

出國報告（出國類別：開會）

參加2024年亞洲自來水事業人力資源網絡會議及
參訪韓國首爾自來水博物館與蘆島阿利水淨水中心

服務機關：台灣自來水股份有限公司

姓名職稱：蔡侑霖 主任

李建興 組長

吳俊毅 工程員

劉立偉 管理師

派赴國家/地區：韓國/安山市

出國期間：113年10月29日至113年11月1日

報告日期：114年1月9日

摘要

本報告為113年10月30日起至113年11月1日止，本公司參加「第17屆亞洲自來水事業人力資源網絡會議」及參訪相關設施之紀錄，內容包含會議介紹、行程安排、研討會發表內容、參訪行程，以及參訪心得與建議等項目。

會議由韓國水資源公社(K-Water)主辦，聚焦兩大主題。主題一為「實現環境保育與健全企業管理之相容性的人力資源發展」。韓國水資源公社介紹其永續水產業策略，包括藻類控制（如水循環、阻絕環、人工濕地）及多層次培訓課程；東京都水道局則展示森林管理計劃，透過流量穩定與水庫保護結合志工力量進行森林保育。

主題二為「供水產業數位轉型方針制定人力資源發展策略」。泰國都會水務局分享數位轉型策略，涵蓋系統優化、資料分析與資訊科技能力提升；台灣自來水公司介紹新供水監測平台的整合，提升管理效能與資訊安全；首爾自來水展示利用大數據分析預測用水行為及 AI 技術在自動混凝加藥與讀表的應用；東京都水道局則分享地震應變中的 ICT 技術，包括社群網路、視訊會議及 GIS 協調災情搶修；K-Water 介紹 AI 淨水場及智慧水網發展。

10月31日參訪重點為華松 AI 淨水場及都會整合水務中心。華松淨水場以 AI 實現閥門控制、投藥速率及產水排程等智慧化處理；都會整合水務中心監控漢江水壩、供水系統與再生能源設施，展現韓國水資源管理與能源永續努力。

會議後的11月1日，台灣自來水公司與東京都水道局一同參訪首爾自來水博物館與蠶島阿利水淨水中心。透過參訪與交流，了解彼此在自來水處理技術和歷史文化方面的異同，也藉由本次的共同參訪，加強雙方合作關係，為未來在技術交流、人員培訓和資訊共享等方面奠定基礎。

報告最後提出了參訪心得與建議，指出韓國在 AI 淨水場技術的應用、淨水場的設計和管理以及水資源監控等方面值得學習之處。同時也建議在未來本公司規劃 A1-HRD 會議時，應加強與各國代表的交流互動，以提升會議效益和促進台灣自來水事業的發展。

關鍵字：亞洲自來水事業人力資源網絡（A1-HRD）會議、數位轉型、AI 淨水場。

目錄

摘要.....	i
壹、亞洲自來水事業人力資源網絡（A1-HRD）會議簡介及出國行程說明	1
貳、議程安排與參訪行程.....	1
參、研討主題說明.....	9
一、達成環境保護與健全企業經營管理共榮的人力資源發展	10
1、K-Water 永續水產業的人力資源發展策略（簡報人：申慶珍博士、所長）	10
2、水利設施、環境保護及倡議（簡報人：山本洋一、課長）	15
二、為供水產業數位轉型方針制定人力資源發展(策略)	23
3、MWA 水務數位轉型的人力資源發展策略(簡報人：安提卡·烏泰布特、資深人資專員/瑪納蘇達·拉塔納帕里孔、資深人資專員)	23
4、新架構供水監測平台以提升管理效能：維護、安全及部署成本(簡報人：李建興、組長).....	25
5、首爾水務數位轉型人力資源發展計畫(簡報人：李浩文、研發人員)	26
6、新技術設備及人力資源發展（簡報人：若林孝介、給水事務所長）	32
7、2024水務數位轉型人力資源發展方案(簡報人：林勳一、教授)	38
肆、參訪心得與建議.....	48
一、會議現場.....	48
二、華松 AI 淨水場.....	52
三、漢江水庫水資源管理中心(原水配水中心)	60
四、首爾自來水博物館（Seoul Waterworks Museum）	63
五、主辦單位簡介與觀摩會議心得	68
參考文獻.....	a

圖目錄

圖 1 2024年第17屆 A1-HRD 與會者合影.....	3
圖 2 本公司與會主管與 K-Water 學院資深經理(右1)	4
圖 3 本公司李建興組長簡報	4
圖 4 晚宴現場照片	5
圖 5 K-Water 都會整合水務中心.....	7

圖 6 本公司同仁與東京都水道局成員合影	8
圖 7 K-Water 永續水產業的人力資源發展策略	11
圖 8 抑制湖庫藻類措施	12
圖 9 人工溼地	12
圖 10 非點源污染處理設備	13
圖 11 不同年資、職位訓練課程	14
圖 12 本課程榮獲 UNLEASH 人力資源會議和展覽獎項(法國巴黎)	15
圖 13 水利設施、環境保護及倡議	15
圖 14 水務處理過程對環境的衝擊	16
圖 15 多摩川(Tama River)上游水質水量保護區範圍	16
圖 16 「水森林管理計劃」具體措施	17
圖 17 山坡地災難預防及修復	17
圖 18 志工疏伐一日行程	18
圖 19 企業冠名疏伐作業	18
圖 20 玉川上水(Tamagawajosui)引水道	19
圖 21 玉川上水(Tamagawajosui)流域養護圖	19
圖 22 颱風導致樹木傾倒的影響：電力線斷裂停電及毀損私有圍籬	20
圖 23 強化河道邊坡整治計畫	20
圖 24 防治病蟲害	21
圖 25 開設環境保護工作坊	21
圖 26 東村山淨水場多重源水來源及電力能源	22
圖 27 東村山淨水場電力容量比例圖	23
圖 28 泰國都會水務局2023-2027數位轉型短、中、長期發展計畫	24
圖 29 泰國都會水務局數位發展要徑圖	25
圖 30 供水監測平台架構調整圖	26
圖 31 完成改善後主機汰換成本及碳足跡比例圖	26
圖 32 首爾地區管網漏水率演進	27
圖 33 首爾用水戶大數據分析圖	27
圖 34 首爾2050年不同用水人數之預測用戶數	27
圖 35 運用機器學習技術預測自來水出現的奇怪味道和氣味	28
圖 36 AI 技術自動混擬加藥	29
圖 37 自動讀表儀表板	29
圖 38 淨水場資料標準化	30

