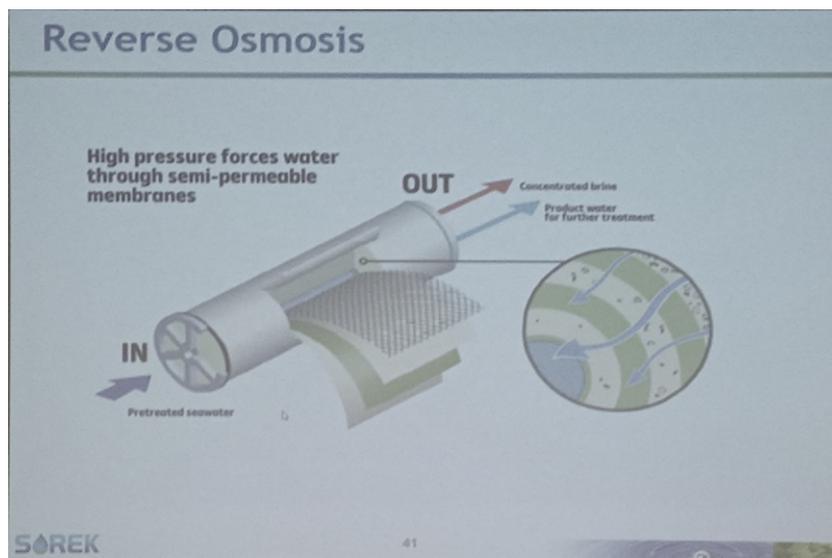


圖 22、高壓水流經過 RO 逆滲透半透模置換原理（資料來源：Sorek 簡報）



圖 23、Sorek 執行長現場說明半透膜封裝白色圓柱狀



圖 24、Sorek 執行長現場說明拆解後實際半透膜配置情形

9. 採二階段 RO 逆滲透濾膜：全廠區共 1 萬 6,400 組 RO 逆滲透圓柱設備，一階 RO 利用率 40%至 50%（最高 75bar，1atm = 1.013bar），二階可到 95%（最高 20bar），總利用率可以到 60%，採高壓方式及透過雙功能交換器，可回收 97%鹽水壓力能。
10. 過濾水：透過二氧化碳及硫酸調節 pH 值及氯化過程，使過濾水於方解石床上再礦化過程。
11. 鹵水排放：依 Sorek 執行長 Semion Brover 表示該廠鹵水排放濃度與地中海並無濃度差異甚大情形。
12. 該廠採預鑄施工工法，施工期程短（2011 年 1 月動工，2013 年 10 月完成），該廠本身有獨立的發電廠，供應海水淡化過程所需用電量外，其餘電力將出售給以色列的電網使用。員工約 50 人，全廠多採自動化作業，夜間時段只需 2 個人留守，自動化程度非常高，為採智慧化及自動化主流趨勢之海水淡化廠。



圖 25、廠區逆滲透圓柱設備裝置情形



圖 26、濾水於方解石床上再礦化後之礫石

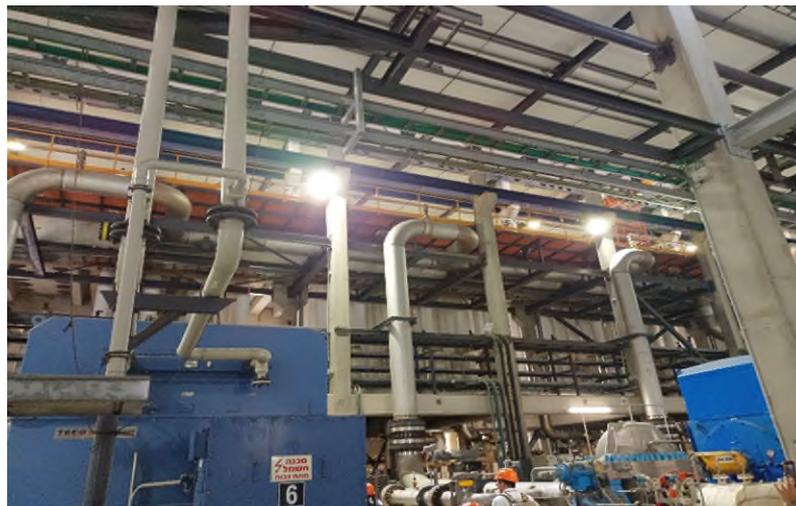


圖 27、廠區全線自動化情形

依以色列的水資源需求來源及恢復能力，未來思考三方向：

1. 水資源管理：

- (1) 水費的定價核算及管線不漏水等預防損失（以色列全國自來水漏水率只有 5%）。
- (2) 創新方式研發及管理。
- (3) 隨時做好緊急應變。

水資源再回收：以色列幾乎達 90%的廢水被處理及再利用。

海水淡化運用：

- (1) 最安全可靠的方式。
- (2) 可彌補水資源缺乏的方式。
- (3) 大量的海水資源被重複使用。

另在溝通問答及設備參訪過程，整理如下：

1. 每個泵每小時可處理 1 萬立方公尺，廠內運作只有 50 人，其他自動化，如果故障每天須賠政府 20 至 30 萬美元，管線洩漏是最高的維護成本。
2. Sorek 海水淡化廠有獨立的供電電廠，包括天然氣和太陽能，內部需求可維持 25 至 30 年，亦可出口到其他國家，因此發電成本很低，目前每立方公尺的水須耗 3.38 度電，Sorek B 新廠完工營運後預估耗電量可降至 3.1 度電，約佔以色列 4%的能耗。
3. Sorek 海水淡化廠 RO 逆滲透半透膜沒有專利，均是市場機制取得，惟該廠營運及操作技術純熟，維護成本均納入考量，賣回政府的水價約每立方公尺 2 美金的費用。
4. 海水取水管和排放鹵水管位置需考量生態，有建置模型模擬鹵水管的擴散條件、對細菌及生物的影響，環境考量因素需因地制宜。
5. 鹵水管線清潔技術：每年 1 次用金屬環從管內推進，外圍不會髒，不用清潔。目前係採雙管設計（一管預設），Sorek 執行長 Semion Brover 建議未來海水淡化廠可朝強化操作維護，並採單管排放設計即可。
6. 鹵水再利用技術是很難的課題，要有足夠的前處理技術為前題，或許可以用來捕捉碳（固碳）、提煉重金屬進行販售等。
7. 對於近期日本福島核能廢水排放太平洋及核輻射的擔憂，Sorek 執行長 Semion Brover 放射性元素無法穿透 RO 膜，所以不擔心海淡廠會受影響。

(三) 研習團提問及拜會單位回應內容摘述列表如下：

表 6、研習團研習提問與回應彙整表_索萊克(Sorek)海水淡化廠

| 研習團提問事項 | 拜會單位回應內容 |
|---|--|
| 1. 以色列海水淡化成本低，是因為具經濟規模，抑或是有關鍵技術？ | 過去以色列初建海水淡化廠時，成本也很高，直至後續海水淡水技術持續進步，整合各個國家及各組件產品之優點，使生產成本下降。 |
| 2. 海水淡化廠產出之飲用水是否會有硼偏高的問題？硼的去除技術為何？ | 索萊克海水淡化廠的飲用水硼濃度須符合 0.3mg/L 的限值，製程採用兩次 RO 薄膜過濾，並於後處理調整水的 pH 值。 |
| 3. 臺灣後續面臨福島電廠核廢水隨洋流抵臺，現有海淡技術是否能去除核輻射？ | 對於近期日本福島核能廢水排放太平洋及核輻射的擔憂，放射性元素無法穿透 RO 膜，所以不擔心海水淡化廠會受影響。 |
| 4. RO 膜專利問題？ | RO 膜係採購市售商品，市售商品膜有其長處與大小差異，海水淡化廠僅依使用配置採購，廠內不具有專利。 |
| 5. 海水取水管及放流管是否採雙管（備援）設計？ | 海水取水管考量有維修需求，故設置兩條；但放流管之廢水採重力排放，有清潔的效果，結垢物不易積垢於管材，不需設置雙管備援。 |
| 6. 鹵水如何處置？有那些再利用方式？ | 目前該廠鹵水係排放至海洋，無鹵水再利用，但據了解阿拉伯國家有嘗試於鹵水中提取礦物質，相關技術仍在探索中。 |
| 7. 營運成本為何？ | 化學藥品佔成本 15%，約 0.5 元/立方公尺，RO 薄膜每個 2,200 美元，廠區內共有 1 萬 6,000 個，依照損耗情形更換，預估每年營運成本至少 2,500 萬美元以上。 |
| 8. 當初索萊克海水淡化廠建置，是否有執行環境影響評估？是否會對鄰近生物造成影響？ | 設置索萊克海水淡化廠時，有針對鹵水排放後與周遭海水混和後之濃度進行模擬評估，確保能均勻混和，目前周遭生物並未受到影響，亦會附著生長在設施上。 |
| 9. 入水管和放流管材設置與埋設的深度為何？ | 管材置於海面下 15 公尺，於海面下 7 公尺處設置入水孔吸取海水，海床位於海面下 22 公尺；入水管距岸邊 2.1 公里，放流管 |

| 研習團提問事項 | 拜會單位回應內容 |
|-----------------------|--|
| | 則須與入水管有距離區隔，避免入水處吸取鹵水再淡化。 |
| 10. 是否有考量以再生能源供應廠區用電？ | 目前海水淡化廠有專門的天然氣電廠供應用電，相較於再生能源發電的成本，天然氣發電成本十分低廉，為歐洲天然氣發電成本的 1/3。 |

(四) 小結

近年以色列政府積極推動節水、造水、廢污水回收再利用及智慧水管理科技，充分利用每一滴水已成功擺脫水資源不足困境，更可將多餘水源供應鄰近國家，且以色列全國自來水漏水率只有 5%，廢污水回收率高達 86%，水資源科技已成為世界技術領先國家。臺灣海水淡化廠多集中離島，經濟部水利署將在新竹南寮等地興建本島供應民生用水的海淡廠「向海要水」，即使是地中海海域水質較穩定情形下，Sorek 海水淡化廠重視操作營運，RO 半透膜並無考量特別製造或專利，耗材均取自市場經濟供需，自前處理過濾設計量至二段 RO 逆滲透處理，強化每個步驟程序，可使 RO 半透膜壽命延長，降低產水成本，這種著重操作營運方式，強化前處理的設計，減少 RO 半透膜堵塞，加強再利用及能源回收，可提供臺灣學習借鏡。



圖 28、研習團員與 Sorek 執行長於 RO 設備前合影

三、台拉維夫市政府環境及永續部門

(一) 背景介紹

台拉維夫(Tel Aviv)是以色列第二大城市，占地 52 平方公里，人口約 42 萬人，

人口密度與我國臺北市相近，以其獨特的氛圍和現代化的建築而聞名，也是以色列的經貿中心。台拉維夫是以科技治理、開放創新平臺及鼓勵市民參與為核心，為城市管理開發了先進的解決方案，促進智慧及永續城市發展，有「以色列矽谷」的稱號，曾獲世界最佳智慧城市、全球綠色城市第七名，也是全球永續城市的典範之一。

