

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：考察)

參加下水道展及參訪關東地區水環境教育相關設施

服務機關：經濟部水利署

姓名職稱：阮香蘭簡任正工程司

派赴國家：日本

出國期間：106年7月30日至8月5日

報告日期：中國民國106年10月

摘要

台灣目前再生水在各方條件成熟下已積極推動辦理，經濟部與內政部、台中市府、台南市府及高雄市府刻正共同推動六大再生水示範案之建設，其中高雄鳳山溪廠已於 105 年 12 月動工，預計 107 年起開始供水，其他各案亦將陸續展開。示範案為達示範目的，且做為趨動未來再生水由民間自行興辦經營之終極目標，除開發營運外，更規劃作為環境教育場址及設備驗證場址。

本次經實質五天之觀展及考察後，均圓滿完成任務及達成預定目標，重要成果摘述如下：

- 一、由日本下水道展可看出下水道產業在日本蓬勃發展的狀況以及技術發展趨勢，這兩年各種水處理相關設備多涉及省能源、回收資源、設備延壽等議題。另展場之布置相當精緻，各公司準備之小禮品多需以名片方能交換，如此可擴大公司潛在新客戶的來源，展出之公司亦有多場技術發表會，上述下水道展參訪心得可做為未來本署參展之修正方向。
- 二、我國目前尚未有類似東京都虹的下水道館的下水道相關展館，該館以提高中小學生的環境教育為前提進行符合中小學生知識程度的互動式設備，而非用博物館靜態的角度設計場館，如此才能讓下水道、水環境的環境教育深入中小學生心中。
- 三、從東京都水科學館的例子可看出日本的水環境教育從小紮根，其活動安排和動線配置都非常活潑和細心，另有許可互動設施可以讓小朋友從親手接觸和操作而留下更深刻印象，不需要父母親做太多解釋或要求小朋友專注，自然而然就可以吸引小朋友目光。
- 四、日本科學未來館呈現科技發展所衍生的環境衝擊問題，展現日本在發展科技的同時，也要設法減緩其對環境的衝擊，甚至要藉由科技的發展來改善環境，希望能達到經濟發展與環境保護應兼籌並顧的重要方向。
- 五、東京水道歷史館展示各種古代、近代或現代東京都使用過的各種設備，並有目前東京都自來水以混凝沉澱後加生物活性碳吸附之後再用臭氧消毒的高級處理程序示意展，使前來參訪的民眾對東京都水道歷史有更深刻的認識，也更加了解自來水來之不易，並非打開水龍頭就自己來的，而是經過先民四百年的開鑿才能有如此珍貴的水。
- 六、東京小河內水庫設有管理中心，亦有相關展示設備，另相當強調動植物生態資訊，因此為一重要的環境教育中心，另外亦有多國外國文宣，可為我國未來各水庫管理機關可以參考改進之處。

目錄

摘要.....	i
目錄.....	ii
表目錄.....	iii
圖目錄.....	iv
第一章 任務與行程.....	1
1.1 緣起與目的.....	1
1.2 行程.....	2
第二章 考察行程紀要.....	3
一、下水道展部分.....	3
二、就水環境教育相關設施部分：.....	7
2.1 東京都虹の下水道館.....	7
2.2 東京都水の科學館.....	14
2.3 日本科學未來館.....	21
2.4 東京都水道歷史館.....	29
2.5 東京奧多摩區小河內水庫參訪.....	37
第三章 參訪重要成果與建議.....	40

表目錄

表 1.2-1 行程表	2
-------------------	---

圖目錄

圖 2 2017 年日本下水道展入口情形.....	4
圖 3 日本下水道展展區內參訪人數踴躍.....	5
圖 4 2017 日本下水道展展區示意圖.....	5
圖 5 節能技術示意圖.....	6
圖 6 2017 雲端、IoT 技術應用示意圖.....	6
圖 7 政府展館的互動教育.....	7
圖 8 VR 互動教育－認識下水道.....	7
圖 9 政府展館的互動教育.....	7
圖 10 人口蓋著色－親近下水.....	7
圖 11 東京都虹的下水道館外觀亮麗.....	8
圖 12 東京都虹的下水道館一樓瓶蓋彈珠台.....	9
圖 13 東京都虹的下水道館入口 AR 互動設備.....	9
圖 14 東京都虹的下水道館模擬下水道處理設備遊戲區.....	10
圖 15 東京都虹的下水道館實際操作下水道高壓清洗設備.....	10
圖 16 東京都虹的下水道館展示活性污泥微生物觀察照片.....	11
圖 17 小學生全副武裝進入東京都虹的下水道館人孔.....	11
圖 18 東京都虹的下水道館展示館線照片.....	12
圖 19 小學生在解說員帶領下進行活性污泥生物觀察.....	12
圖 20 東京都虹的下水道館預告 10-11 月特展.....	13
圖 21 東京都虹的下水道館為小學四年級生設計的寫真競賽.....	13
圖 22 東京都水科學館一樓的水公園.....	15
圖 23 東京都水科學館一樓的水公園.....	15
圖 24 東京都水科學館二樓的水科學遊戲區 1.....	16
圖 25 東京都水科學館二樓的水科學遊戲區 2.....	16
圖 26 東京都水科學館二樓的水科學遊戲區 3.....	17