圖 39 大數據資料探勘	31
圖 40 預測紅水事件區域	31
圖 41 預測水管壽命	32
圖 42 日本石川縣能登半島發生規模7.6強烈地震	33
圖 43 支援人力的調度	33
圖 44 東京總部與災區前進指揮所的溝通協調	34
圖 45 社群網路 SNS 的資訊即時分享	35
圖 46 視訊會議的資訊分享	36
圖 47 復原管線長度及用戶數的計算	36
圖 48 優先搶修復原管線的標定	37
圖 49 近20年日本發生大地震區域圖	37
圖 50 水務設施新技術	37
圖 51 東京都水道局用水戶 APP	38
圖 52 K-Water 資通訊技術發展歷程	39
圖 53 2024-2030水務數位化進程	40
圖 54 連結各獨立系統資訊流的挑戰	40
圖 55 K-Water 2030年水務數化願景	41
圖 56 淨水場人工操作與 AI 自動操作的協作	41
圖 57 AI 自動操作 8 道淨水程序	42
圖 58 建構智能 AI 淨水場程序及模組	43
圖 59 AI 淨水場自動操作程序資訊流	44
圖 60 AI 淨水場抽水機控制及電力峰值自動操作程序資訊流	44
圖 61 設備預測保修系統	45
圖 62 建構智慧水網4個程序	46
圖 63 智慧水務和教育訓練課程	47
圖 64 韓國管線使用年齡與破管頻率	48
圖 65 微型海水蒸餾器與微型鹽化水井淡化器	49
圖 66 微型鹽化水井淡化設備簡介	50
圖 67 微型海水蒸餾器與簡介	51
圖 68 華松 AI 淨水場停車場	52
圖 69 華松 AI 淨水場會議室電視牆	53
圖 70 華松 AI 淨水場電視牆顯示二螢幕資訊	53
圖 71 華松 AI 淨水場建置基本資料	55

圖 72 華松 AI 淨水場淨水處理流程.....	56
圖 73 華松 AI 淨水場基本資料.....	57
圖 74 華松 AI 淨水場之沉澱池上方設置太陽能板.....	58
圖 75 鞋套穿戴處.....	58
圖 76 華松 AI 淨水場快濾池濾層組成.....	59
圖 77 漢江水庫水資源管理中心組織架構圖.....	60
圖 78 漢江水庫水資源管理中心水資源設施.....	61
圖 79 漢江水資源管理中心綠色能源系統架構與設備分佈.....	61
圖 80 漢江水庫水資源管理中心監控室簡介與相關照片.....	62
圖 81 漢江水資源管理中心之監控室一隅.....	63
圖 82 蘆島淨水場(Ttukdo Purification Plant)發展史起點.....	64
圖 83 蘆島淨水場博物館淨水流程簡介.....	64
圖 84 蘆島淨水場博物館慢濾池濾料剖面圖.....	65
圖 85 蘆島淨水場博物館加壓室外觀.....	66
圖 86 蘆島淨水場博物館加壓室之水錘保護裝置.....	66
圖 87 蘆島淨水場博物館加壓室之抽水泵.....	67
圖 88 蘆島阿利水淨水中心清水池頂部活化利用.....	68
圖 89 松山全球教育中心全景.....	68
圖 90 大禮堂與餐廳.....	69
圖 91 健身房與宿舍.....	70
圖 92(左上)快濾 RO 模、(右上)水中機器人與管線裝接自動繪圖系統【(左下)系統 APP、(右下)感知器】.....	77

表目錄

表 1 第十七屆亞洲自來水事業人力資源網絡會議議程(第1天).....	1
表 2 大會安排梅花席晚宴.....	5
表 3 第十七屆亞洲自來水事業人力資源網絡會議議程(第2天).....	6
表 4 研討主題簡介.....	9
表 5 不同年資、職位訓練課程.....	13
表 6 課程架構.....	14
表 7 東村山淨水場原水來源及電力容量統計表.....	22
表 8 漢江水庫原水供水量能與相關資料.....	62
表 9 松山全球教育中心與本公司專業訓練中心比較.....	70

表 10 松山全球教育中心學員與參訪人次	72
表 11 2023年東京水道展參展廠商數與訪客統計	76

壹、 亞洲自來水事業人力資源網絡（A1-HRD）會議簡介及出國行程說明

亞洲自來水事業人力資源網絡（Asian Waterworks Utilities Network of Human Resources Development, A1- HRD）是一個由亞洲各國（城市）自來水事業所組成的人力資源發展組織，旨在促進區域內自來水事業的人才培育及專業技術交流。該組織於2007年由東京都水道局（The Bureau of Waterworks, Tokyo Metropolitan Government）發起，並以其英文全名中各單字的首字母縮寫為 A1(WUN)-HRD，立志成為亞洲首屈一指的人力資源發展機構。

目前的成員包括：東京都水道局、韓國水資源公社（Korea Water Resources Corporation）、韓國首爾自來水（2024年名稱變更為 Seoul Arisu Water，前為韓國首爾市水務局 The Office of Waterworks, Seoul Metropolitan Government）、泰國都會水務局（Metropolitan Waterworks Authority）、臺北自來水事業處、孟加拉達卡水資部（Dhaka Water Supply and Sewerage Authority、以及台灣自來水股份有限公司。

A1-HRD 每年向會員發行刊物（Newsletter），並由各會員國家（城市）輪流舉辦年度會議。會議中，各會員針對年度主題分享人力資源發展及相關專業技術的實務經驗，並就自來水事業的運作方針進行討論與檢討。透過國際經驗的交流與分享，A1-HRD 致力於提升各會員單位的專業技術水準及管理能力，共同推動亞洲自來水事業的持續進步與發展。

貳、 議程安排與參訪行程

本次會議於113年10月30日至10月31日於韓國京畿道安山市舉行，由韓國水資源公社(簡稱 K-Water)主辦，日本東京都水道局、韓國首爾自來水、泰國都會水務局、及台灣自來水公司，共計4個國家5個自來水事業機構，合計37人參加會議。此外，在 A1-HRD 議程結束後，因東京都水道局的邀請，在首爾自來水當局同意參訪下，亦於113年11月1日與東京都水道局一同參訪韓國首爾市自來水博物館與蠶島阿利水淨水中心，並於當日中午一同用餐。

表1 第十七屆亞洲自來水事業人力資源網絡會議議程(第1天)

第一天 2024年10月30日 地點：松山全球教育中心		
時間	行程	備註
12:00-12:40	於飯店集合並前往松山全球教育中心	請於中午12點於飯店大廳集合 松山全球教育中心提供交通接送

第一天 2024年10月30日 地點：松山全球教育中心		
時間	行程	備註
12:40-13:00	松山全球教育中心導覽	下車後即刻進行園區導覽
13:00-13:05	開幕儀式	K-Water副總經理致詞
13:05~13:30	歡迎儀式 -開場致詞 -各單位自我介紹 -大合照	每個單位3分鐘自我介紹
13:30-14:00	討論議程 1.大會條款修改 -越南建設部第二建設協會HCC退出A1-HRD -首爾自來水名稱變更 2.2025年第18屆A1-HRD主題宣布 -主題1：（人才管理）如何發揮和利用水務公用事業中的人才潛力 -主題 2：在各種危機應對中的人力資源發展 3.2026年第19屆A1-HRD主辦單位宣布	秘書處-日本東京都水道局主持 首爾市水務局(The Office of Waterworks, Seoul Metropolitan Government)名稱變更為首爾自來水(Seoul Water)
14:00~14:40	簡報與討論 主題1：實現環境保育與健全企業管理之相容性的人力資源發展 -韓國水資源公社 -日本東京都水道局	簡報時間15分鐘及後續Q&A討論時間5分鐘
14:40-15:10	新創科技介紹與休息時間	利用太陽能的小規模鹽淡處理科技(Small-Scale Desalination Tech Using Solar Energy) *期間提供午茶點心
15:10-16:50	簡報與討論 主題2：為供水產業數位轉型方針制定人力資源發展(策略) -泰國都會水務局 -台灣自來水 -首爾自來水 -東京都水道局 -韓國水資源公社	
16:50-17:10	紀念品交換 韓國水資源公社→台灣自來水 台灣自來水→首爾自來水 首爾自來水→泰國都會水務局 泰國都會水務局→東京都水道局	公用事業間依次交換紀念品