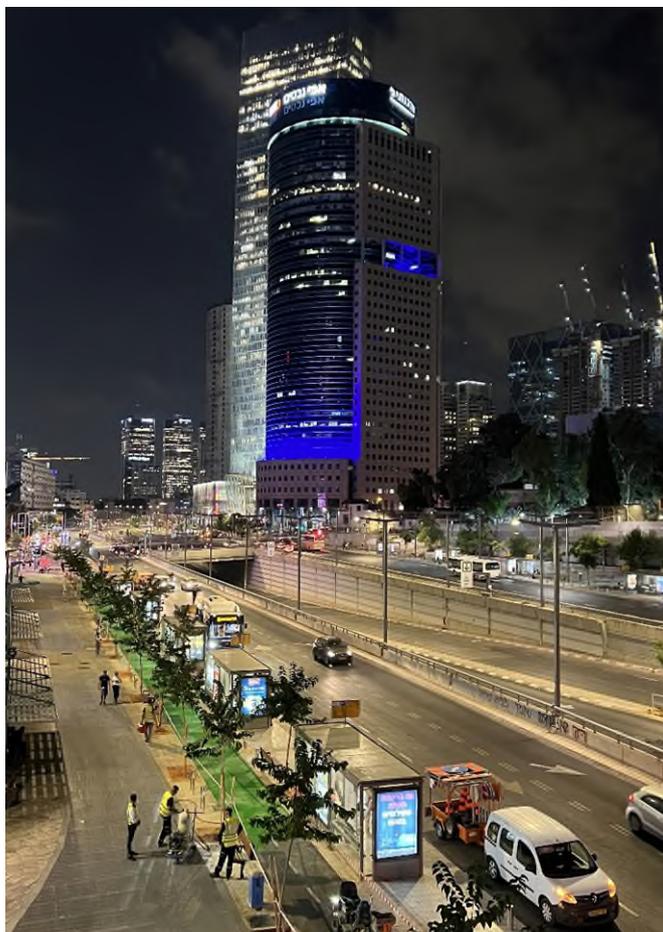


圖 29、台拉維夫城市一景

(二) 拜會內容

本次研習由台拉維夫市環境永續局（以下簡稱環境永續局）分享該市發展永續城市經驗。以色列環保事務劃歸中央政府權責，地方政府的角色除了協助中央政策推動外，並著重發展地方環境特色及區域性環境治理，該市以推動永續發展、科技治理及市民參與為主要政策，亦參考聯合國永續發展目標(Sustainable Development Goals, SDGs)，制定 10 項台拉維夫永續城市目標，分別是：

1. 環境規劃：城市空間綠化、自然環境保護，並確保城市發展的永續性。城市規劃強調保護綠地和自然景觀、提供健康和宜居之生活環境。
2. 社區綠地營造：鼓勵社區參與綠地營造，創建公園、花園等休閒空間，致力於提升市民生活品質、促進社區凝聚力。
3. 源頭減量：實行廢物減量和回收計畫，鼓勵市民和企業減少廢物產生，並提高再

- 利用、再使用可回收資源。
4. 許可管理：嚴格執行環保許可管理，引導產業確實遵守環境法規，減少污染，確保環境永續。
 5. 永續生活：強調透過市民參與方式，節約能源和珍惜資源，並減少碳足跡。推廣節約用水、節能建築和綠色交通，鼓勵居民落實綠生活。
 6. 環境教育：於學校和社區積極推動環境教育，以提高市民對環境議題的認識。
 7. 永續生產：鼓勵產業實行綠色生產，減少生產過程中對環境的影響，提高生產效率同時降低對自然資源的需求。
 8. 食品安全：推動食品之可追溯性和訂定食品安全標準。鼓勵有機農業和在地食品生產，確保民眾可獲得健康和安全的食品。
 9. 企業創新：鼓勵企業採用新創技術和商業模式，以實現綠色和永續發展，並提供相關補助和資源。
 10. 氣候行動：藉由敏感區位地圖等資訊（例如：高溫地區調查），制定相關因應政策及氣候計畫，並擴展氣候教育和研究，致力於減少碳排放、提高氣候變遷調適能力之城市治理政策。



圖 30、台拉維夫城市永續目標（資料來源：環境永續局簡報）

為了達成台拉維夫之永續城市目標，環境永續局制定 4 大施政主軸：

1. 優質環境與生活：台拉維夫市建置 The Digi Tel Residents Club（簡稱 Digi Tel 平臺），是一個行動通訊平臺，引進新創公司智庫，提供城市即時資訊與線上客製

化服務，亦用來宣導各項政府施政訊息，成為公民參與的管道，該平臺提供市府與市民間各施政議題的雙向聯繫。另該市採用物聯網(IoT)技術，透過感應器及儀表管理，即時監控城市基礎設施，增進運輸、能源和水資源管理效率。另應用大數據分析，協助監控各項市政運作情形，預測交通尖峰情形與能源使用效率等，達到節能減碳的目標。

2. 環境品質和循環經濟：以色列水資源短缺，因此發展海水淡化技術，將地中海水轉化為淡水供應。這種技術被廣泛應用於以色列城市飲用水領域。台拉維夫市實行水循環再利用，利用處理後及回收之污水供應農業和工業使用。另台拉維夫也以綠色標章的形式，鼓勵市民與企業採取行動，降低能源和用水成本，簡化採購流程和庫存管理，並減少廢棄物產生量，市政府也為企業提供回收石油、金屬、硬塑料、電子廢棄物等方案。
3. 平衡社區發展與環境需求：透過有效的都市規劃，保護重要的自然區域與資源，並將開放空間變成公園綠地，推動造林綠化措施，建立社區意識。
4. 社區參與永續生活：該計畫由 MoEP 主導，並由市政府參與促進公民參與、推進社區活動永續性。藉由能資源節約、廢棄物處理、提升社區和環境責任和團結、輔導當地經濟、永續教育發展，並在社區所有利害關係人（如：居民、企業、市府、民間組織等）之間建立夥伴關係，促進當地的增長和繁榮。

有關台拉維夫各項永續城市具體施政作為，臚列如表 7。

Environmental & Sustainability Authority

To build a more sustainable Tel Aviv-Yafo by:

- Providing a high quality of life and environment
- Focusing on environmental quality and the circular economy
- Striking a balance between development and environmental needs
- Engaging the community in leading a sustainable lifestyle

圖 31、台拉維夫環境永續局施政主軸（資料來源：環境永續局簡報）

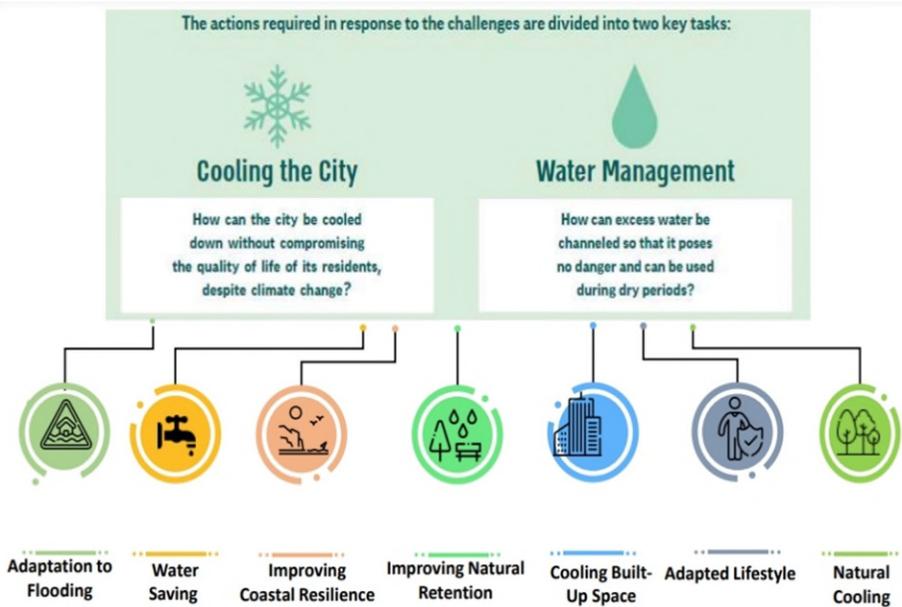


圖 32、城市降溫與水資源管理措施（資料來源：環境永續局簡報）

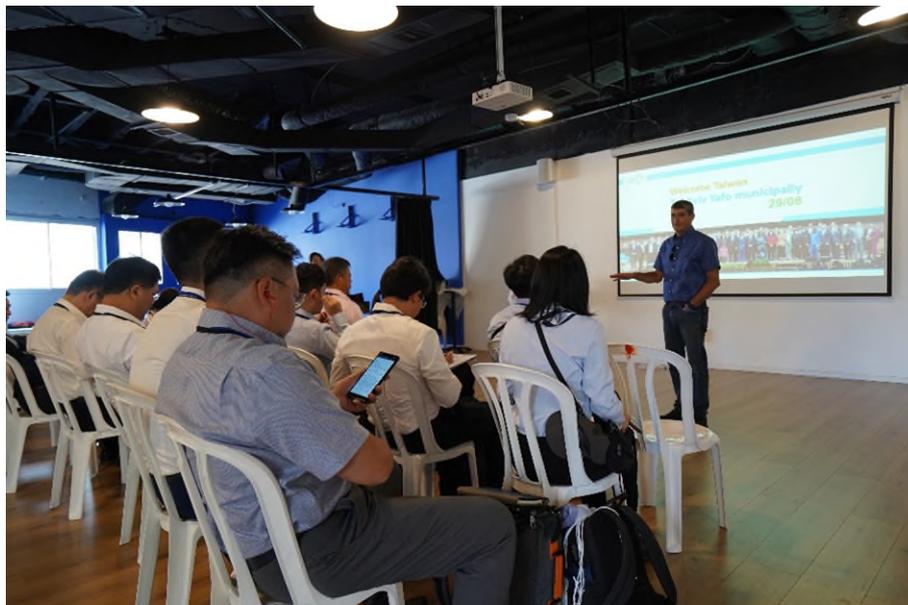


圖 33、環境永續局簡報分享

表 7、台拉維夫各項永續城市具體施政作為

| 項目 | 類別 | 說明 |
|-------|------|---|
| 環境與能源 | 能源生產 | <ul style="list-style-type: none"> ● 包括太陽能、風力和潮汐發電等分散能源生產，並利用屋頂、港口、城市機構和開放空間等非傳統空間來降低市政當局及其居民與能源相關的成本，並確保基礎設施即使在出現問題或故障時也能繼續運行。 ● 另該市正在推廣新的三聯供系統(Combined Cooling, Heating and Power, CCHP)，以更好利用資源，建設相關建築及發電中心 |
| | 企業綠色 | <ul style="list-style-type: none"> ● 鼓勵企業採取行動，降低能源和水資源成本，簡化採購流 |