圖 27 東京都水科學館二樓的水處理示意模型.....	17
圖 28 東京都水科學館二樓的水處理生物活性碳吸附模型.....	18
圖 29 東京都水科學館二樓的水與森林.....	18
圖 30 東京都水科學館二樓的自來水相關知識問答區.....	19
圖 31 東京都水科學館二樓的自來水使用區.....	19
圖 32 東京都水科學館三樓的 3D 環繞電影院示意圖	20
圖 33 東京都水科學館三樓的 3D 環繞電影院示意圖	20
圖 34 東京都水科學館三樓的 3D 環繞電影院示意圖	21
圖 35 東京都臨海副都心日本科學未來館外觀.....	22
圖 36 東京日本科學未來館一樓電動助行器.....	23
圖 37 日本科學未來館 Geo-Cosmos	23
圖 38 東京都臨海副都心日本科學未來館外觀.....	24
圖 39 東京日本科學未來館球型顯示幕顯示人類移動的軌跡.....	24
圖 40 東京日本科學未來館球型顯示幕顯示氣候變遷情形.....	25
圖 41 東京日本科學未來館球型顯示幕顯示物種多樣性.....	25
圖 42 東京日本科學未來館球型顯示幕顯示資源豐沛度.....	26
圖 43 東京日本科學未來館宇宙探險常設展.....	26
圖 44 東京日本科學未來館中當人類人口達到 100 億人之情境模擬.....	27
圖 45 東京日本科學未來館再生醫學展示.....	27
圖 46 東京日本科學未來館未來科技說明.....	27
圖 47 東京日本科學未來館機器人解說員.....	28
圖 48 東京日本科學未來館機器人實演狀況.....	28
圖 49 東京日本科學未來館機械動物.....	29
圖 50 東京日本科學未來館超導體展示.....	29
圖 51 東京都水道歷史館一樓入口意象.....	31
圖 52 東京都水道歷史館展示舊式給水龍頭.....	31

圖 53 東京都水道歷史館展示舊式取水龍頭.....	32
圖 54 東京都水道歷史館展示人馬共用的取水龍頭.....	32
圖 55 東京都水道歷史館展示各式管徑的配水管.....	33
圖 56 東京都水道歷史館展示早期木頭輸水設備.....	33
圖 57 東京都水道歷史館展示早期木頭管渠.....	34
圖 58 東京都水道歷史館展示舊式取水裝置.....	34
圖 59 東京都水道歷史館展示玉川上水開鑿者玉川兄弟雕像.....	35
圖 60 東京都水道歷史館展示舊式人孔.....	36
圖 61 親子共學.....	36
圖 62 東京都小河內水庫遠視圖.....	38
圖 63 東京都小河內水庫放水口俯視圖.....	38
圖 64 東京都小河內水庫蓄水圖.....	39

第一章 任務與行程

1.1 緣起與目的

本署自民國 96 年起在科技預算的支持下，逐步進行再生水基礎資料調查、污水回收利用潛勢盤查、廢(污)水回收再利用模廠測試、法令訂定及水再生處理技術研發等工作。推動初期面對潛在用水端對使用再生水的疑慮與抗拒、下水道及產業園區主管機關對協力推動再生水的觀望與遲疑，歷經多年從科研驗證、政策明確化及不斷溝通、交流下，於 102 年終獲內政部支持於其轄下「污水下水道第五期建設計畫」編列預算推動「公共污水處理廠放流水回收再利用示範推動方案」，將分別於台中、台南、高雄推動 6 座再生水示範廠建設，同時亦獲台中、台南、高雄市府及目標供水園區管理機關支持，共同致力推動示範廠之建設營運工作。104 年逢台灣遭遇 67 年以來最大的旱象，基於廢、污水之再生利用具水源水質穩定、不受天候影響等優勢，成為政府優先推動發展之項目，爰獲行政院指示民國 120 年國內再生水使用量必須達到每日 132 萬噸，且未來工業用水以零增自來水，優先使用再生水為目標。為完整建構再生水之發展環境，復於 104 年 12 月 30 日完成再生水資源發展條例的立法公布。

目前再生水在各方條件成熟下已積極推動辦理中，其中六大示範案之高雄鳳山溪廠已於 105 年 12 月動工，預計 107 年起開始供水，其他各案亦將陸續展開。示範案為達示範目的，且做為趨動未來再生水由民間自行興辦經營之終極目標，除開發營運外，更規劃作為環境教育場址及設備驗證場址，以鳳山溪廠為例，已將環境教育館列入計畫中，臨海廠則另規劃提供儀器設備商之設備驗證場。

中原大學環境工程學系王教授雅玢執行行政院環境保護署「桃竹苗區環境教育區域中心設置專案工作計畫」，擬赴日本參加下水道展及參訪關東地區水環境教育相關設施，考量本署推動再生水業務與本次赴日考察案內涵及目的相關，並期本署協助提供水環境教育相關建議，爰邀請本署同仁 1 名一同前往，出國所需費用(包含往返經濟艙機票費、在日期間住宿費及交通費等)由該計畫經費支應，期透過交流激盪，提供台灣未來環境教育區域中心設置之規劃建議。

1.2 行程

表 1.2-1 行程表

日 期	内 容
7 月 30 日	去程（桃園到東京）
7 月 31 日	上午：東京都虹の下水道館 下午：東京都水の科學館
8 月 1 日	全日參訪日本下水道展
8 月 2 日	全日參訪日本下水道展
8 月 3 日	上午：日本科學未來館 下午：東京都水道歷史館
8 月 4 日	東京奧多摩區小河內水庫參訪
8 月 5 日	返程（東京到桃園）

第二章 考察行程紀要

本次考察目標以下水道展之下水建設、營運、管理與循環經濟技術及關東地區水環境教育相關設施為主軸。

一、下水道展部分

日本下水道展為日本下水道事業團每年輪流於各地舉辦之大型國際展覽，歷年來分別於東京、大阪、神戶、札幌、福岡等各地輪辦，該展覽展示了城市污水項目公共採購廢水收集和處理的最新技術，涵蓋了規劃、設計、施工、運行和維護。此下水道展旨在吸引日本當地公用事業、顧問和工程公司的決策者，並提高公眾對清潔水的重要性及其實現情況的認識，今年正式邁向第三十屆。