第一天 2024年10月30日 地點：松山全球教育中心		
時間	行程	備註
	東京都水道局→韓國水資源公社	
17:10~18:00	回到飯店	提供交通接送位於安山市飯店
18:00~20:00	歡迎晚宴	每人1分鐘自我介紹



圖1 2024年第17屆 A1-HRD 與會者合影

會議第一天(10月29日)前往韓國水資源公社的松山全球教育中心，甫到達該中心即開始進行園區導覽，絲毫不浪費任何時間。會議開始之初由 K-Water 副總經理車宗明(Jong-Myung CHA)致詞，再由各與會人員代表自我介紹，並於會議現場會場進行團體拍照留念。

主題討論議程中，各自來水事業機構就本次會議主題一「實現環境保育與健全企業管理之相容性的人力資源發展及主題二「為供水產業數位轉型方針制定人力資源發展(策略)」依序進行簡報發表及提問。台灣自來水公司以主題二「為供水產業數位轉型方針制定人力資源發展(策略)」，介紹台灣自來水公司藉由整合分散各處室的供水整合監控平台，有效降低用電量與碳排放量，並以中央化系統架構提升該應用系統的資訊安全與擴充效益。為因應本會議簡報與討論主題2：為供水產業數位轉型方針制定人力資源發展(策略)以及參訪前瞻現代化的華松 AI 人工智慧淨水場，主辦方捨棄傳統嚴肅的正式會議室發表會場，改採巧思佈置較為現代感的分散式咖啡館圓桌會議，每桌由各國人員及1位韓方人員協助所需。



圖2 本公司與會主管與K-Water 學院資深經理(右1)



圖3 本公司李建興組長簡報

晚間於主辦單位安排的飯店舉行歡迎餐會。為了增進不同單位交流機會，主辦方特別安排”梅花席”，將來自各國不同單位與會者打散，並平均分配到每個桌次，如此一來餐會期間每位成員都能與各國成員交流互動。

表2 大會安排梅花席晚宴

Reception: Mixed Seating(Placement of nameplates at each seat)	
#1(6)	Chieko(JP), Chun-I(TW), Anthina(Thai), Heejung(Kor), Sanguk(Kor), Chanhong(Kor)
#2(5)	Yoichi(JP), Yu-lin(TW), Sutticha(Thai), Jangho(Kor), Hunil(Kor)
#3(VIP)(6)	Jongmyung(Kor), Interpreter(Kor), Tomoko(JP), Chien-hsing(TW), Yoonjeong(Kor), Natthaya(Thai)
#4(5)	Kosuke(JP), Li-wei(TW), Kyungjin(Kor), Hunkun(Kor), Seungmin(Kor)
#5(5)	Yasuhiro(JP), Manastsuda(Thai), Gangwon(Kor), Sumin(Kor), Driver(Kor)

晚宴期間藉由每個人的自我介紹，讓大家對本年度參與成員有著普遍性的認識，而東京都水道局研修開發中心的金山所長更帶領其同仁與本公司吳俊毅工程員於晚宴現場表演劍玉，熱絡場面氣氛。本公司李建興組長也藉此機會介紹湖山自來水環境教育園區的各項環境教育設施，諸羅樹蛙，獨角仙的復育成果及志工才藝以彰顯本公司對台灣環境教育的努力及貢獻。



圖4 晚宴現場照片

表3 第十七屆亞洲自來水事業人力資源網絡會議議程(第2天)

第二天 2024年10月31日 地點： 華松人工智慧淨水場(Hwasung AI-Driven Water Purification Plant) 都會整合水務中心(The Metropolitan Integrated Waterworks Operation Center)		
時間	行程	備註
10:00~10:30	由飯店大廳至都華松人工智慧淨水場	松山全球教育中心提供交通接送
10:30~11:30	1st 參訪點 -訓練場參訪	安全考量請穿平底鞋 K-Water同仁翻譯（英文↔韓文）
11:30~12:00	移動至餐廳	
12:00~13:30	午餐時間	韓式餐飲
13:30~14:00	至都會整合水務中心	
14:00~15:00	2nd參訪點 -訓練場參訪	K-Water同仁翻譯（英文↔韓文）
15:00~15:05	大合照	
15:05~	結束	提供交通接送回安山市飯店
結束		

第二天為參訪行程，而 K-Water 的華松人工智慧淨水場作為全球第1座標榜以 AI 運作的淨水場，亦作為在地環境教育基地。該淨水場經過3年的實際運作數據收集的內容作為 AI 機器學習(LGBM)與深度學習(KNN)的大數據基礎，發展其人工智慧自動化操作的運作模式，包括閥門控制、投藥速率、產水排程、幫浦最佳化運作即時監控、能源最適化調整與 CCTV 工安事故即時偵測與警報等應用。下午在 K-Water 的都會整合水務中心，參觀 K-Water 的漢江水壩整合水務中心(Han River Basin Integrated Water Center)與供水整合資訊(監控)中心(K-Water Integrated Water Management Center)。漢江提供了 K-Water 逾40%以上的原水量，而韓國境內8座水壩等多功能如防洪、供水、取水等功能是否正常運作皆仰賴及時監控中心與地方單位的協同作業；該中心亦監控其水力、太陽能與風力共24座發電站、39具發電機的再生能源供電狀況。而供水整合資訊(監控)中心作為全世界管控水量最大的單位，每日即時管控930萬5,000噸的供水量，亦可視為其韓國境內供水轄區管網的母體供水狀態的整體呈現，