| 項目 | 類別 | 說明 |
|-------|-----------------|---|
| | 標籤 | <p>程和庫存管理，並減少廢物量。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 食品企業若表現出環保商業實踐，就有資格獲得市政府頒發的「綠色標籤」。 ● 為企業主動提供簡單方法來回收石油、金屬、硬塑料、電子廢棄物等。 |
| | 社區花園 | <ul style="list-style-type: none"> ● 將開放空間變成社區花園，建立社區意識，幫助鄰居相互了解並圍繞共同目標開展活動。 ● 每個花園都略有不同，具體取決於組織者為其空間和社區選擇的內容。 <p>例：建造一個花園作為參觀動物物種的棲息地、種植食用農產品、種植美觀的果園或花卉園或是選擇清理附近的野生過度生長物質。</p> |
| | 永續社區 | <ul style="list-style-type: none"> ● 該計畫由 MoEP 帶頭，市政府廣泛參與，是促進公眾參與、提高日常活動永續性和推進社區項目努力的一部分。 ● 設計理念是更新社區環境（通過資源節約、廢物處理、節約能源、社區和環境責任和團結、支持當地經濟、永續教育等），並在社區所有利益相關者（市民、企業、市政當局、組織等）之間建立夥伴關係，以促進當地的增長和繁榮。 |
| 教育 | 智慧課堂 | <p>線上學習</p> <p>該市所有小學現已實施技術基礎設施建置，並開發創新教學方法，透過學校與在線學習計劃合作，讓城市教育網站，可根據每所學校的特定需求提供個性化訪問。</p> |
| | 線上圖書館 | <ul style="list-style-type: none"> ● 市民可以免費註冊進入全市的市政圖書館，並享受不斷更新的在線圖書館目錄，瀏覽線上資料，包括日報、遊戲、文章、教育數據庫、法律數據庫、期刊、詞典和百科全書。 ● 圖書館還提供會員服務，如諮詢、查閱各種檔案和外語書籍、幫助完成家庭作業、故事時間、各種文化活動（如課程、研討會和展覽）以及音頻和視頻區。 ● 全市所有圖書館均提供免費無線網絡連接。 |
| | 市民參與環境教育 | <ul style="list-style-type: none"> ● 以平等和先進的教育讓市民參與其中，成立集思廣益和開發團隊，在學年期間運行並應對當前和未來的教育挑戰。這些團隊成員的見解和結論構成全市教育系統下一學年工作計畫的基礎。 ● 團隊成員是從在市政府網站上註冊的志願者中選出的，代表各種人群，包括學生、家長、教育專業人員、管理人員和其他工作人員。 |
| 社區和體育 | Digi Tel 平臺及市民卡 | <ul style="list-style-type: none"> ● 該平臺是台拉維夫智慧城市的核心項目。 ● 通過該平臺可以讓居民和政府進行直接溝通，還會根據個人的興趣愛好，地理位置等信息，每天推送最新的相關信息，包括道路整修的提醒，各種商場的優惠折扣消息 |

| 項目 | 類別 | 說明 |
|-------|----------------|--|
| | | <p>等。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 政府可以通過這個平臺向居民徵集社區管理的相關建議，如社區的綠化措施，關於資源的循環利用等問題。 ● Digi Tel 市民卡，為該市舉辦的許多文化活動提供折扣 |
| | Mini Digi Card | <ul style="list-style-type: none"> ● Mini Digi 旨在提高父母和嬰兒的生活質量，利用 Digi Tel 平臺提供專門針對嬰兒需求的相關服務和信息，並將嬰兒融入台拉維夫這座不間斷城市的日常生活中。 ● 為年輕家庭提供免費一站式服務和福利獨特訪問權限：從家長輔導和全天候有趣的活動，到在線安排疫苗預約、量身定制的折扣和福利。 |
| | Digi Dog | <ul style="list-style-type: none"> ● 台拉維夫是世界上狗與人的比例最高的城市之一，全市大約有 2 萬 5,000 隻狗生活在家裡。 ● 為了迎合居家寵物的需求，市政府創建了 Digi Dog，這是一種與 Digi Tel 市民卡相連的獨特狗市民卡。Digi Dog 卡免費向城市市民開放，使他們能夠接收有關狗的信息：提醒市政獸醫即將進行的疫苗接種日期、有關附近狗公園的信息、市政狗活動、與狗相關企業的折扣等。 |
| | 行動市政廳 | <ul style="list-style-type: none"> ● 行動市政廳（希伯來語為 Sherutel）是一輛服務卡車，因應有網路不通、身體殘疾、年齡、居住位置、缺乏交通等等可能，直接為居民提供市政服務 ● 主要服務包含處理如水及城市稅等付費、接受服務、市政意見蒐集、申請相關許可證等，直接進到社區。只需要很少的資源，但卻對市民生活產生巨大的影響，並通過確保所有市民，無論年齡或能力如何，都能獲得他們所需的服務，減少不平等性。 |
| | 市內免費無線網絡 | <ul style="list-style-type: none"> ● 在全市 80 個不同地點建立免費 Wi-Fi 網路的原因。該網域可以在開放空間、公共建築及庇護所使用。 ● 每個接入點提供至少 20 MB 的帶寬。專業技術支持中心每週 7 天、每天 24 小時運行，回答問題並解決問題。 |
| | 市政廳遊樂場 | <ul style="list-style-type: none"> ● 每週一次（每週四下午 4 時至晚間 7 時）在台拉維夫的市政廳，建置孩子的巨大遊樂場。 ● 適合 3 至 6 歲兒童的大型遊樂場，設施包含，大型遊戲、拼圖、臉部彩繪、故事時間等。 |
| 規劃與建設 | 線上服務 | <ul style="list-style-type: none"> ● 台拉維夫市民和開發商不需前往市政廳提交施工許可證申請，通過市政府線上系統，申請和請求可以自動高效率處理。 ● 該在線系統與其他市政計算系統和基礎設施集成，以改善城市服務，簡化與建築相關的程序和時間表，並確保統一性、透明度和專業性。 |
| 健康福利 | 緊急夥伴 | <ul style="list-style-type: none"> ● 幫助全市因各種原因居家的人士提供醫療服務並防止孤獨的計畫。 ● 該計畫的志願者免費接受急救培訓和認證，每週拜訪一 |

| 項目 | 類別 | 說明 |
|---------|------------|---|
| | 志願服務和社會領導力 | <p>次老年人和居家人士，檢查他們的生命體徵並陪伴他們。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 志願者部門根據個人的興趣、培訓和技能為個人匹配獨特的志願者機會，以提高整個城市貧困人口的生活品質，並使台拉維夫成為所有人的更美好的地方。 ● 志願者可以與青少年、單親家庭、移民、殘疾兒童和成人、精神障礙者、退伍軍人和老年人、大屠殺倖存者等一起工作。 ● 舉措包括幫助個人確保權利、幫助藥物濫用康復、無家可歸者康復、食品準備和運送等。 |
| 創業城市 | 支持新創公司 | <ul style="list-style-type: none"> ● 該市是以色列最大的初創企業和加速器集中地，鼓勵創新並推動該市成為智慧城市，積極協助和支持開發創新服務的初創企業。 ● 初創公司可以獲得各種服務和福利，包括工作空間、接觸市政專家和數據庫、減稅、會議、測試網站和廣告。 ● 為剛起步的初創公司分配共享工作空間。這些空間以補貼、實惠的價格提供，為創業者提供機會：在愉快、富有成效的環境中發展他們的主動性；與其他企業家會面並建立聯繫；與顧問和市政官員聯繫；並獲得其他支持服務。 |
| | 黑客松 | <ul style="list-style-type: none"> ● 每年多次舉辦黑客松(hackathon)，以創造性和創新的方式促進應用程序和解決方案的開發，以解決該市面臨的問題。近年來，舉辦了一些活動來解決旅遊、教育、社區、老年人等領域的挑戰。 |
| 在線服務 | 市政預約系統 | <ul style="list-style-type: none"> ● 市政府的預約系統，市民可以在線找到所需的所有信息，並提前預約市政服務，而無需排隊等候。 ● 對於個人而言，服務包括繳納市政稅和水費、獲得城市停車許可證、註冊 Digi Tel 或 Tel-O-Fun、接收有關幼兒園的信息等。 ● 企業客戶可以使用它來支付市政稅和水費、標牌、規劃信息和商業許可。 |
| | 市政 GIS 地圖 | <p>GIS 地圖系統使遊客和市民可以訪問各種地圖，提供有關城市的有用信息和有趣的概述。</p> <p>包含：Waze 的實時交通報告、全市不同 Tel-O-Fun 車站的自行車可用性、道路施工計畫、輻射和噪音污染、社會服務和教育機構、醫療診所和藥房、猶太教堂、銀行、郵局、酒店、文化機構、城市活動、獨特的街道名稱、種族、庇護所、歷史建築等等。</p> |
| 安全和緊急情況 | 安防控制中心 | <ul style="list-style-type: none"> ● 台拉維夫市安全控制中心在全市各處安裝了約 600 個安全攝像頭並進行直播，能夠隨時關注盜竊、破壞和遊蕩等異常活動。 ● 控制中心接收市民向市政呼叫中心和移動應用程序報告的信息，並與攝像頭一起，市政當局能夠有效地響應呼叫 |

| 項目 | 類別 | 說明 |
|-------|-------------------|--|
| | | 並快速派遣合適的人員。 |
| | 安全和緊急按鈕 | 全市 100 多家教育機構現在擁有「緊急按鈕」和應用程序，當幼兒園或學校遇到麻煩時，他們可以使用它來發送關鍵信息。是以色列第一個在緊急情況和日常情況下使用指揮和控制技術的城市，這是將越來越先進的技術融入城市生活並使城市變得更加智能的又一步。 |
| 交通和停車 | Tel-O-Fun 自行車租賃服務 | <ul style="list-style-type: none"> ● Tel-O-Fun 市政自行車共享系統，騎自行車的人可以隨時隨地快速地從一個地方騎到另一個地方，因此遊覽台拉維夫變得很容易。 ● 車站遍布城市各處，包括住宅區、熱門娛樂場所和商業區，騎士可以騎上自行車去任何地方。 |
| | Auto-Tel 汽車共享 | <ul style="list-style-type: none"> ● 針對城市短途旅行的汽車共享服務。它具有成本效益、廣泛使用、易於使用且環保 ● 此外，其指定停車位遍布整個城市，可以節省時間，讓停車變得輕而易舉。 ● 鼓勵居民和遊客選擇公共交通而不是自己的汽車，以減少道路擁堵和空氣污染，並使每個人都能更負擔得起城市的生活。 |
| | 運輸監控 | 與 MOBI 公司(Mobi Technologies, Inc)合作，在全市範圍內安裝傳感器、攝像頭和藍牙設備，以統計進入的車輛數量，了解交通浪費了多少時間，並為決策者提供城市交通和移動的最新快照，以便更好地進行戰略和運營規劃。 |

(資料來源：台拉維夫市政府官方網站 <https://www.tel-aviv.gov.il/en/Pages/HomePage.aspx>)