2017 下水道展在東京臨海副都心的 Big Sight 舉行，由國土交通省、環境省、經濟產業省、文部科學省、全國知事會、全國市長會、全國町村會、東京都、神奈川縣、千葉縣、埼玉縣、日本下水道事業團、日本經濟新聞社合辦，可看出該展具有跨部會、跨不同縣市等特性，亦有媒體協助揭露訊息。此次下水道展自 2017 年 8 月 1 日至 8 月 4 日，共有超過 55,000 名日本國內與海外買家的參與，場內多可見拉著行李箱的專家蒐集各公司的最新資料。

今年度日本下水道展可分為管渠材料、施工機具、方案設計、水處理設備、污泥處理設備、政府與民間團體等六大區塊，總共約有 400 家廠商展出，其中台灣展出廠家約為 10 家，可做為未來我國參加國際水展之共同團隊。根據往年之統計，該展主要之目的有製品發表(28%)、技術發表(20%)、擴大通路(42%)、強化既有客戶關係(50%)、獲得新增客戶(60%)、提升企業形象與知名度(53%)、以及提升水環境意識公民意識(3%)等(可複選)，可看出日本下水道相關廠商將該等展覽定位為與新舊客戶的關係以及提升企業形象與知名度，反而展現技術特性非為其主要目的。

另該展同時統計參觀展覽者的身分，可看出各公司之主管以及專門技術人員為其主要對象，但其中亦約有 5%是公司經營者，而其在公司主要負責之業務多以技術發展為主，由此等統計之結果可看出已達到其展示目的。下水道展參加廠商配置圖和一覽表詳圖 1，場內展示狀況如圖 2-4。

經由參訪 2017 年日本下水道展，可看出下水道產業在日本蓬勃發展的狀況以及技術發展趨勢，這兩年各種水處理相關設備多涉及省能源、回收資源、設備延壽、高效技術等議題，而雲端、IoT 技術也在發展中。另展場之布置相當精緻，各公司準備之小禮品多需以名片方能交換，如此可擴大公司潛在新客戶的來源，展出之公司亦有多場技術發表會，上述下水道展參訪心得可做為未來本署參展之修正方向。