即時監控所有淨水廠出水量、清水池存量、幫浦運作狀態與管線網路中的水壓、流量、流速、閥門狀態。

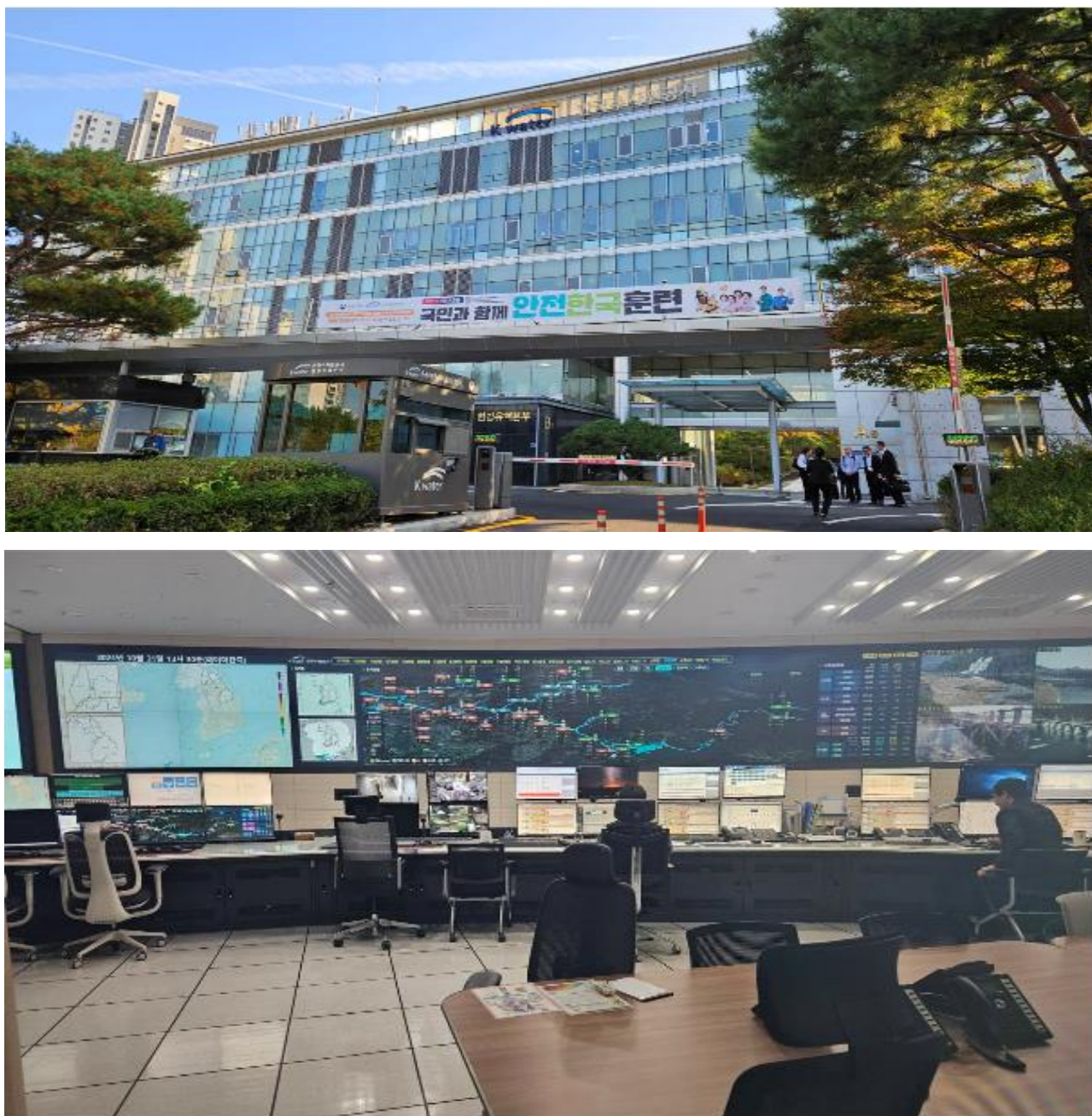


圖5 K-Water 都會整合水務中心

第三天依事前與東京都水道局約定行程，前往與臺北自來水博物館類似的首爾自來水博物館會合。二地方同時為日據時代為提高市民生活水準而引進歐美技術建構的自來水處理設施，首爾自來水博物館建造日期較臺北自來水博物館早二年[1]ⁱ-[2]ⁱⁱ。地處首爾市新興網紅打卡景點的聖水洞與首爾林區域，完全不同於過去2天身處新興開發區的安山，而首爾自來水博物館的前身正是韓國近代自來水歷史的起點，如今其保存良好的水泵室與慢濾池，結合其

淨水場的員工宿舍舊址，成為現在的自來水博物館。午餐過後參訪其鄰近的蘆島阿利水淨水中心，而作為高級淨水處理場，其水質監控儀器可在各個自來水處理程序上管控多種水中成分，龐大的資本與技術投入讓本公司人員印象深刻。在與東京都水道局一同參訪並共進午餐的過程，與東京自來水從業人員的交流與分享，對於有幸參與本次盛會的我們，真的是一大收穫。



圖6 本公司同仁與東京都水道局成員合影

參、 研討主題說明

表4 研討主題簡介

主題	簡報題目	單位	簡報人
達成環境保護與健全企業經營管理共榮的人力資源發展	K-Water 永續水產業的人力資源發展策略	松山全球教育中心/人力資源發展所/韓國水資源公社	申慶珍博士 Kgjyunin SHIN, PhD 所長
	水利設施、環境保護及倡議	研修開發中心/東京都水道局	山本洋一 Yoichi YAMAMOTO 技術課長
為供水產業數位轉型方針制定人力資源發展(策略)	水務數位轉型人力資源發展策略	人力資源處/泰國都會水務局	安提卡·烏泰布特 Anthiga UTHAIBOOT, 資深人資專員
			瑪納蘇達·拉塔納帕里孔 Manatsuda RATTANAPARIKON, 資深人資專員
	新架構供水監測平台以提升管理效能:維護、安全及部署成本	資訊處/台灣自來水公司	李建興博士 組長
	首爾水務數位轉型人力資源發展計畫	首爾水資源研究所/首爾自來水	李浩文 Howon LEE 研發人員

主題	簡報題目	單位	簡報人
	新技術設備及人力資源發展	八王子給水事務所/東京水道局	若林孝介 Kosuke WAKABYASHI 給水事務所 所長
	2024水務數位轉型人力資源發展 改版	人力資源發展所/韓國水資源公社	Hunil LIM 教授

本報告將依循本會議主要主題即「達成環境保護與健全企業經營管理共榮的人力資源發展」，以及「為供水產業數位轉型方針制定人力資源發展(策略)」二方面以重點摘述方式彙整如下：

一、達成環境保護與健全企業經營管理共榮的人力資源發展

1、K-Water 永續水產業的人力資源發展策略（簡報人：申慶珍博士、所長）

韓國自來水質無法受到用戶的信任主要有色度、原水藻類代謝物 geosmin 及2-MIB 形成的土霉味以及溶解於水中戴奧辛等對健康影響。韓國位於台灣北方的溫帶氣候並不經常受到颱風、暴雨的侵襲可以給湖庫中藻類排洪製造水循環的機會以致於大型多功能湖庫原水入流量穩定及地球升溫給藻類更適合生長的環境。淨水場困擾於湖庫水中藻類阻塞濾床及縮短過濾時間等因子更加顯著影響淨水場處理程序，因此水質管理必須面對非點源污染及氣候變遷所衍生的問題。



圖7 K-Water 永續水產業的人力資源發展策略

1)、抑制湖庫藻類措施：

- a、抑制成長-水循環、藻類清除船舶、噴灑黃泥水抑制日光穿透水面形成藻類 光合作用，此方法須注意噴泥點須遠離取水口及是否增加湖庫積泥。
- b、取水口水位周圍設置藻類阻絕環、選擇適合取水點。
- c、淨水程序前加氯及快濾池添加活性碳。須注意前加氯不宜過量以避免衍生三鹵甲烷問題。