(三) 研習團提問及拜會單位回應內容摘述列表如下：

| 研習團提問事項 | 拜會單位回應內容 |
|------------------------------|---|
| 1. 各類型環境教育活動如何及時推廣讓民眾取得資訊？ | 運用台拉維夫 Dig Tel、Dig Dog、FB、網站、WhatsApp 群組、學校等管道傳播環境教育活動資訊。 |
| 2. 各類活動的創意是來自於市民還是公部門？ | 各類活動的創意來自於市民、公部門與跨國學習的經驗；在市民方面創意，市政府有相關單位提供創新意見回饋管道，透過討論與補助付諸實現，促使新創研發。 |
| 3. 如何確保社區落實永續社區工作，而不是淪為補助索取？ | 永續社區推動方面，台拉維夫市政府會於各個社區安排專門人員，具備相關知識，指導各社區規劃並執行有關環境教育工作，例如物 |

| | |
|--|---|
| | 品修繕再利用、惜食、減少一次性餐具使用、社區綠化等。 |
| 4. 環境教育活動辦理於臺灣較偏向大型、人數多、一次性的活動，較容易取得預算支持，台拉維夫市政府的環境教育活動辦理是哪一種樣態呢？是否有預算編列的問題？ | 環境教育活動傾向辦理長期性、場次多、系列性的活動，使環境教育工作有策略性的持續讓民眾耳濡目染；預算編列方面，還是希望以上述辦理方式為原則，將活動辦好，達成應有的效益與口碑，作為預算爭取時的利基。 |
| 5. 永續包含環境、社會與治理等面向，台拉維夫市政府環境與永續部門如何整合有關部門推動永續相關業務工作？ | 當永續相關事務牽涉非台拉維夫市政府環境與永續部門的業務工作，會透過政策、會議、協調等相關工具與有關部門接洽與合作推動；如推動相關工作窒礙難行，亦會反映台拉維夫市上層進行溝通。 |
| 6. 台拉維夫市的資源回收是否為強制？ | 資源回收非強制。 |

(四) 小結

氣候變遷對以色列的高溫、乾旱和水資源管理造成了額外的挑戰，需要更多的氣候適應措施，台拉維夫引入高效廢（污）水回收和淨水技術，並鼓勵企業與市民響應節水措施，以確保水資源的可持續利用。然而人口之持續增長，對城市的基礎設施和資源帶來壓力，需要更多的規劃和管理。

以色列是一個非常務實的國家，人民極具向心力，這種特質明顯反映在台拉維夫的城市治理上。在政策擬定上，如何有效率的解決市民現實生活層面的問題，會優先於意識形態的政治或環保議題。因此，該市能夠透過 Digi Tel 這個整合式網路平臺，有效率的為市民客製化解決各種民生問題，且揭露各項市政資訊，讓市民由下而上自發性認同並參與政策，務實地將「綠生活」概念落實到日常活動，建立市府與市民之間的夥伴關係，進而達到節能減碳的目標，是值得我國參考的作法。



圖 34、參訪團與環境永續局合影

四、以色列智慧城市研究所

(一) 背景介紹

以色列智慧城市研究所(Israel Smart Cities Institute)係非營利組織，由以色列台拉維夫等主要城市合作發起，以促進城市智慧轉型、提供改善民生的智慧解決方案為任務，曾進行法國尼斯及葡萄牙里斯本市智慧城市諮詢、賽普勒斯帕福斯智慧城市戰略和路徑圖、以色列霍隆市政府兒童之城等專案，並與巴賽隆納、里昂、京都及歐洲主要城市組織(Major Cities of Europe)進行國際合作。

(二) 拜會內容

本次交流議題由智慧城市研究所創始人塞爾吉奧·維尼茨基先生(Mr. Sergio Vinitzky)說明「以色列模式之人工智能和大數據應用挑戰(AI and big data challenges for application Israel model)」、城市能源管理專家埃迪·貝特-哈扎夫迪先生(Mr. Eddie Bet-Hazavd)說明「城市領域新能源概念(A new energy concept for urban domain)」，針對本次交流議題，重點概述如下：

1. 人工智能和大數據應用挑戰

Mr. Sergio Vinitzky 強調打造智慧城市，必須要有大量的專利技術作為城市發展之基石。隨著科技產業發展，專利權已經成為各國及企業挹注大量資源研發、佈局之重要項目，專利權於法定期間內有排他性，惟其內容仍應充分揭露，使該技術領域中具通常知識者能瞭解並據以實現。而人工智慧（以下簡稱 AI）能夠使人們輕易地分析大數據，快速處理大量的專利資料，而在專利之領域，衍生而來的議題包括人工智慧是否具有發明人適格及牽涉專利侵權等。因此，應將政府、

社會、產業作為支柱，並以大學為中心，政府投入資源於大學高等教育，以促進人才培育、智慧財產研發、推動產業發展，並促使產業茁壯回饋於社會，以推升城市智慧發展。而政府制定相關法規命令，引導企業及人民遵守智慧財產權之相關法令，為專利技術營造安全的環境，吸引各國技術及資金引入國內。在智慧城市發展的過程中，若應用 AI 進行大數據分析，可幫助建立預測模型，避免環境風險之實現、並提供交通疏導、疫情控制、治安改善、水電節約等城市治理解決方案，以色列智慧城市研究所具有協助以色列電力公司執行智慧電網和電力使用計畫、為水務公司提供戰略、組織、災害應變等顧問諮詢服務等經驗，具持續進行低碳永續城市治理技術交流之合作潛力。

2. 城市領域新能源概念

以色列通過節能政策，在 2010 至 2015 年間，成功將人均能源消耗量減少 8%（不含天然氣），同期間其 GDP 從 2 萬 8,000 美元增長到 4 萬美元，並持續致力於電力消耗減少 20% 的國家計畫。以色列城市規劃太陽能、風力和潮汐發電等再生能源，其中因地理及氣候因素，以太陽能發電最為積極推動，除要求新建的非住宅建築需設置太陽能屋頂外，新建住宅亦強制安裝太陽能熱水器，亦將太陽能應用於城市公共空間照明等。城市能源管理專家 Mr. Eddie Bet-Hazavd 表示，智慧城市治理應具備最佳化減少資源使用和環境危害的能力，於低資源消耗下，持續為市民提供服務。於能源方面，城市消耗全國八成以上的能源，節能成為智慧城市必須面對的課題，因此導入「能源雲」的概念，以能源雲建立分散式智慧電網、再生能源提供低成本之綠色能源，並針對新設住宅設置家庭智慧能源管理系統。

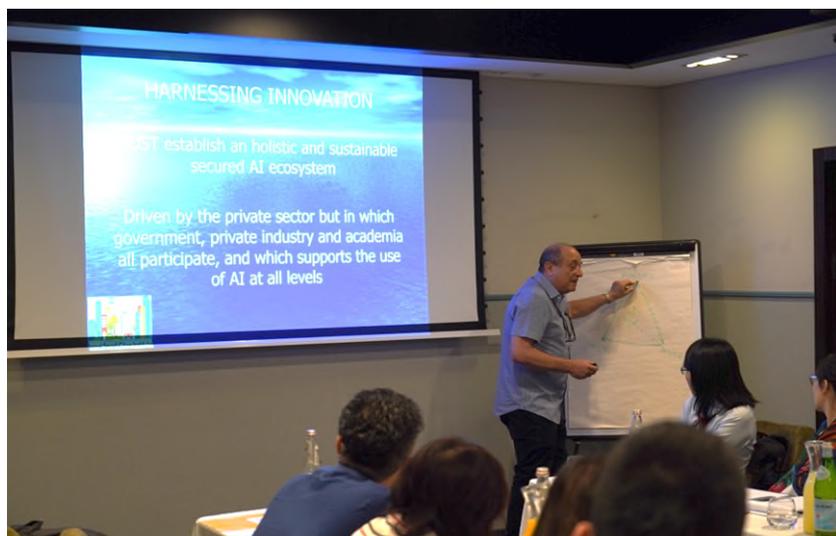


圖 35、Mr. Sergio Vinitzky 說明以色列模式之人工智慧和數據應用挑戰



圖 36、Mr. Eddie Bet-Hazavd 說明城市領域新能源概念



圖 37、團員踴躍舉手發問

(三) 研習團提問及拜會單位回應內容摘述列表如下：

表 8、研習團研習提問與回應彙整表_以色列智慧城市研究所

| 研習團提問事項 | 拜會單位回應內容 |
|--------------------------------|---|
| 1. 政府如何鼓勵創新研發，新創企業為智慧城市帶來什麼影響？ | 政府、社會、產業作為三大支柱，並以大學為中心，政府投入資源於大學高等教育以促進人才培育及智慧財產研發、人才及智慧財產推動產業發展、產業茁壯回饋於社會以推升城市智慧發展。政府為鼓勵新創企業發展，除以補助方式外，亦致力於制定相關法規命令，為專利技術營造安全的環境。同時，隨著新創企業的茁壯，能夠為國 |

| | |
|---|--|
| | 家經濟發展帶來動能，亦提高了國民就業率。 |
| 2. 現行針對電力公司協助設置分散式智慧電網，是否有包含家庭智慧能源管理系統？ | 除針對整體電力供應設置分散式智慧電網外，針對現行新設之建築物，亦也都有設置家庭智慧能源管理系統。 |
| 3. 近日 Chat GPT 的軟體非常有名，可以協助翻譯、寫報告等，日前有三星軟體工程師也藉由此軟體進行程式碼校正，反而導致公司商業機密外洩，請問貴單位協助各大企業及政府機關研發 AI 人工智慧及資訊系統，是否發生過類似問題或如何解決避免資安問題？ | 本團隊對此事件並無相關的研究，但就內部資訊安全部分，皆已有一定的安全保護，以避免資料外洩。 |

(四) 小結

以色列智慧城市研究所將政府、社會、產業視為三角形的 3 個頂點，以高等教育為中心，將人才培育及科技研發落實於新創產業，並作為智慧城市發展基石，同時致力於智慧財產之保護機制。以 AI 進行大數據分析，建立預測模型，避免環境風險之實現、提供交通疏導、疫情控制、治安改善、水電節約等城市治理解決方案；此外，以能源雲概念建立分散式智慧電網、推動再生能源、建置家庭智慧能源管理系統等策略，為城市提供節能方案，可作為我國低碳永續城市治理參考。

五、Fluence 富朗世公司

(一) 背景介紹

Fluence 公司在污水處理設備上有著領先全球的科技，傳統三段式廢水處理中，最耗能的就是曝氣設備，目前 Fluence 公司的技術可讓總體能源消耗量降低 50%，並將處理後的廢水進行再生循環利用，另亦有海水淡化科技，將水處理設備縮小為模組化設施，依據場址的規模進行併聯，接上進水管及出水管即可使用，大幅降低設置及操作成本。關鍵處理技術即為該公司自豪的 MABR 卷式生物反應膜，可直接放在厭氧消化槽或模組化集裝箱，同時進行硝化和反硝化反應，利於好氧菌種生長於表面，使生化需氧量(BOD)、化學需氧量(COD)、總氮(TN)、氨氮(NH₃-N)、總磷(TP)在一個反應器內同步去除，高效脫氮轉換為氮氣，大幅降低曝氣時間，將曝氣能源消耗量降低 90%。此外，亦有智能監控污水集中處理廠的整體解決方案，此次即參訪已實廠化，並具規模的 Maayan Zvi 污水處理廠。