另外政府單位的展館則偏向於對民眾，尤其是小學生、幼兒的互動式教育宣導，讓小朋友及其家長從互動遊戲及解說中了解生活中之下水服務，繼而認同政府服務，反思



圖 3 日本下水道展區內參訪人數踴躍

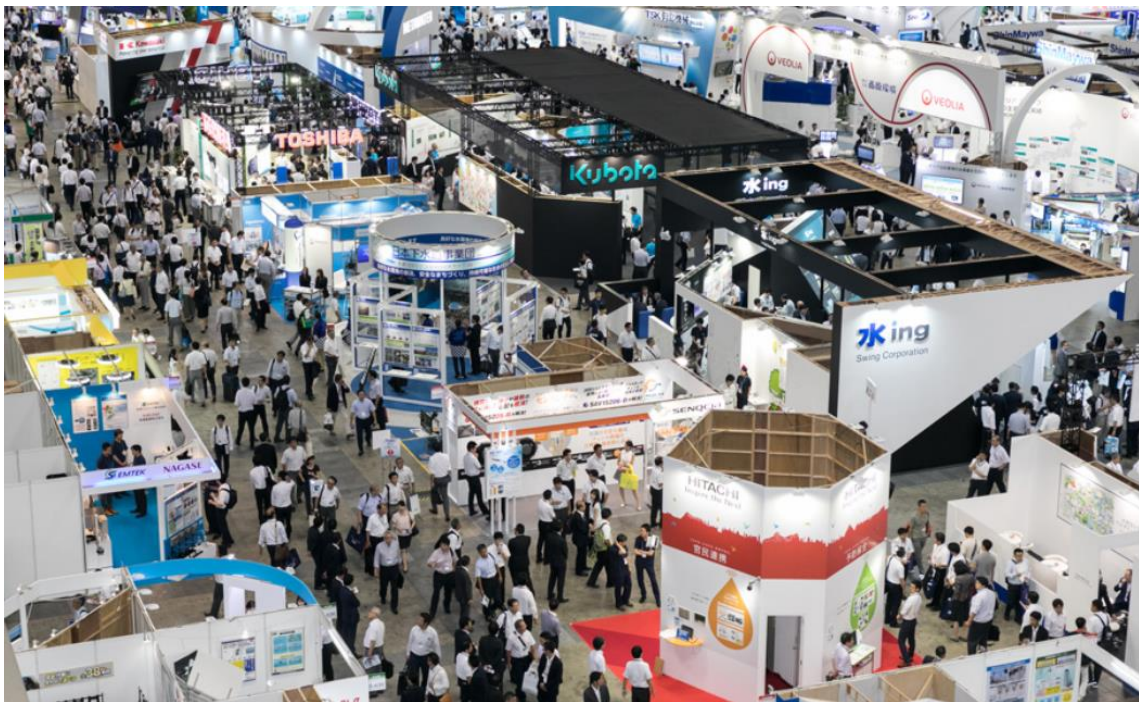


圖 4 2017 日本下水道展區示意圖

MBRの電気代、はぎにようさん

クボタの挑戦

スマートMBR「SCRUM」 電力使用量を50%削減

- 運転状況に応じて膜の詰まりを予測し、風量制御。
- 名古屋市、東芝インフラシステムズ株と3者共同研究中。



クボタの強み

曝気風量制御システム

- 各種センサー情報をもとに、将来の膜の過圧力を予測。
- 膜の洗浄頻度や運転状況に応じて最適な膜洗浄用風量を制御。





製品展示もご覧ください

圖 5 節能技術示意圖



上下水道の 未来をつくる パートナーへ

事業
ツール

上下水道サービス事業

埼玉県戸田市における上下水道事業施設投資を2016年4月より実施中です。

県上下水道部は、県上下水道部施設投資管理委員会（投資委員会）を組織し、県上下水道部施設投資の推進を図っています。



維持管理支援ツール

クラウド型サービスで確実な運用をスキルフリーにします。

県上下水道部施設投資管理委員会（投資委員会）



圖 6 2017 雲端、IoT 技術應用示意圖



圖 7 政府展館的互動教育



圖 8 VR 互動教育－認識下水道



圖 9 政府展館的互動教育



圖 10 人口蓋著色－親近下水

二、就水環境教育相關設施部分：

為了解日本水環境教育展館的規劃理念與設計、維運概況，以為我國未來執行參考，本次考察內容包含水庫、上水、下水及未來科技等標的的展館，相關考察紀要詳如後述。

2.1 東京都虹の下水道館

東京都虹的下水道館於 1996 年開放，作為有明污水處理廠（現在的有明水資源中心，如圖 11）的環境教育場域，常年對外免費開放。東京都虹的下水道館將下水道工程用簡易實體的方式讓參訪的民眾了解下水道的收集、處理、放流等各種設施，並具有相當多的體驗設備可讓民眾實際操作，作為環境教育場域，東京都虹的下水道館除常設具互動性的展覽外，更有每月定期更換的特展，該等展覽均為互動性，亦可自行實作某些互動遊戲。

本次考察東京都虹的下水道館時間適逢暑假期間，因此該館亦準備提供給小學生可以實作的特展，讓參觀的小朋友了解下水道、親近下水道，從實作中更進一步了解下水道工程的重要性。

此次展館的動線安排也非常吸引人，一開始在一樓接待大廳先讓參訪者自己製作下水道標章的小徽章，並設計瓶蓋製成的彈珠台活動提高參訪者的興趣(如圖 12)，打到不一樣的格子就可獲得不一樣的獎品，還設計積點活動，只要累積三個印章就可換得一個獎品。該館的展場是在五樓，進入展場一開始就架設 AR，以模擬下水

道管的方式讓參訪者可以打水滴、或是堵住漏水，可藉由現代科技感受、親近水(如圖 13)。接著有個很大的展區是利用重力原理和透明管線，裡面有保麗龍製成的球，其目的為模擬懸浮性固體顆粒，球會隨著透明管線流到曝氣池、沉澱池等不同的槽體，並可讓參訪者舀水觀看水在下水道中的流動藉由此流動模型的方式可讓參訪者很快的了解複雜的下水道工程(如圖 14)，整個參訪安排動線讓參訪者對水的使用和水處理工程有了更加深刻的認識和了解。

展館中亦設有洗手槽、馬桶、流理臺等用水設備，當按下馬桶沖水、或打開水龍頭，則可看見使用過的水更管線蒐集到用戶接管及支管的流動情形，同時展區內也有下水道管渠，參觀者可穿著全副武裝的防護設備，經由人孔進入下水道管渠中，體驗人孔及下水道管渠，這些體驗均可讓下水道在小朋友的心中從一種排斥的鄰避設施到了解它是一種可以幫忙河川清淨的設施，上述多項可動手設施更可大大提高參訪者，尤其是小學生停留在館中學習的動機(如圖 15 到圖 19)。另外該館亦會配合不同季節而設有不同特展(如圖 20 到圖 21)。

我國目前尚未有類似的下水道博物館或下水道館，建議未來我國如擬增設該等館舍，應以提高中小學生的環境教育為前提，應先了解中小學生的知識程度，再據此設計符合中小學生知識程度的互動式設備，而非用博物館靜態的角度設計場館，如此才能讓下水道、水環境的環境教育深入中小學生心中。



圖 11 東京都虹的下水道館外觀亮麗



圖 12 東京都虹的下水道館一樓瓶蓋彈珠台



圖 13 東京都虹的下水道館入口 AR 互動設備



圖 14 東京都虹的下水道館模擬下水道處理設備遊戲區



圖 15 東京都虹的下水道館實際操作下水道高壓清洗設備



圖 16 東京都虹の下水道館展示活性汚泥微生物觀察照片



圖 17 小學生全副武裝進入東京都虹的下水道館人孔



圖 18 東京都虹の下水道館展示館線照片



圖 19 小學生在解說員帶領下進行活性污泥生物觀察



圖 20 東京都虹的下水道館預告 10-11 月特展

しゅうがくせいすいどうけんさつ

第16回 小学生下水道研究 4年生 レポートコンクール

下水道について学んだことを、作品にしてみませんか？
新聞・ポスター・標語3つの部門から、好きなものを選んで、応募しよう！

受賞者は
さかなクンのプレミアムでまえ授業
に参加できるよ！

新聞部門	ポスター部門	標語部門
すばらしい作品には… 最優秀賞(6部門×2)… 賞状・副賞カード(5千円) 優秀賞(6部門×20名)… 賞状・副賞カード(3千円) 入選(6部門10名)… 賞状・副賞カード(1千円)		

応募者全員に
参加賞を
プレゼント！
アースくんバッチ アースくん文具セット

募集期間しめきりは平成 29年 9月30日(土)です。

申し込みは
下水道教育ホームページでおこなう！
<https://www.geuido-adventure.jp>

〒104-0061 東京都中央区銀座7丁目15番15号 高円堂ビル6階
TEL 03-3547-3400

東京都下水道局
〒100-8501 東京都千代田区千代田1-1-1 下水道局本庁舎4階 登録課77号

圖 21 東京都虹的下水道館為小學四年級生設計的寫真競賽

2.2 東京都水の科學館

東京都水科學館隸屬於東京都水道局(東京都水道局共有東京都水科學館、水道歷史館、奧多摩水與綠展示館、虹的下水道館等四個免費提供環境教育之公益廠址)。東京都水科學館位於有明區，與虹的下水道館不同，東京都水科學館是獨立館舍，一共有三層，每一層都有不同的主題介紹水的重要及跟人們的生活如何息息相關。