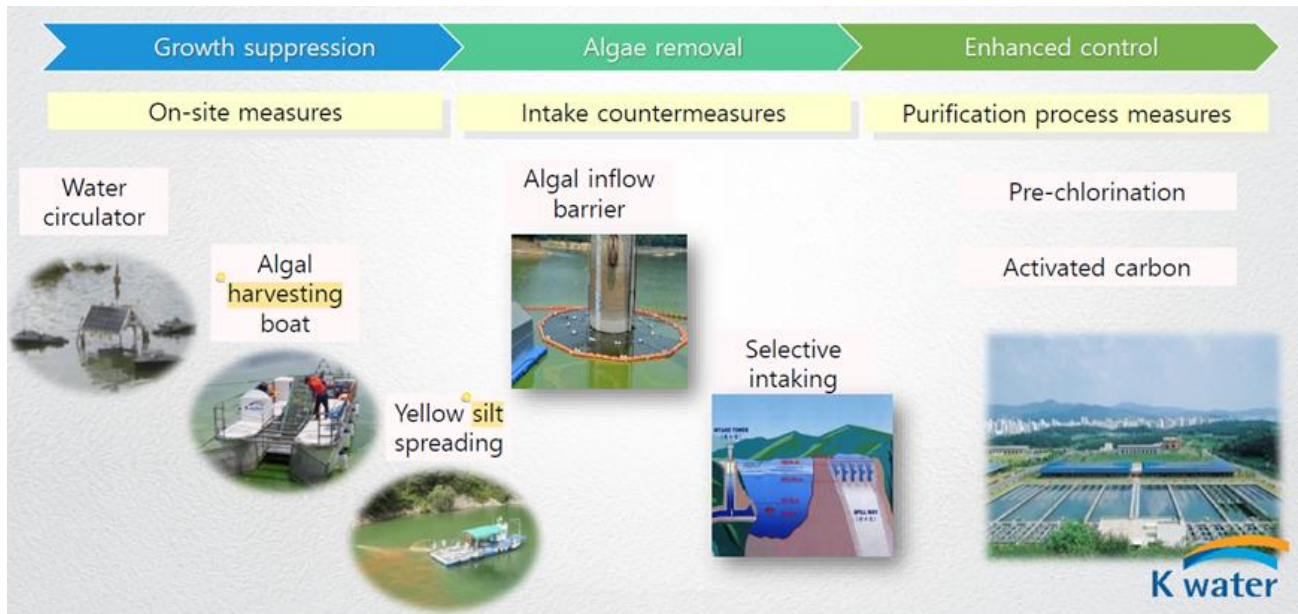


圖8 抑制湖庫藻類措施

d、建構人工溼地的水循環自然工法

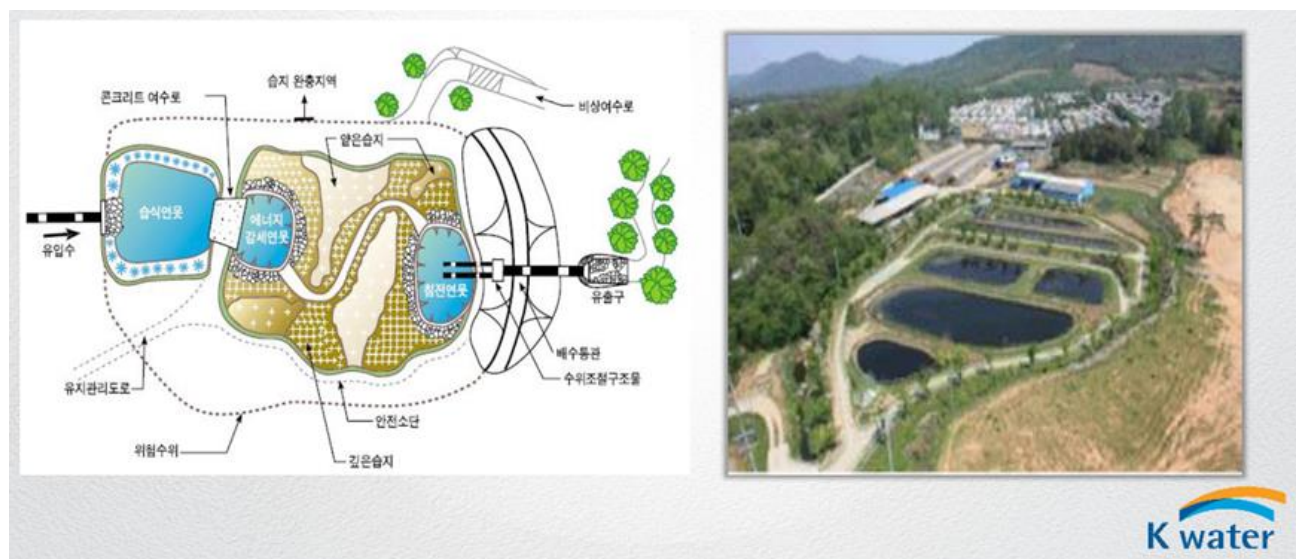


圖9 人工溼地

e、非點源污染處理設備



圖10 非點源汙染處理設備

2)、永續水務人力資源發展策略

a、不同年資、職位相應課程

表5 不同年資、職位訓練課程

職位(年資)	學分	課程需求	目的
Upper Director level (~第30年)	32	增能課程	領導統御
General manager level (~第25年)	48	增能課程(IV)	技術管理
Senior manager level (~第20年)	64	增能課程(III)	技術管理
Manager level (~第10年)	80	增能課程(II)	水資源、供水、綠能/數化 /全方位管理
Entry level (第1-2年)	112	巡迴課程(I)	技術/商業(基礎)