MABR 生物反應器

再生水的賦能者 – 次世代的先進水處理技術

Fluence 革命性的 MABR 技術已佔有該技術 95% 的市場份額，包括全球最大的 MABR 架橋汙水處理廠。其獨有的 MABR 技術源自以色列全球水資源管理的領導者，由以色列科學家為核心的研發團隊開發，憑藉著創新而高效的技術，引領著新世紀的生物處理流程的改革，在全球橫跨五洲不同的環境及水質條件下，成功交付超過 300 個各類規模的工程項目。性能超卓的 MABR 自主擴散曝氣技術不但可以高效的應對廣泛的進水 BOD/COD 濃度，更能保持穩定的出水質，滿足最苛刻的水質指標。

MABR 系統特点

- 同步硝化脫磷
- 獨特的自主擴散曝氣傳氧方式
- 高效的污染物去除 — MABR 薄膜可同時完成 BOD/COD 去除，硝化以及脫磷
- 降低曝氣能耗可高達 50-80%

曝氣膜生物膜反應器 (MABR) 技術原理

空氣中的氧氣從 MABR 膜的空氣側擴散到生物膜表面，進行硝化反應，將氨氮氧化成硝酸鹽

生物膜外側和活性污泥通過異養反硝化作用去除硝酸鹽和 BOD

One of the Top 10 Water Tech Inventions of the Decade
Global Water Intelligence, 2020

圖 38、MABR 卷式生物反應膜（資料來源：Fluence 公司提供資料節錄）



圖 39、Fluence 公司全球技術和研發總監/副總裁 Miki Shnitzer 解說 MABR



圖 40、MABR 卷式生物膜內部詳細構造

(二) 拜會內容

以色列的廢水回收率高達 86%，為全球之冠，該廠是既有污水處理廠（舊廠），收集鄰近方圓 15 公里內的農業（畜牧）廢水和工業廢水，由管線及槽車將原廢水運送至廠內，進行固液分離後，再進入三段式廢水處理程序，由 Fluence 公司進行改造升級，並進行相關試驗，使用的是公司核心技術 MABR 卷式生物膜，包括直接將既有厭氧消化槽以該公司 SUBRE 模組（MABR 的應用）投入厭氧消化槽中，此方式對於實際能源消耗量改善達 33%，另於廠內亦有 MABR 的 Aspiral 集裝箱模組及海水淡化模組進行不同規模之處理試驗。



圖 41、廠內固液分離機



圖 42、由 Asprial 集裝箱模組構成的高效處理設備

本次參訪由 Fluence 公司全球技術和研發總監/副總裁 Miki Shnitzer 進行廠內導覽，首先，進廠先看到 Asprial 集裝箱模組，可直接接上進水管及出水管，過程中壓力不會損失，也不需額外壓力，而對於既有厭氧消化槽改裝的 SUBRE 模組加速硝化和反硝化的反應，縮短曝氣時間，除節省 33% 總體能源消耗量外，亦增加 20% 的去氮能力。

subre

將領先業界的MABR技術應用於新置污水處理廠或對現有污水廠進行改造與擴建

Fluence注重生態環境，而高效的污水處理是保護我們的自然資源的關鍵，無論是改造、擴建還是新置，SUBRE都能解決客戶在處理污水時所面臨的艱巨挑戰，提供高效且讓水資源循環利用的可持續解決方案。SUBRE採用Fluence獨特的膜曝氣生物膜反應器(MABR)技術，強化營養物去除過程並提升污水廠的處理能力、降低能源消耗，並無需擴大原有佔地面積，降低運營成本的同时確保污水排放水質符合最苛刻的出水標準。

一個單獨的SUBRE模塊高 2.5 m，可以根據池體的深度堆疊多個模塊。

圖 43、SUBRE 模組（資料來源：Fluence 公司提供資料節錄）

MABR 具有高效的低壓曝氣功能 — 實現節能降耗

- 如同人類的肺部呼吸過程，MABR傳氧的主要動力來源，並非來自於曝氣鼓風，而是來自於存在氧濃度差異的自然正向滲透
- 會呼吸的膜 - 低壓空氣 $0.5-1.2\text{mH}_2\text{O}$ 從膜的間隔層一側吹入，氧氣源源不斷的透過MABR膜自主擴散到污水中
- 無需克服水的底部靜壓 - 對比傳統曝氣盤，曝氣壓力需要克服管道+曝氣盤水池水壓， $5-6\text{m H}_2\text{O}$



圖 44、安裝於厭氧消化槽中的 SUBRE 模組（資料來源：Fluence 公司提供資料節錄）



圖 45、運作中的 SUBRE 模組

處理後的廢水可 100%回收，而污泥則用於堆肥，可說是落實循環經濟的實廠，因法令關係，廠內的廢水處理屬二級處理，只能用於非食用作物的灌溉，廠內也正在進行新的試驗，希望未來可以達到三級處理的放流水標準。



圖 46、污泥回收和堆肥機

廠內的改造僅需一週基礎準備及三週安裝工作，搭配智能控制解決方案，可說是大幅降低設置、維運及操作成本，也是該公司模組化設備的賣點。



圖 47、團員與 Fluence 公司技術人員進行提問與交流

(三) 研習團提問及拜會單位回應內容摘述列表如下：

表 9、研習團研習提問與回應彙整表_Fluence 公司

| 研習團提問事項 | 拜會單位回應內容 |
|---|--|
| 1. Maayan Zvi 污水處理廠收集的範圍、污水來源、收集方式為何？ | 本廠廢（污）水收集範圍為周遭方圓 15 公里內，主要以管線方式輸送進入廠內，也有槽車運送，廢污水來源包含飼養牛隻的畜牧廢水、工業廢水等。 |
| 2. 固液分離工作是在源頭端還是在污水處理廠端執行？ | 於污水處理廠端執行，運用 1.5mm 攔污柵欄除固形物，併同後端污水處理產出的污泥，回收用於作物肥料。 |
| 3. 廢污水再利用是否會有重金屬污染疑慮？ | 本廠廢（污）水污染物特性以 BOD、COD、脂肪為主，且以色列重金屬廢水少，廢污水回收運於農業澆灌無重金屬污染問題。 |
| 4. 分散式污水處理系統是否會因為海拔高度、溫度之原因，導致運作效能不佳？ | 分散式污水處理系統目前客戶使用範圍包含高緯度國家，故若部署於臺灣的高山部落地區不是問題。 |
| 5. Maayan Zvi 污水處理廠的處理單元中有設置 MABR，亦設置好氧池的目的是？ | 早期 Maayan Zvi 污水處理廠並無設置 MABR，僅有傳統污水處理設施單元，為了提升既有污水處理效率，故設置 MABR 移除總氮污染物（轉換為氮氣），再整合運用既有好氧池處理如硝酸鹽等污染物。 |

(四) 小結

從 Fluence 公司的水處理科技及實廠經驗，以色列對於水，可說是一滴也不會浪費，臺灣不乏水資源，但在高低落差大的河床中，很難將水資源留住。技術人員表示，以色列農業使用再生水以及廢水處理，都有完整的法令規範，國民對於水資源再利用的態度非常投入也非常嚴謹，值得臺灣借鏡。

臺灣目前多數事業廢水處理還是採傳統三段式處理技術，可保證放流水質，卻也相當耗費能源及操作人力，尤其目前小型聚落式民生污水及小型畜牧場廢水，多數缺乏操作人力及經費，只能由政府設置現地處理或是集中處理以為因應，若可發展模組化廢水處理技術，可有助於改善河川水質，提升民眾生活條件。

六、ElectReon 電動車無線充電技術公司

(一) 背景介紹

ElectReon 公司創立於 2013 年，從事無線充電道路系統之研究開發，該系統平臺可為電動車於動態行駛時或靜態停放時進行無線充電，該公司目前已有實績提供政府、城市大眾運輸巴士及私人車隊營運商電動車無線充電解決方案。

(二) 拜會內容

由研發部門的 Mr. Ariel Dosetareh 簡報該公司目前在無線充電道路系統平臺技術指標及於美國、德國、瑞典和法國執行的 15 項專案，包含電動車免配置大型電池、免排隊等待充電樁、可降低碳排放、提供靜態與動態兩種充電模式等解決方案。

該公司針對電動車轉型所遭遇挑戰提出解決對策，考量電動車主要仰賴鋰電池儲能，但鋰電池價格高昂，約占電動車成本之一半（依 2022 年 12 月年鋰價估算），且充電基礎設施、電網連接營運成本高、充電時間須等候，加上電池回收更是另外的環保議題。因此，該公司提出無線充電概念，可將電動車電池尺寸、重量與成本減少至最低，同時也減輕電池載重、耗能及電池回收問題，亦不用等候充電則延長車隊運行的時間，也可提升運行效能。

本項無線充電技術，係電網能源傳輸至充電基礎設施（分為地上型及地下型）後，透過埋入道路表面的銅線圈模組，將電能傳輸至車輛接收器，車輛接收器則將電能直接傳輸至引擎，並透過軟體即時監控充電情形。

其主要優勢在於節省大型電池之使用，且在運行或停放時均可充電，所設計的車輛接受器為外接式模組，適用於所有電動車型號，便於整合。而道路安置之銅線圈，為設計為每單位約 1 公尺長之扁平模組，便於鋪設施工，經估算一晚可鋪設約 1 公里長之線圈模組（包含重新鋪設路面瀝青）。

上述「靜態」充電模式可依公車、廂型車、客車等不同車輛樣式、停放型態設計無線充電形式，提供最高 360 千瓦之功率，充電 1 小時約可充電 75 千瓦。「動態」充電模式亦適用所有安裝接收器之電動車，提供每 100 公尺最高 500 千瓦之功率，充電 3 分鐘約可充電 4.5 千瓦。

目前該公司已完成與德國聯邦公路研究院、以色列台拉維夫大學、瑞典 Smartroad Gotland 計畫、美國猶他州立大學示範計畫、德國卡爾斯魯厄市(Karlsruhe)及義大利 Arena of the Future 計畫等合作計畫，並在 2023 年與豐田汽車(Toyota)及電裝公司(Denso)簽署協議，以 ElectReon 公司開發的無線充電元件作為電動車內建元件，接下來於 2023 及 2024 年有更多如法國、挪威等國家的無線充電道路合作計畫展開。可見該公司的無線充電技術及相關的無現充電道路產業，為許多國家接下來發展的重點項目，該公司並預估具有超過 500 億美元之市場潛力。

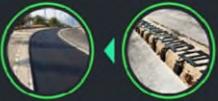


圖 48、Mr. Ariel Dosetareh 進行簡報

Quick & Easy Infrastructure Deployment

1 km of coils laid, and asphalt repaved in **one night**

With no change to the road surface



Dynamic Charging as You Drive

- Up to 500 kW per 100 meters
- A shared charging platform for all EVs
- Enables unlimited range*