東京都水科學館一樓的意象是水公園，藉由水池和山的配置，營造水遊憩的氛圍，並設有水槍提供小朋友遊戲，另有用力壓就會下雨的遊戲設備，讓小朋友一開始就親近水，也知道水是種循環，可從天上降落到地面(如圖 22 與 23)。一樓同時有文宣展品以及公告下階段的特別展訊息，提供有興趣的參觀者自由取回。

二樓可分成兩部分，一部分是水科學遊戲，另一部分是水處理模型。在水科學遊戲方面，最令人印象深刻的是有一台抽真空設備，可讓水溶液在數秒內變成水蒸氣或者是結成冰塊，藉此可讓參觀者更能體會水具有固相、液相、與氣相三態，另外還有水蒸氣的空氣槍，藉由加壓的方式可讓水變成像抽菸一樣的空氣槍打到空氣裡面。另有裝有不同密度溶液之保特瓶在水中的沉浮實例讓同學操作，藉由實際操作的方式讓參觀者了解水的基礎科學是東京都水科學館的重要目的(如圖 24-26)。

二樓的另外一個展區是水的輸送和水的處理介紹，透明管線配置，讓小朋友了解家裏的水如何流動，類似居家環境的配置更讓參訪者認識哪些日常活動和水息息相關。此外，尚有清楚易懂的模型來介紹複雜的水處理流程，讓參訪者體認如何借用科技的技術來處理自來水，及自來水處理之不易，提倡節約用水的觀念(如圖 27-31)。

該館三樓則設有一 3D 環繞電影院，從 9:45 起以每 15 分鐘一個時段為單位，讓參觀者坐在一艘小艇上，可跟著電影到處冒險，從蓄水的水庫出發，水流到河川裡，水再流到大海裡，參觀者會隨著電影親歷其境的在各個水環境內游動，可讓人對於水的循環更加深印象(如圖 32-34)。

從東京都水科學館的例子可看出日本的水環境教育從小紮根，許多父母親會帶著小孩到這些和水相關的教育設施場所學習，一方面這些設施場所的活動安排和動線配置都非常活潑和細心，另一方面，有許多可互動設施可以讓小朋友從親手接觸和操作而留下更深刻印象，不需要父母親做太多解釋或要求小朋友專注，自然而然就可以吸引小朋友目光，日本這些經驗值得台灣借鏡，如何營造一個親民便利可互動的水環境教育場所是未來我國在推動環境教育時必須要參考的方向，也是我國各級教育設施必須要達成的努力目標。