HRD Strategy depending on Position

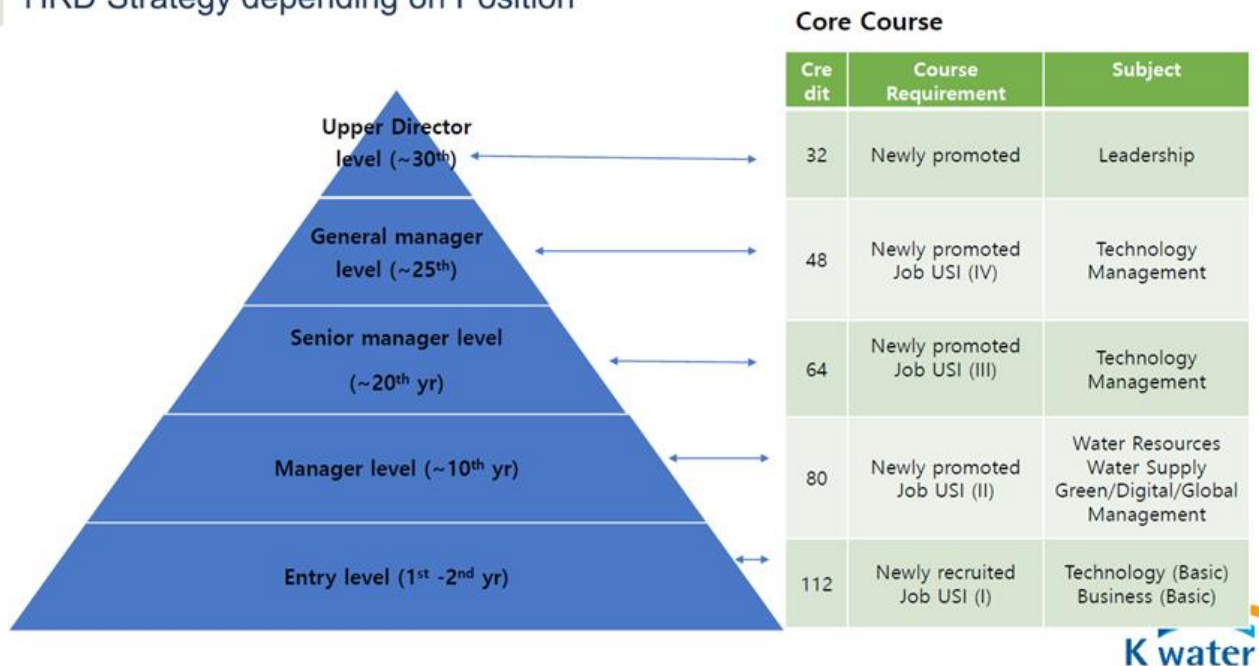


圖 11 不同年資、職位訓練課程

b、課程架構

表 6 課程架構

基礎 介紹	中階 理論+實際應用	進階 問題解析	專業 專家系統
網路、導讀、團體訓練、取得理論知識	注重實踐的密集 團體訓練 案例解析 實際問題診斷	專家導師 工作坊 問題解析及目標 實踐	學習及應用國內外先進技術 成果發表

本課程系統於今年10月榮獲世界上最具影響力的 UNLEASH 人力資源會議和展覽獎項 (法國巴黎)。

Curriculum structure

2024 Unleash Award (Paris)

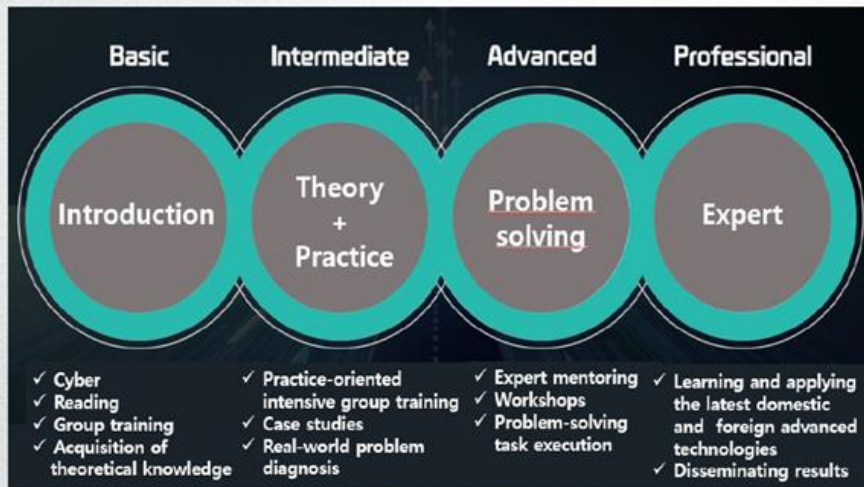


圖 12 本課程榮獲 UNLEASH 人力資源會議和展覽獎項(法國巴黎)

2、水利設施、環境保護及倡議（簡報人：山本洋一、課長）



圖 13 水利設施、環境保護及倡議

水質水量保護區肩負養育水資源、淨化水質、避免山坡地遭侵蝕及吸收二氧化碳功能。由圖14知水環境的商業活動與環境保護間的關係為每一水務處理過程對環境的衝擊有：

a、抽水機輸送原、供水時的電力耗能。

- b、淨水處理過程的操作設備耗能、化學添加物、淨水污泥的產生及柴油發電機 的燃油損耗。
- c、辦公人員的電力、紙張耗損及產生廢水。
- d、建築工事使用機器設備的燃油、產生的廢水廢棄物及噪音震動。