*While driving on wireless Electric Road

The New Global Standard in Wireless ERS
Electric Road System



圖 49、無線充電道路線圈模組及動態充電示意（資料來源：ElectReon 簡報）



圖 50、充電圈線埋設



圖 51、實車展示



圖 52、團員與 ElectReon 公司的實車試驗場域合照

(三) 研習團提問及拜會單位回應內容摘述列表如下：

表 10、研習團研習提問與回應彙整表_電動車無線充電技術 ElectReon 公司

| 研習團提問事項 | 拜會單位回應內容 |
|-------------------|------------------------------|
| 1. 無線充電道路系統的建置成本? | 目前該系統平均每公里的鋪設成本為每公里 120 萬美元。 |

| | |
|----------------------------------|---|
| 2. 在瞬間強降雨造成路面積水時是否影響充電效率或造成設備損壞? | 目前在小規模（約 1 至 2 公里）測試結果，雨水並未影響充電。 |
| 3. 如何收費? | 本平臺可使用行駛里程或充電量計費，另有專案計費模式（例如車隊吃到飽方案）。 |
| 4. 車輛須否進行改造? | 電動車僅須額外裝設一個接收器即可。 |
| 5. 充電速度? | 取決於接收器數量，依假設條件平均靜態充電約 75 千瓦/小時，動態充電約 4.5 千瓦/小時。 |
| 6. 充電線圈埋設深度? | 約在道路瀝青下 6 至 10 公分，充電線圈和車輛接收器接收極限約為 20 至 30 公分。 |

(四) 小結

考量建置成本高昂（每公里 120 萬美元）及支援動態行駛充電最高時速僅至 80 km/hr，表示無法於高速公路鋪設該系統或僅能選擇於市區平面道路小規模鋪設（財政成本負擔）。另因充電圈線埋設深度僅有 6 公分至 10 公分，在道路挖除瀝青路面重新鋪設時，須注意是否會造成設備損壞。

七、阿里爾沙龍公園(Ariel Sharon Park)

(一) 背景介紹

阿里爾沙龍公園(Ariel Sharon Park)過去是赫里亞(Hiriya)垃圾掩埋場，垃圾山高度有 60 公尺，占地約 800 公頃，於以色列獨立建國後 1952 年至 1998 年之間運作，2002 年以色列政府為解決垃圾引發之環境問題與淹水問題，決定復育並建立大型公園。公園內有樹林、步道、自行車路網及休閒娛樂活動場域，本次參訪將瞭解該垃圾掩埋場復育及活化，及後續轉型為具環境教育之生態公園。

(二) 拜會內容

藉由導覽員介紹，赫里亞(Hiriya)垃圾掩埋場，在 1952 年至 1998 年之間運作，掩埋台拉維夫市及其鄰近約 12 個城鎮廢棄物處置的大型垃圾場。由於垃圾場的設置，造成地下水污染、垃圾山崩塌、臭味逸散、垃圾火災、垃圾引來鳥類影響航道安全等問題。以色列政府 2002 年決定重建這個地點，避免垃圾滲出水污染地下水，並將垃圾場復育為一個大型生態公園。原使用此地做為垃圾掩埋場的城市將權利移轉給中央政府，由 MoEP 負責改建（復育）此地。



圖 53、公園導覽員解說

垃圾場復育方式係將垃圾埋置底部，以不透水塑膠布覆蓋，最終覆土有多層粒料及五公尺厚度。經整理後，營造為可眺望台拉維夫市區的景點及綠化公園，園區內設置環境教育中心，中心外的蓮花池池水也是經回收再利用，可種植觀賞植物。在山頂鑽井 70 口抽取因垃圾分解發酵產生的沼氣，並接管供給工廠做工業燃料，估計可供氣至 2030 年。另外，為解決垃圾場的邊坡存在環境危害及崩塌危險，利用回收的建築廢棄物做成圍牆，防止垃圾山坍塌。

由於台拉維夫在雨季來時，仍有因雨量短時間下太大而產生淹水情形，目前該公園旁邊土地正開發興建滯洪設施和大都會公園組成的綜合項目。滯洪排水設施的目的是在阿亞隆河流域的水到達阿亞隆運河之前控制其流量。這是為了沿著現有的阿亞隆運河修建第四條鐵路線。該項目將包括水調節設施基礎設施和景觀開發，包括樹木長廊帶、休息區和植被的廣場，作為生態環境公園的一部分。預計 2025 年 10 月完工。



圖 54、公園內邊坡利用營建廢棄物所做的圍牆



圖 55、公園內滯洪池施工情形

(三) 研習團提問及拜會單位回應內容摘述列表如下：

表 11、研習團研習提問與回應彙整表_阿里爾沙龍公園

| 研習團提問事項 | 拜會單位回應內容 |
|------------------------------|---|
| 1. 阿里爾沙龍公園成立後，台拉維夫市的垃圾將到哪裡去？ | 由於以色列垃圾處理係以掩埋為主，赫里亞垃圾掩埋場停止掩埋後，垃圾會送往以色列南部的掩埋場掩埋。 |
| 2. 原有垃圾掩埋場的垃圾後續是否有再挖出處理的計畫？ | 垃圾場原有垃圾以不透水塑膠布覆蓋後，再覆蓋乾淨土壤，即以公園形式運用此用地，原有垃圾將不會再進行處理。 |
| 3. 目前公園管理權責單位為何？ | 當初台拉維夫市已將土地權利移轉給中央政府改建為公園，目前由 MoEP 底下設立部門進行管理。 |

(四) 小結

1. 一個都市如能擁有綠地，除了綠地能淨化空氣及美化環境外，將能帶給居民幸福感，更能紓解居民生活在都市裡的壓力。台拉維夫市為以色列第二大都市，也是以色列國際機場的所在城市，而阿里爾沙龍公園亦在機場附近，作為國家迎接國際觀光客的門戶，原本垃圾山的樣貌將影響以色列在國際旅客的觀感，所以這也是以色列政府大刀闊斧的復育該垃圾山的原因之一。
2. 阿里爾沙龍公園就面積而言是一個很大的掩埋場，透過解說可以看到最終覆土有多層粒料及五公尺厚度，所以欽佩以色列政府花很多心力及非常落實的復育這個早期垃圾掩埋場。

3. 以色列有八成人民為猶太人，當地猶太人說他們有俗語提到二位猶太人有五個意見但只有一個行動，來表達他們與其他民族文化的不同，但卻顯示出創意及發想的多樣性及執行力。在垃圾掩埋場復育的過程，就是看到數個地方政府與中央政府的群策群力。

八、土壤污染整治場址：Beit Dagan

(一) 背景介紹

Beit Dagan 土壤污染整治場址為一處軍事廢棄基地，面積約 7.5 公頃，該基地於 1949 年起開始進行軍事設備之光學、熱處理、塗裝及發動機相關零組件組裝、維修等工作，2001 年以色列國防軍事單位重組，因此該基地終止相關生產工作。

(二) 參訪內容

本場址參訪當日由 MoEP 土壤污染科 Noam Fonia 科長進行場址背景及目前該國土壤調查、管制及整治策略說明，本場址以色列因有用地需求於 2016 年調查發現土壤已遭受污染，主要污染物為總石油碳氫化合物(TPH)及重金屬，並於 2020 年開始進行土壤污染整治工作。

本場址污染物為總石油碳氫化合物(TPH)及重金屬，所採用主要整治工法為生物復育、土壤清洗、熱脫附，整治過程先行進行全區土壤細密調查瞭解土壤污染分佈、深度及濃度，並依結果選定適合之整治工法，其中開挖過程中有發現埋有廢棄物將先進行土壤及廢棄篩分後依關規定處理廢棄物。其工法選定係依土壤污染濃度進行分類，以總石油碳氫化合物(TPH)為例，高濃度採熱脫附；低濃度採生物復育，後續整治完之土壤依需求進行場址回填或營建工程使用。



圖 56、Beit Dagan 土壤整治場址解說



圖 57、參訪軍事場址範圍（資料來源：MoEP 簡報）



圖 58、場址污染土壤開挖情形（資料來源：MoEP 簡報）



圖 59、場址污染土壤量體及工法選定（資料來源：MoEP 簡報）



圖 60、場址整治過程（資料來源：MoEP 簡報）

MoEP 土壤污染科 Noam Fonia 科長表示，在進行污染整治會遇到環保團體及居民質疑整治過程是否會影響其他未污染區，進而危害到居住環境，因此在整治前會先讓當地環保團體、居民瞭解場址污染情形及如何進行整治工作，以降低因污染改善工作所產生對環境有再次污染之疑慮。



圖 61、軍事場址改善現況



圖 62、軍事場址改善現況

(三) 研習團提問及拜會單位回應內容摘述列表如下：

表 12、研習團研習提問與回應彙整表_ Beit Dagan 土壤污染整治場址

| 研習團提問事項 | 拜會單位回應內容 |
|--------------------------|---|
| 1. 目前以色列境內土壤污染場址的數量約有多少？ | 土壤污染場址依照潛勢調查推估，約莫有兩千餘處，包含國有土地與工廠；為了釋出以色列土地管理局所持有的土地，用於興建住房，里程碑計畫自 2015 年起，以色列土地 |

| 研習團提問事項 | 拜會單位回應內容 |
|---|--|
| | 管理局、環保部、國防部、財政部共同執行，欲整治約 80 個軍事場址與公部門持有土地場址。 |
| 2. 是否有進行國內大規模土壤調查，了解境內土壤污情形？ | 沒有，目前皆以歷史調查分析（7 年 1 次）、土地利用資訊，研判潛勢估計場址數量。 |
| 3. 是否有掌握境內地下水污染場址數量？ | 以色列的地下水資源與復育管理主管機關為水務局(Water Authority)。 |
| 4. 若有不易改善的場址，是否有相關風險控管方式，在不影響人體健康前提下，讓污染土地得以持續利用？ | 土壤若能於現地完成處理為最佳，如現地無法處理，建議移置他處，避免進一步造成地下水受到污染。另不易改善的場址，應考量周遭環境健康風險，視其用途來整治。 |
| 5. 以色列於工廠歇業或土地轉移時，是否有相關法規規範需要進行土壤檢測？ | 目前以色列沒有相關法規，企業許可法營業執照中增加旨在預防和/或處理土壤污染的條件，這些條件通常包括報告土壤污染案例的義務，推動於歇業時進行土壤調查，以及工廠易主營運時，土壤污染預防與處理之責任也一同轉移。 |

(四) 小結

MoEP 土壤污染科 Noam Fonia 科長表示，國內因需興建住屋需要用地，為釋出以色列土地管理局所持有的土地（國有土地），因此，執行中央政府「里程碑計畫」針對所調查出 80 處土壤污染址（國有土地、軍事用地）進行整治，並展開跨部會合作模式，有土地管理局（轄管國有土地）、國防部（轄管軍事用地）、財政部（支出整治經費）及 MoEP（負責環境法規、整治規劃及監督），並成立執行委員會進行土壤污染整治工作，這其中可以瞭解到以色列在為施實重要政策下，啟動多個相關部會共同解決環境問題，這樣的執行力值得我國借鏡。