圖 22 東京都水科學館一樓的水公園



圖 23 東京都水科學館一樓的水公園



圖 24 東京都水科學館二樓的水科學遊戲區 1



圖 25 東京都水科學館二樓的水科學遊戲區 2



圖 26 東京都水科學館二樓的水科學遊戲區 3



圖 27 東京都水科學館二樓的水處理示意模型



圖 28 東京都水科學館二樓的水處理生物活性炭吸附模型



圖 29 東京都水科學館二樓的水與森林



圖 30 東京都水科學館二樓的自來水相關知識問答區



圖 31 東京都水科學館二樓的自來水使用區



圖 32 東京都水科學館三樓的 3D 環繞電影院示意圖

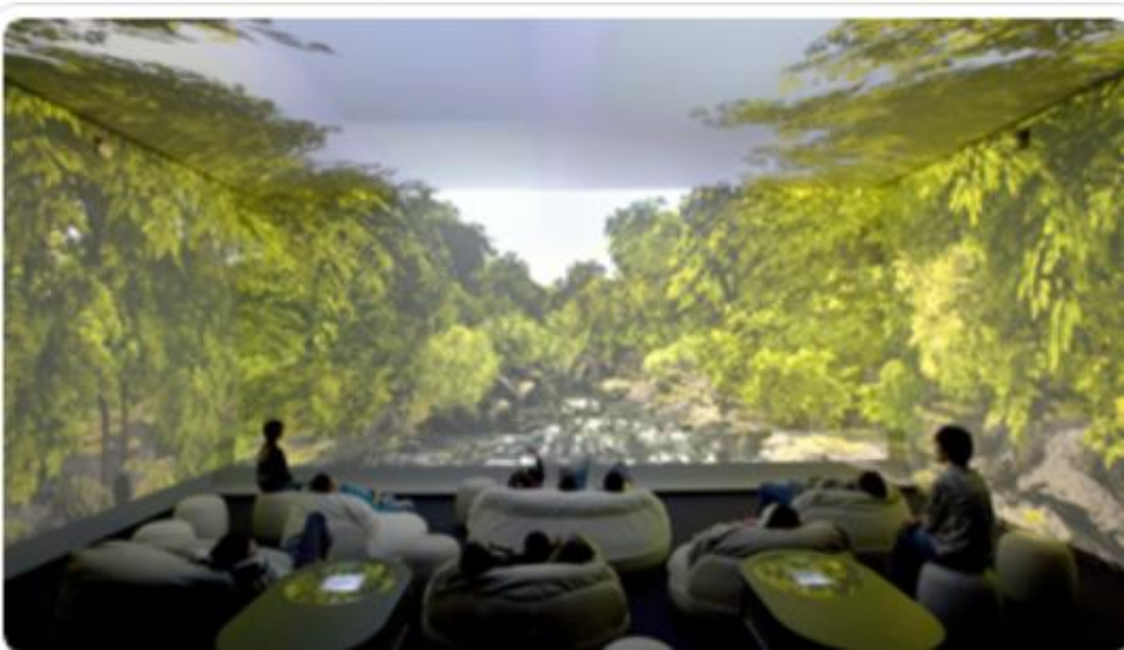


圖 33 東京都水科學館三樓的 3D 環繞電影院示意圖



圖 34 東京都水科學館三樓的 3D 環繞電影院示意圖

2.3 日本科學未來館

日本科學未來館是此行唯一需要付入場費的展館(如圖 35)，成人票為每人 620 日圓，約 200 塊台幣，就東京臨海副都心一堆免費的展館來看，這個價格所費不斐，但館內卻也人山人海，可見其受歡迎的程度。日本科學館的設立宗旨是從科學的視角理解現在世界上發生的事情，同時希望觀眾能夠在參觀之餘思考人類今後將打造出什麼樣的未來。該館的參訪者可透過展示及實驗教室、座談會等等豐富項目，以不同規模體驗從日常單純的疑問至最新科技、地球環境、宇宙探索、生命奇妙等當前不斷發展的科學技術。

科學未來館總共有 7 樓，跟台灣的科學館或博物館一樣，日本科學未來館都會有常設展和特別展之分，如果要進去特別展必須另外買票，一樓入口大廳即可隨人體臀部左右移動而移動的電動助行器，人體只要有些微的移動，該助行器即能感應，並改變移動方向，可做為老人化社會協助年長者移動的好工具。

隨著電扶梯進入四樓，印入眼簾的是一顆名為 Geo-Cosmos 的有機 EL 顯示器的球體顯示螢幕，地球 Geo-Cosmos 是日本科學未來館的標誌性展品，利用 1,000 萬像素以上的高解析度影像展現地球在太空的樣子，該顯示螢幕並隨著不同的時間而有不同的變化，如顯示人類移動的軌跡、生物多樣性分布、資源分布情形.....等。這是世界上第一個採用有機 EL 顯示器的球體顯示螢幕(如圖 36-41)。

科學未來館介紹許多有名科學家的作品，並介紹未來可應用的科技，包括了宇宙中星球的探測、加速器的開發、太空艙；地球上人口暴增問題、有機材料的開發、擬人化機器人的開發；生命體的再生細胞研究、人腦開發研究以及遺傳物質研究，其中最吸引人的除了是大廳那顆鎮館地球螢幕以外，就是 Asimo 機器人，他會按著

指引者的指令進行踢球、跑步、敬禮等動作，讓參訪的民眾了解日本科技的進步(如圖 42-49)。

整體日本科學未來館所呈現的是一個未來科技可能達到的境界，亦檢討發展對於環境的影響，並從此思考人類的下一步該如何走，我國目前雖有科博館、天文館等展館，但過於強調科技的進步，少有檢討科技發展所衍生的環境衝擊問題，日本認為環境教育應該從科技研發的過程即應考量進去，在發展科技的同時，也要設法減緩其對環境的衝擊，甚至要藉由科技的發展來改善環境，這點是我國發展各項技術同時應參考所謂經濟發展與環境保護應兼籌並顧的重要方向。