圖 14 水務處理過程對環境的衝擊

1)、水質水量保護區的養護

流經東京市區的多摩川(Tama River)上游水質水量保護區位於東京都西方，轄區長 30.9公里，寬19.5公里。每十年修訂「水森林管理計劃」。

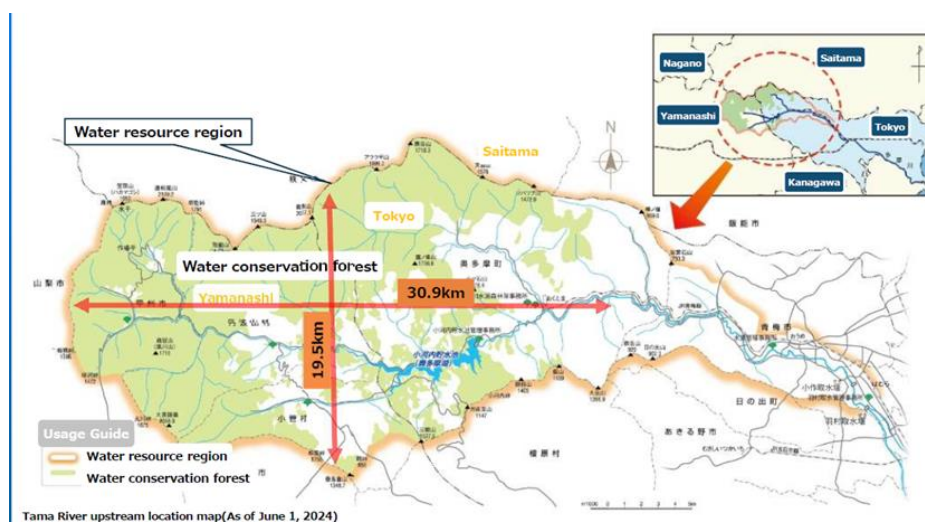


圖 15 多摩川(Tama River)上游水質水量保護區範圍

1-1「水森林管理計劃」目標：

a、水源涵養森林的妥善管理：確保河道流量穩定及小河內水庫(Ogouchi Reservoir)的保護。

b、將豐富的自然環境傳遞給子孫後代。

c、讓東京的水源涵養森林廣受大眾歡迎。

1-2具體措施：

a、針對野生動物和昆蟲危害降到最低的措施以維護水源涵養森林健康



野鹿啃食樹皮的傷害



設置隔離網及樹幹披覆

圖16 「水森林管理計劃」具體措施

b、山坡地災難預防及修復

強化地下水補注功能及防止泥沙流入水庫

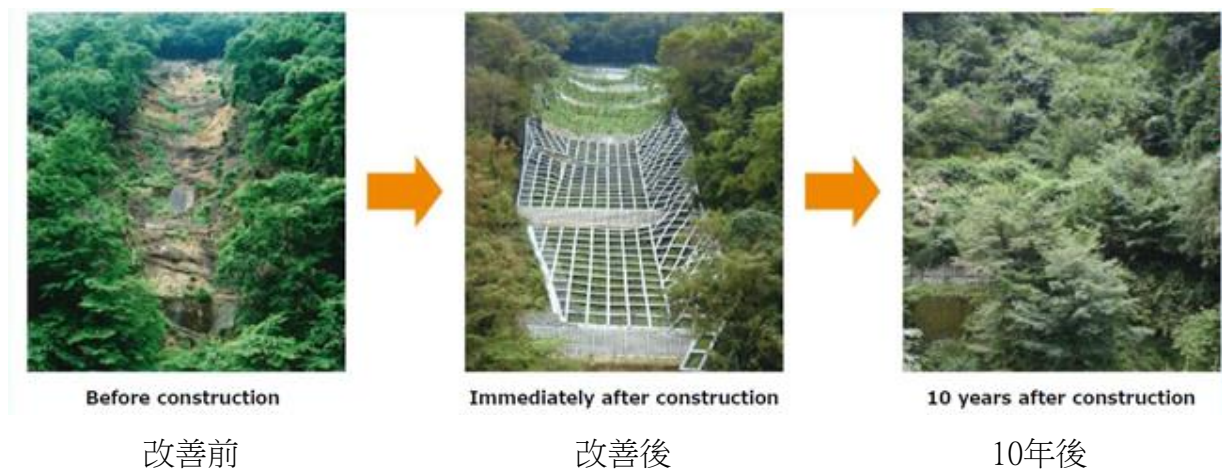


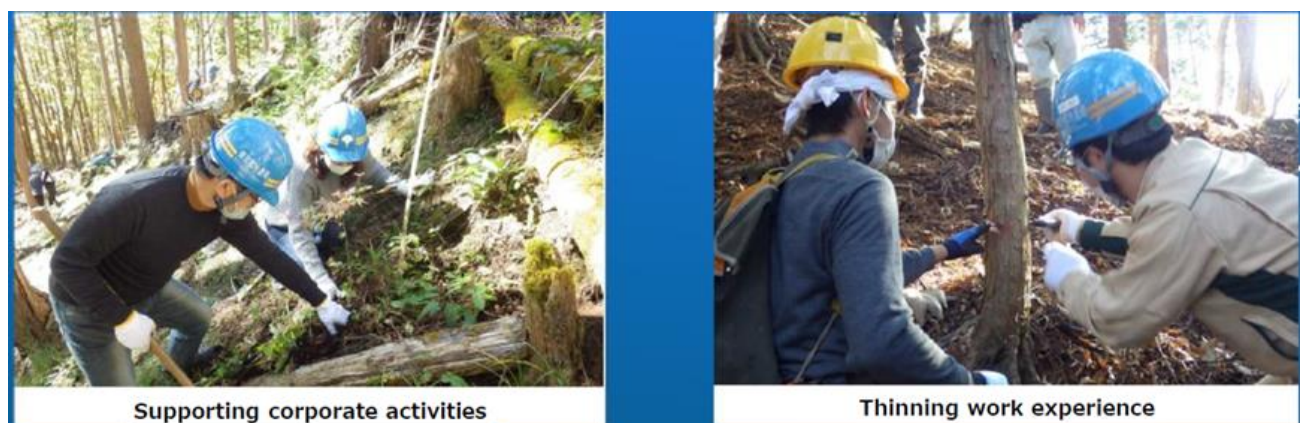
圖17 山坡地災難預防及修復

c、森林保育-環保志工、尋找商業贊助系統與東京水道局的冠名公司協作

冠名費每年每公頃約新台幣11.3萬元(\$3,500)並且允許雇工參與森林保育工作。



圖 18 志工疏伐一日行程



支持合作活動

疏伐經驗傳承

圖 19 企業冠名疏伐作業

2)、玉川上水(Tamagawajosui)引水道養護

圖20為400年前玉山上水引水道施工圖及明治時代小金井附近 (1868-1912)照片。

養護總長度約43公里 (從羽村到四谷大戶)。



400年前玉山上水引水道施工圖

明治時代小金井附近 (1868-1912)

圖20 玉川上水(Tamagawajosui)引水道

圖21為玉川上水(Tamagawajosui)引水道養護圖，自上游羽村引水堰至下游四谷大戶總長43公里，其中上游河段自羽村引水堰至東村山淨水場廢水排放口之小平觀察點約12公里為原水輸送河段，自小平觀察點至森根橋約18公里為水質淨化復原河段，自森根橋至四谷大戶約13公里為排水河段。