以色列中央政府執行「里程碑計畫」目標為計畫內 80 處土壤污染場址由 2015 年開始執行污染改善工作至今，期望接下來 5 年內可以全數完成整治工作，即欲 2028 年完成 80 處土壤污染整治工作共計 13 年，土壤污染整治並非是單純改善工作，過程中有多種未知因素是要實際進行整治工作才會知道地表下真正污染情形，因此，可看見以色列在土地開發同時為保有土地永續利用，落實環境復原工作，做到開發與環境兼顧。

九、以色列低碳城市參訪

(一) 以色列簡介與宗教信仰

以色列位於中東地區，東部沿海為地中海，周邊的國家包括黎巴嫩、敘利亞、約旦和埃及，其國土約為 2 萬 1,946 平方公里，是臺灣的三分之二，屬地中海型氣候，平均氣溫與臺灣相當，但早、晚溫差大，且大多數的國土位於沙漠中，最重要的水資源卻非常匱乏，砂質土地異常貧脊，因此在水資源科技和精緻農業傲視全球，也是全球的科技與商業重鎮。

以色列是世界上唯一以猶太人為主的國，為最特殊的民族，更是猶太教、基督教、伊斯蘭教三大宗教的聖城；在聖經中受到神的眷顧，卻於人類歷史幾千年來遭受迫害未曾建立自己的國家，1948 年在周遭中東列強的威脅中獨立建國。

此外，該國係全民皆兵制度，不分男女皆須服三年義務役，沿途皆可看見帶著步槍的軍人，因此治安良好，面對中東列強的威脅毫不畏懼，國民對於軍事防禦實力極有信心，臺灣軍事教育也時常以以色列過去經典戰役為借鏡作為教材。

(二) 城市環境

此次行程中，造訪了兩座以色列重要城市，在耶路撒冷和台拉維夫看到了完全不同的民情，摘述如下：

1. 耶路撒冷

耶路撒冷位於地中海和死海之間、猶大山地上起伏的高原地區，海拔約 750 公尺。以耶路撒冷舊城為中心，以西為西耶路撒冷，由以色列實際控制並為其首都；以東位於巴勒斯坦自治地區，部分地區由約旦管理。耶路撒冷舊城為宗教重鎮，由一圈城牆圍繞、面積約 1 平方公里，內部分為 4 個不同宗教和種族聚集之區域：基督徒區（基督聖墓教堂位於此）、穆斯林區（基督耶穌背負十字架的「苦路」多位於此區內、猶太聖殿遺址「聖殿山」及兩座伊斯蘭教重要的寺廟「圓頂清真寺」「阿克薩清真寺」亦位於此）、猶太區（聖殿西牆/哭牆位於此）和亞美尼亞區。

以色列猶太人與耶路撒冷舊城的歷史，淵遠流長且錯綜複雜，從公元前的聖經時代開始，猶太人在耶路撒冷建國到亡國，經過波斯、古希臘、羅馬帝國及英國統治，到二次世界大戰後由西方戰勝國扶植，世界各地猶太人回流重新建國，到近代仍與鄰近阿拉伯國家的區域戰爭未歇等，足見以色列人民於此地建國生存的強烈意志。（參見以色列經濟及文化臺北辦公室網站介紹，網址：<https://embassies.gov.il/taipei/AboutIsrael/history/Pages/%E4%BB%A5%E8%89%B2%E5%88%97%E6%AD%B7%E5%8F%B2.aspx>）

另外，由於猶太教因素，以色列的工作日是週日到週四，星期五入夜到星期

六入夜是猶太安息日，以色列幾乎所有公共交通工具都停駛，大部份的餐廳也不營業，遵循傳統珍惜與家人相聚的時光。



圖 63、以色列與巴勒斯坦（資料來源：中央社）

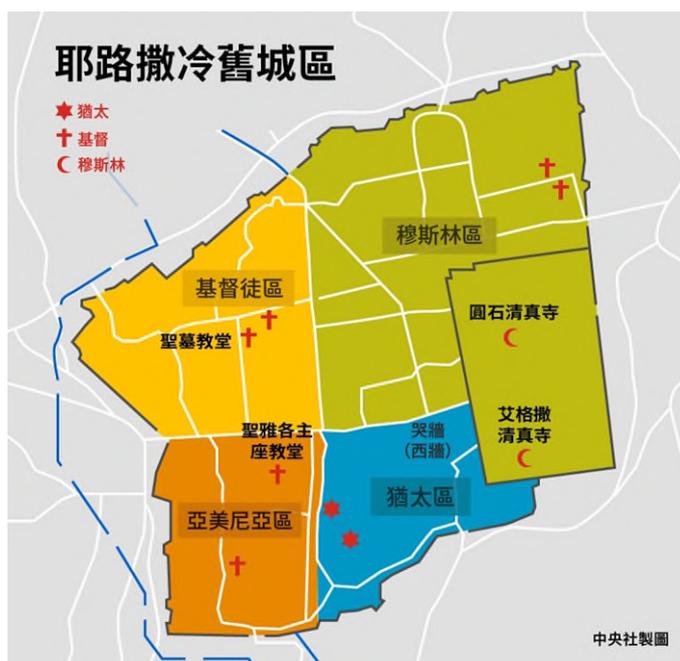


圖 64、耶路撒冷舊城區（資料來源：中央社）

耶路撒冷建築以當地傳統石灰石材為主，英國政府統治時也律定新建築僅能使用石灰石建造，故耶路撒冷舊城於夕陽餘暉下反射熠熠金光，有「金色耶路撒冷」之稱。耶路撒冷新城區近期建設，也均配合使用米黃或灰白色石材，市容統一，且建築牆面沒有多餘廣告，市容整潔。



圖 65、耶路撒冷舊城區西牆廣場環景圖



圖 66、從巴士上看耶路撒冷新城區街道市容

另隨團導遊提及，耶路撒冷大眾運輸目前僅有輕軌一條，自 2002 年建設、2010 年完工、2011 年底營運，以色列交通部和耶路撒冷市政府規劃適合古城的交通方案，最後定調以造價較低、破壞較少，並且最重要保護市中心的審美價值及古蹟，故選擇了輕軌，且相關建設均需經過國家宗教機關審議，故耗時較長。但從此部分也看出，以色列對文化環境保存的重視及審慎態度。

2. 台拉維夫

台拉維夫市濱臨東地中海，市區面積約 52 平方公里，人口約為 42 萬人，係以色列第二大城市，也是以色列的經濟樞紐，曾獲世界最佳智慧城市(2014)、全球綠色城市第七名(2017)。

台拉維夫為以色列主要的商業中心，吸引許多新創公司來這裡設立，市政府為推動數位城市治理，藉由科技輔助達到與居民溝通與傳遞訊息橋梁。該政府利用 Digi Tel 程式作為平臺，透過該平臺可以讓居民和政府進行雙向溝通，並可依據居民的興趣愛好，地理位置等信息，每天提供最新的訊息供居民參考，訊息包含道路資訊、文藝活動資訊、商業優惠活動等。另政府亦可透過這個平臺向居民調查相關建議，例如都市的綠化措施等問題作為施政的參考。

在台拉維夫市為鼓勵大眾交通工具與推廣節能減碳運具，除大家比較熟知的共享腳踏車外，共享滑板車也是交通工具之一，他是結合電動馬達的滑板車，以站立式騎乘，車體小，因有馬達無須耗費體力，且有一定的速度，所以在該城市常看到居民使用，但是由於他的速度較腳踏車快，對於較不遵守交通規矩的騎乘者，對於交通的影響值得注意。

另外，以色列是世界上最新創公司享譽全球的國家，台拉維夫是除美國矽谷以外科技創業企業密度最高的城市（每 290 名居民擁有 1 家），所以夜晚走在台拉維夫市中心街頭，商業大樓都是燈火通明，由於創新企業以全球市場為主要服務對象，面對全世界的挑戰，以致燈火永不熄滅，這樣的努力不懈精神，造就以色列在世界創新事業占有一席之地原因。



圖 67、共享電動滑板車

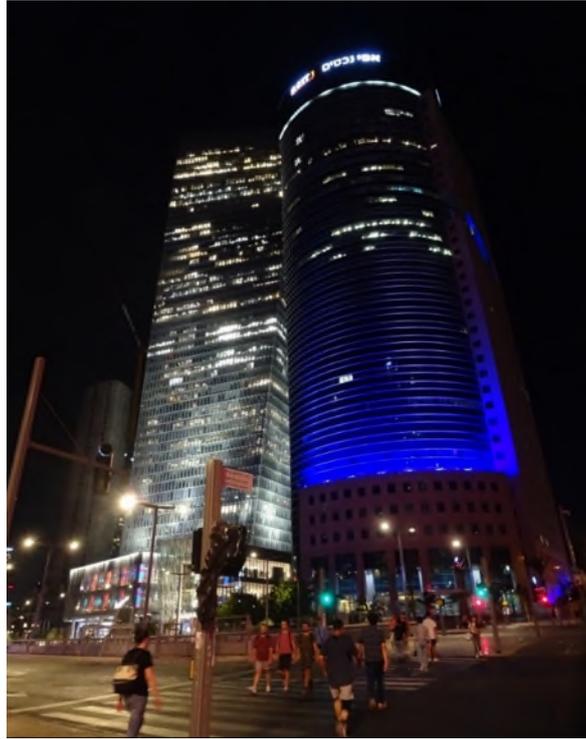


圖 68、燈火通明的辦公大樓

(三) 群眾運動

以色列是位於中東地區的民主國家，允許人民集會遊行，而該國採多黨政治與聯合政府型態，因此於街頭常有群眾運動，由於近年該國進行司法改革（以色列總理本雅明·內塔尼亞胡限制最高法院行使司法審查權）、並適逢厄立垂亞日（1993年9月1日厄立垂亞革命日）紀念活動期間等，本團參訪期間，於台拉維夫下榻飯店旁亦遇到示威活動，充分展示該國民主政治與政黨、族群融合與衝突。