圖 35 東京都臨海副都心日本科學未來館外觀



圖 36 東京日本科學未來館一樓電動助行器



圖 37 日本科學未來館 Geo-Cosmos



圖 38 東京都臨海副都心日本科學未來館外觀



圖 39 東京日本科學未來館球形顯示幕顯示人類移動的軌跡

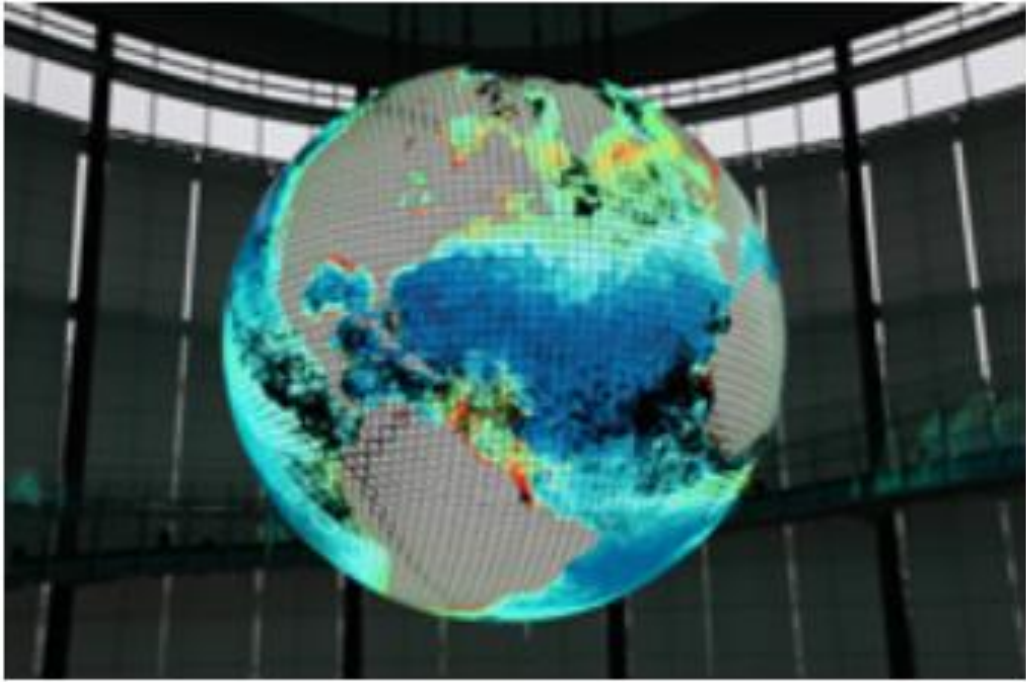


圖 40 東京日本科學未來館球型顯示幕顯示氣候變遷情形



圖 41 東京日本科學未來館球型顯示幕顯示物種多樣性



圖 42 東京日本科學未來館球形顯示幕顯示資源豐沛度



圖 43 東京日本科學未來館宇宙探險常設展



圖 44 東京日本科學未來館中當人類人口達到 100 億人之情境模擬



圖 45 東京日本科學未來館再生醫學展示



圖 46 東京日本科學未來館未來科技說明



圖 47 東京日本科學未來館機器人解說員



圖 48 東京日本科學未來館機器人實演狀況



圖 49 東京日本科學未來館機械動物

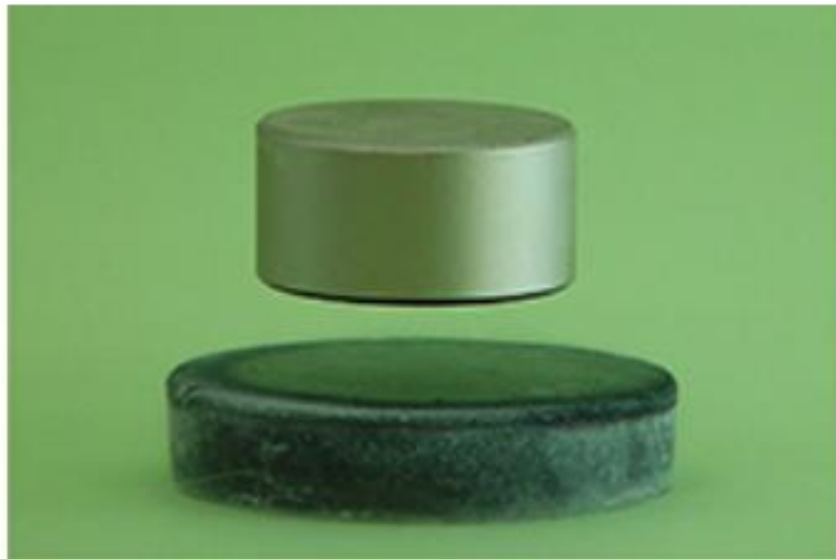


圖 50 東京日本科學未來館超導體展示

2.4 東京都水道歷史館

東京都水道歷史館坐落於東京都文京區本鄉，於 1995 年 4 月 15 日開館，由東京都水道局運營。此歷史館將東京水道 400 年的歷史分為江戶時代和明治時代，用館內巨大的實物模型、歷史資料和照片等向參觀者們加以介紹。

一樓入口處即展示與台北自來水博物館唧筒室一樣風格的老式圓形歐式建築屋頂(如圖 51)，讓人有回到過去的感覺，一樓並展示各種近代或現代東京都使用過的各種設備，如置放於人行道的取水口、測漏設備、各式管渠等，並顯示目前東京都自來水均以混凝沉澱後加生物活性碳吸附，之後再用臭氧消毒的高級處理程序處理，並展示歷年來東京給水普及率以及漏水率(如圖 52-55)。

該館二樓展示江戶時代水道，江戶時代的東京自來水是由俗稱玉川兄弟的庄右衛門以及清右衛門所共同開鑿，歷經四百年的不斷興建、汰換，才到目前的規模。東京都水到歷史館二樓置放江戶時代取水的相關設備，當初尚無鋼筋混凝土，所有取水設備，包括引水、輸水、供水等均為木式構造構成(如圖 56-60)，看到這些舊式的設備，可使前來參訪的民眾對東京都水道歷史有更深刻的認識，也更加了解東京的自來水來之不易，並不是打開水龍頭就自己來的，而是經過先民四百年的開鑿之後才能有如此珍貴的水供東京一千萬人使用，因此相當珍貴。

該館的三樓設有圖書館，置有日本所有與水有關的出版品供民眾翻閱，另外館內提供英、日、韓、中的解說，並安排各式講座活動供民眾參與，參訪完後一樓出口處有一備有沙發之休閒區提供民眾填寫 QA 的場域，比較有趣的是 QA 係依照不同對象加以設計，如小學、中學、一般民眾，參訪中即看到一對母子，在展館內很認真的根據問卷中的 Q 進行討論、找尋答案及填答(如圖 61)，綜合幾天以來的展館考察，發現這種親子共學現象非常普遍，台灣因環境教育法通過後才對環境教育積極推動，而推動重點卻以公務人員為主體，公務機關所設的環教場址亦主要聚焦於任務、作法、成果，對象普遍以成年人為主，反觀日本的環教館則似以小朋友教育為主體，經過觀察，這種基礎深根教育之影響應更深遠，且小朋友透過父母親帶領，連帶同步教育其父母，並可進而影響其行為、習慣及周遭親朋好友，以中小學以下對象為展館設計及服務對象應可作為我環教規劃之參考。

另館內許多親民的擺設和安排更易使參訪的民眾對先民在水工程上的貢獻加深印象。

目前東京漏水率僅 3%，水價約台幣 40 元，硬度約為 80mg/L，但多數東京民眾認為東京的自來水比礦泉水好喝，甚至東京水公司亦將自來水製成瓶裝水出售，相較於水價僅有 10 元的台灣，如何讓民眾在使用水的同時了解水得之不易，認同水的價值是值得台灣推動水環境教育需要省思的地方。