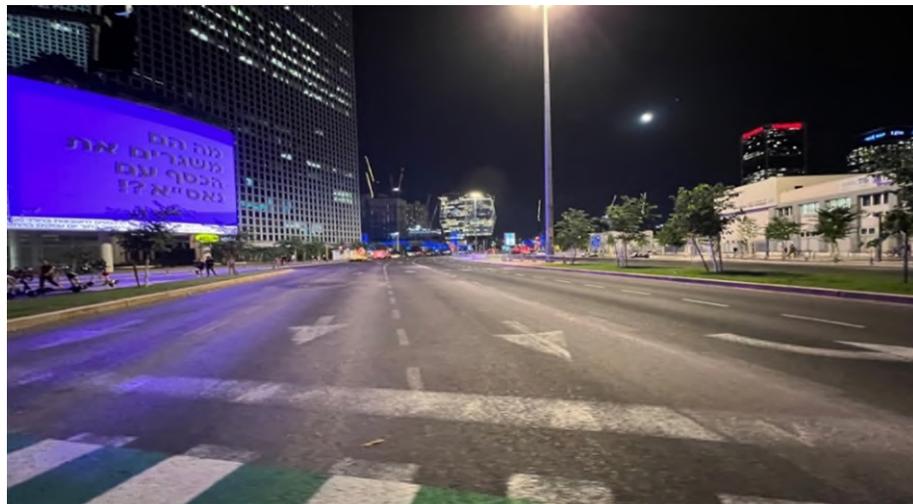


圖 69、以色列政府因應示威活動主要道路遭封閉之情形



圖 70、當地新聞畫面（資料來源：以色列第 12 頻道直播畫面）

(四) 駐台拉維夫臺北經濟文化辦事處協助與業務交流

我國於 2013 年 12 月經駐台拉維夫臺北經濟文化辦事處與駐臺北以色列經濟文化辦事處，為考量環境保護與改善現在與未來世代的重要性，爰簽訂環境保護雙邊合作備忘錄，其合作領域包含水質、廢棄物、空氣品質管理、氣候變遷減緩與調適、環境技術與環境教育等，並以交換技術資訊、出國研習、人員訓練、會議、研究計畫等合作方式進行交流，本次係自雙邊合作備忘錄簽訂以來，我國第一次由環境部率團研習交流。

本次參訪單位的接洽與溝通，特別感謝我國駐台拉維夫臺北經濟文化辦事處的協助，在行前協助本團與環保部接洽交流細節，並在當日由李雅萍大使親自率領同仁陪同拜會環保部，此外，在每場的環保技術交流也都派相關同仁到場協助及聆聽需求，讓本團學員獲得更豐富的收穫，此外，在參訪過程也與該處進行業務交流，經該處表示，除協助我國各單位蒞臨以色列參訪行程外，更積極推對我國科技研發與以色列相關產業進行交流，以促成雙邊合作的機會，創造商機，例如於今年 6 月份，正促成臺灣工業技術研究院與以色列知名資安晶片新創公司 Chain Reaction 總部簽訂合作意向書(MOU)，期望能夠整合臺以在晶片、軟硬體與創新應用研發等優勢，建造更具高強度資安能力。（資料來源：數位發展部官方網站新聞：<https://moda.gov.tw/press/press-releases/5607>）

伍、心得與建議

一、氣候變遷與環境治理

(一) 在氣候變遷議題方面，以色列已提出 2030 年國家自主減量貢獻(NDC)，並且提出每五年一期的國家氣候行動，並依各部門提出對應之減碳策略，與各締約方國家及我

國淨零排放路徑相同，在 2030 年以前，以既有之減碳技術推行，並且積極發展更精進的減碳技術；此外，該國因地域性影響，乾旱、缺水且熱浪頻繁，MoEP 以地區性的補助誘因，提出造林遮陰試行專案及預算經費，從種植場域的選定、植栽種類篩選及植栽整體過程，制定完善專案計畫，並招攬民眾參與，除能提高地區性生態韌性外，更具教育意涵；此外，MoEP 考量地方區域的資源不足，透過建置的氣候變遷風險地圖，並公開資訊提供各界使用，以促使各地區據以建構調適政策及災害防救應變機制。

- (二) 針對生活及工業廢（污）水收集處理與再利用，以色列首重水資源的回收使用，因此無論是前端要求工廠源頭減量、完善前處理，後端集中廢水三級處理至可灌溉、可排放至承受水體等，有明確目標及確實成效。至於水中物質之資源循環，除了提到污泥作為肥料使用外，其餘資源化似較少觸及。又依本團所見聞，以色列國內似較少高科技及重金屬工業，從廢水處理廠觀察之廢水組成尚屬單純；而工廠端前處理如何達到法規要求之相關技術，以及廢水資源化之商業作法等，似可作為進一步瞭解之面向。
- (三) 有關「一次性塑料稅」，MoEP 雖然沒有答覆為何行之有效的政策最後會被取消，但據瞭解當地導遊所述，為此一政策與猶太安息日的宗教傳統發生衝突，考量在安息日，猶太人不能工作、不能使用手機、不能煮菜、不能洗碗，所以在安息日前，民眾會把要吃的食物準備好，並使用免洗餐具盛放，安息日時即可直接食用並將食用完畢之餐具丟棄。而一次性塑料稅之開徵，造成免洗餐具成本上升、售價提高，加上以色列家庭普遍人口眾多，增加低收入社區家庭的經濟負擔，以致此一政策招致宗教人士及傳統社區的反對，而被當局取消。上述案例可提供給我們反思，一項環保政策的規劃或許立意良好，但若與民情風俗產生衝突，即便執行成效顯著，也無法落實長久執行，所以無論環保政策與法規的規劃、研擬，除了考量成本效益外，亦須重視衝擊影響評估，行政機關在事前應儘量充份考慮到受眾（目標人口）可能承受之影響，包含地方民情風俗甚至宗教信仰等因素，再配合後續民意反饋的滾動式調整，政策法規才能真正落實並長久執行。

二、水資源活化與復育

- (一) Sorek 海水淡化廠有獨立的供電電廠，包括天然氣和太陽能，內需維持 25 至 30 年，還可出口到其他國家，因此發電成本很低。海水淡化最難克服的是能耗問題，可提供我國臨海發電廠及海水淡化廠整合規劃開發時參考，發電同時兼顧海水資源取得。
- (二) 海水淡化後續鹵水在污染問題上，依 Sorek 執行長 Semion Brover 表示該廠鹵水排放濃度與地中海並無濃度差異甚大情形。現有鹵水排放雖經擴散模式演算，以及國際實廠過去多年的觀察驗證，並不會造成海洋的生態污染。
- (三) 近年來相關評論及國內專家學者針對鹵水排放提出各種回收再利用的技術，其中包括海上採礦、鹽鹵製造及滲透壓發電等技術。「鹵水不是廢水，可以循環經濟方式推

動再利用」。依 2023.3.25 聯合報「海水淡化（向海要水）排放高濃度鹵水，再處理挑戰大」議題報導內容，國立陽明交通大學環境工程所終身講座教授兼任所長黃志彬說，臺灣已有足夠技術可克服，只要投入成本不是問題，鹵水成分中的鎂、硼都是相當有價值的礦物質，也都是陸地缺少的物質；早年臺積電曾因海淡水含有硼而拒絕使用，但現在去除技術已經提升，且高濃縮的硼可作為漂白劑、清潔劑等工業應用。

三、廢水處理技術與循環利用

- (一) 模組化水處理科技確能減少廢水處理成本及操作成本，對於民生污水、小型聚落式污水處理有相當的可借鏡之處。但有關畜牧廢水，本部推動畜牧糞尿資源化利用，希望透過沼液沼渣肥份使用澆灌農田，不但能減少化學肥料使用，更從源頭減少廢水的產生，與以色列在政策上以不同方向的步伐邁進，各自亦有成果，但或許鼓勵民間發展水處理科技，結合民間與力量，同時落實精進處理再生水技術與源頭減量，對於臺灣水資源的保育能有更好的未來。
- (二) 工業廢水部分，因臺灣高科技產業發達，較多重金屬廢水議題須處理，故目前 Fluence 公司的模組化處理科技，仍不適用於工業區的大型廢水處理廠中。

四、綠生活與智慧城市治理

- (一) 台拉維夫市在智慧城市領域表現卓越，建置 Digi Tel 平臺，為市民提供城市即時資訊與在線客製化服務，並促進公眾參與，通過資源節約、廢棄物處理、節約能源、社區和環境責任和團結、支持當地經濟、可持續發展教育等）建立政府與民眾的夥伴關係，增加綠生活推動的深度與廣度。
- (二) 另外在城市治理方面，以智慧城市研究所作為智庫，將政府、社會、產業作為三支支柱並以大學為中心，並應用 AI 進行大數據分析，建立預測模型，避免環境風險之實現、提供交通疏導、疫情控制等，可作為我國數位、能源、水管理、教育、環境永續發展和綠色政策參考。

五、運具電動化創新技術

- (一) 無線充電技術能同時縮小電動車電池尺寸及減輕廢電池回收的問題，符合低碳永續之目標，作為環保機關顯然支持立意良好的概念；且 ElectReon 公司已分別與汽車及零件大廠簽署備忘錄，足見此技術具有商業可行性及未來潛力，應屬務實可行。
- (二) 然依目前參訪內容所見，此技術建置成本頗高昂（每公里約 120 萬美元），以及動態充電效能仍可能受高速行駛影響，故技術上仍待進一步發展。從運輸政策觀點上如採用，似乎以大眾運具先行之方式，例如公車，因有相對固定路線、行駛速度較穩定等條件。私人運具雖裝置接收器看來問題較小，而道路基礎建設如大規模採行，則需長遠觀察。

六、掩埋場轉型，打造具生物多樣性的環境教育場域

赫里亞(Hiriya)垃圾掩埋場的形成，是一個都市成長的縮影，因垃圾而來的地下水污染、垃圾山崩塌、臭味逸散、垃圾火災等問題，是都市治理的一大挑戰。藉由垃圾場的停用，綠地的復育，阿里爾沙龍公園的設立，讓垃圾山揮別過去髒亂、惡臭的樣貌，重新提供都市一個綠色的肺臟與居民休憩的場所，都是展現以色列地方政府與中央政府攜手打造良好環境的成功案例。

七、土壤整治場址復育

在土壤污染場址議題方面，以色列國土面積小於我國且一半國土為沙漠地區，對於土地永續利用更是極為重要，但在國家發展時相關工業行為、軍事設備製造等仍造成土地污染，現為住房用地需求，由政府率先發動跨部會合作模式，成立污染改善執行委員會進行國有土地及軍事用地土壤污染改善工作，並期望可在 13 年(2015 年至 2028 年)內完成 80 處土壤污染場址改善，以色列政府單位展現有效整合及執行能力，值得我國進一步瞭解。另本團於本次參訪瞭解到以色列在除在土壤整治工法上與我國目前所執行工法雷同外，其法規、制度較不足於我國，例如：以色列目前未有針對事業欲將土地轉移時需進行土壤調查規定、土壤污染、地下水污染管理單位非同一單位、污染土壤去化及再利用制度、風險管理制度等，未來亦可提供我國經驗與以色列進行交流。

八、當地生活體驗心得

- (一)以色列在「安全第一、服務第二」的原則下，全民皆得配合與忍耐，本次在駐台北以色列經濟文化辦事處與外交部的協助下，團員取得了機場禮遇通行證明文件，但安檢還是毫不馬虎，得通過層層關卡才進的了機場，對於以色列在安全上的執著，值得敬佩。
- (二)前往以色列飛行旅途就發現飛機上青少年及孩童明顯較多，城市街道也是如此。於參訪交流發現該國人口成長率約 2%，且為全球已開發國家中生育率最高的，雖然主因可能為宗教因素，加上猶太人非常重視教育，認為教育是對下一代的最好投資，似乎由此可看到以色列展現出人力資源就是國家競爭力。