圖 51 東京都水道歷史館一樓入口意象



圖 52 東京都水道歷史館展示舊式給水龍頭



圖 53 東京都水道歷史館展示舊式取水龍頭



圖 54 東京都水道歷史館展示人馬共用的取水龍頭



圖 55 東京都水道歷史館展示各式管徑的配水管



圖 56 東京都水道歷史館展示早期木頭輸水設備



圖 57 東京都水道歷史館展示早期木頭管渠

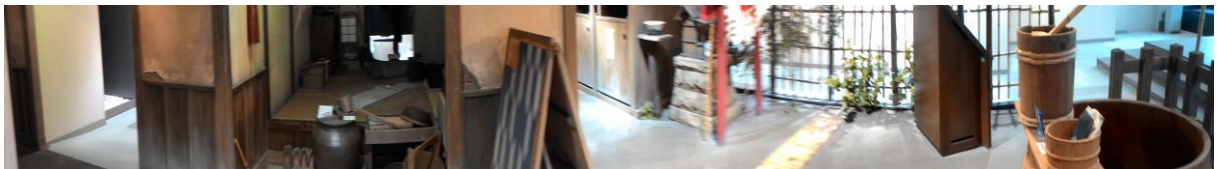


圖 58 東京都水道歷史館展示舊式取水裝置



圖 59 東京都水道歴史館展示玉川上水開鑿者玉川兄弟雕像



圖 60 東京都水道歷史館展示舊式人孔



圖 61 親子共學

2.5 東京奧多摩區小河內水庫參訪

東京奧多摩區的小河內水庫自 1926 年開始選址，歷經數年民眾抗議，至 1932 年東京都政府確認須確保日本帝國首都的用水安全後排除萬能決定廠址，並於 1938 年排除各項民眾紛爭後開始興建，至 1943 年因第二次世界大戰中止興建，隨後於 1948 年再繼續動工，期間又碰到日本共產黨的破壞，直至 1957 年完工，歷經 32 年，是一座重力式混凝土壩，壩高 148 公尺，壩頂長 353 公尺，大壩體積為 168 萬立方公尺，流域面積為 425 平方公里，總蓄水容量為 1.89 億立方公尺，有效蓄水量為 1.85 億立方公尺，與石門水庫相當，發電量 19,000 kW 是一座同時可用來供水及發電的水庫，截留來自多摩川、小管川、峰谷川等河水，為供應東京都地區主要用水之來源(如圖 62-64)。

與日本大多數的水庫一樣，東京小河內水庫於管理中心內設有專人解說的展示中心，裡面除了有小河內水庫興建過程相關的照片外，亦設有整個庫區的模型，另外還有經過競賽而來的水庫照片，以及相關環境生態、庫區動植物等照片，以及日文、中文、英文等不同國家語文文宣，可供遊客到此停留時進行導覽、講解使用，為一優良的環境教育場址。

我國多數大型水庫亦與小河內水庫一樣均設有管理中心，亦多有相關展示設備，惟我國在展示場多強調硬體的建設，只是為了展示而展示，對於軟性的動植物生態等資訊較為缺乏，遑論成為環境教育中心，另外亦少有外國文宣，此為未來各水庫管理機關可以參考改進之處。



圖 62 東京都小河內水庫遠視圖



圖 63 東京都小河內水庫放水口俯視圖



圖 64 東京都小河內水庫蓄水圖

第三章 參訪重要成果與建議

本次觀展與考察謹臚列重要的成果與建議如下：

1. 下水道展

我國目前跟水較為有關的展覽為每年九月、十月左右舉辦的高雄國際水展及台北國際綠色產業展，高雄國際水展之所以能夠慘澹經營的原因是高雄市政府將高雄水展與南方治水論壇結合在一起，以高雄市政府的力量協助辦理，此點與新加坡水週或阿姆斯特丹水週中除水展外同時舉辦大型研討會是相同的做法。台北國際綠色產業展之前身為台北水科技展，原以水科技、水商品為主體，惟因徵展不易，遂與能源、環保等結合，而轉型為綠色產業展，然近年來參展攤位中，屬水領域者實屬全展中之絕對少數。日本下水道展辦理型式與高雄水展相同，亦為展會共辦型式，唯一的差別是日本下水道展是由下水道事業團主辦，並於各地方政府輪辦，亦即日本的下水道展其實是同一個單位於全國不同都市策展，其優點為可以增加不同地區民眾或廠商參觀的意願，畢竟如在北海道舉辦下水道展，九州地區的民眾參加或參展的意願相較較低。另外日本下水道展入場前報名程序簡單，且人手夠多，約僅五分鐘即能進入會場，反觀我國今年高雄水展，可能因為人手不足，所以在第一天有大排長龍的問題，花了 30 分鐘亦無法進入會場。

而我國雖然台北到高雄的距離只有三百公里，水處理技術相關產業規模不若日本這麼大，參加人數亦約僅有日本的十分之一不到，但如擬擴大參與面，需從水展加強英文化、國際化著手，方可增加國外買家來台參觀的意願。

2. 環境教育館

日本在環境教育方面親子共學現象非常普遍，台灣因環境教育法通過後才對環境教育積極推動，而推動重點卻以公務人員為主體，公務機關所設的環教場址亦主要聚焦於任務、作法、成果，對象普遍以成年人為主，十年樹木、百年樹人，理想的水環境教育應是從小著手，在幼稚園、小學生的階段即利用各種校外教學或親子互動時間讓小朋友認識水、親近水、喜歡水，在這個階段學童記憶力最強，學習能力也最強，給他們正確的水環境觀念並紮根之後，後續政府要推動相關政策都會簡單許多，且經過觀察，這種基礎深根教育，小朋友透過父母親帶領，連帶同步將知識、觀念廣及其父母，並可進而影響家庭集體行為、習慣及周遭親朋好友，以中小學以下對象為展館設計及服務對象應可作為我環教規劃之參考。

我國目前在台北自來水園區有一個近似的自來水博物館，但尚未有水科學館、下水道館等類似的場館，建議未來應可於公共污水處理廠、再生水廠等公有場址中選擇適當的地點設置具有水環境教育意義的場址，且應以親子活動、小學生校外教學為出發點進行設計，應少用硬梆梆的政令宣導文宣，多用動畫、漫畫、手動操作的方式呈現水的意涵，讓下水道、水環境、生態水庫的

環境教育深入中小學生心中。