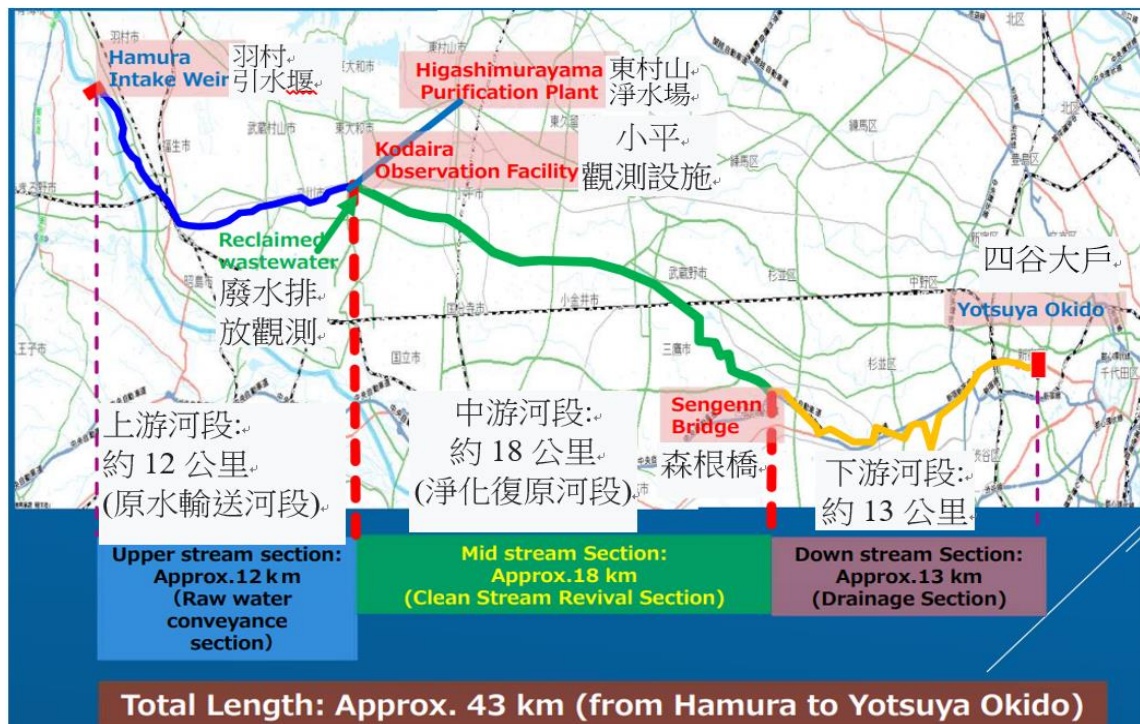


圖21 玉川上水(Tamagawajosui)流域養護圖

a、颱風樹木傾倒危及電力線及毀損私有圍籬



圖22 颱風導致樹木傾倒的影響：電力線斷裂停電及毀損私有圍籬

b、強化河道邊坡整治計畫

圖23為小平市小川橋及三鷹市若草橋等下游右岸強化河道邊坡整治照片。



圖23 強化河道邊坡整治計畫

c、防治病蟲害

圖24為橡樹感染真菌病而枯萎死亡，必須預防針菌病擴散至鄰近水路及鄰近公園等樹種。因此將樹幹塗抹樹脂化學藥劑預防措施。



【Oak Trees caused by pest infestations】

橡樹感染真菌病



【Work in progress】

樹幹塗抹樹脂化學藥劑

圖24 防治病蟲害

d、相關部門開設工作坊

與參與者分享有關保護玉川上水的挑戰和意義，並且參觀使用的原水來自玉川上水的東村山淨水場等實務體驗以提升工作動力和質量，培養團結意識成為東京自來水集團的一員。

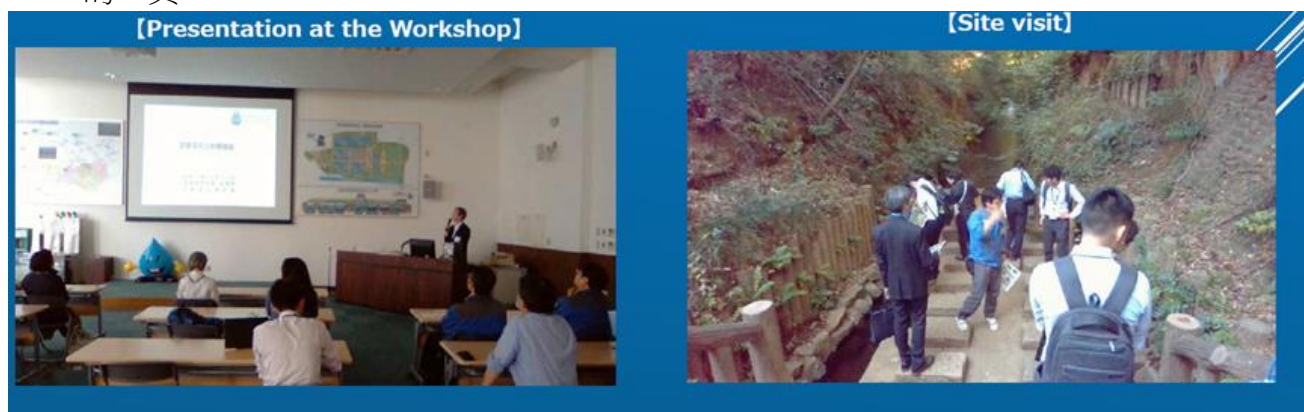


圖25 開設環境保護工作坊

3)、東村山(Higashimurayama)淨水場環境和能源有效利用的設施

由圖26及表7顯示東村山淨水場擁有多重原水來源及自有電力容量可自由調度。原水來源有小河內壩、山口水庫、村山上及村山上下子母水庫以及八木澤水壩等。自有總電力10,633kw 區分為水力發電1,400kw、快濾及配水池部署太陽能發電2,033kw、常時發電3,200kw 以及緊急發電4,000kw。由圖27知自有電力佔約58.8%，外購市電(東京電力公司

TEPCO)約41.2%。現場 K-Water 副總經理車宗明(Jong-Myung CHA)亦提問關心近年疫情解封後大量國際旅客蜂擁至日本旅遊人潮是否影響自來水供水調度，由圖26可知日本早年建構非常多水庫的潔淨原水足以滿足全世界旅遊人潮。

圖 26 東村山淨水場多重源水來源及電力能源

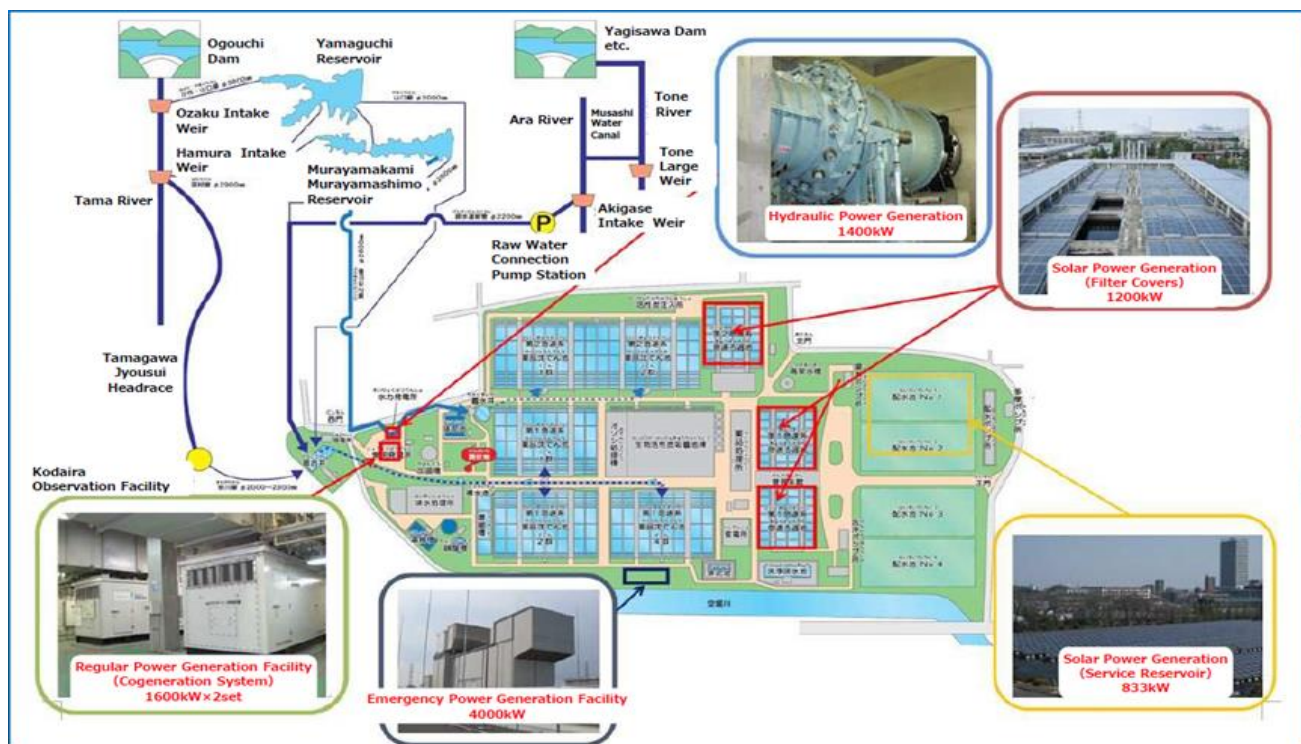


表 7 東村山淨水場原水來源及電力容量統計表

原水來源	輸水管徑(mm)	自有電力(kw)
小河內壩 Ogouchi Dam	2,000	水力發電 1,400
山口水庫 Yamaguchi Reservoir	2,000	快濾池部署太陽能發電 1,200
村山上及村山下子母水庫 Murayamakami&Murayamashimo Reservoir	2,000/2,600	配水池部署太陽能發電 833
八木澤水壩等 Yagisawa Dam etc.	2,200	常時發電 1,600x2饋線
		緊急發電 4,000
	計	10,633

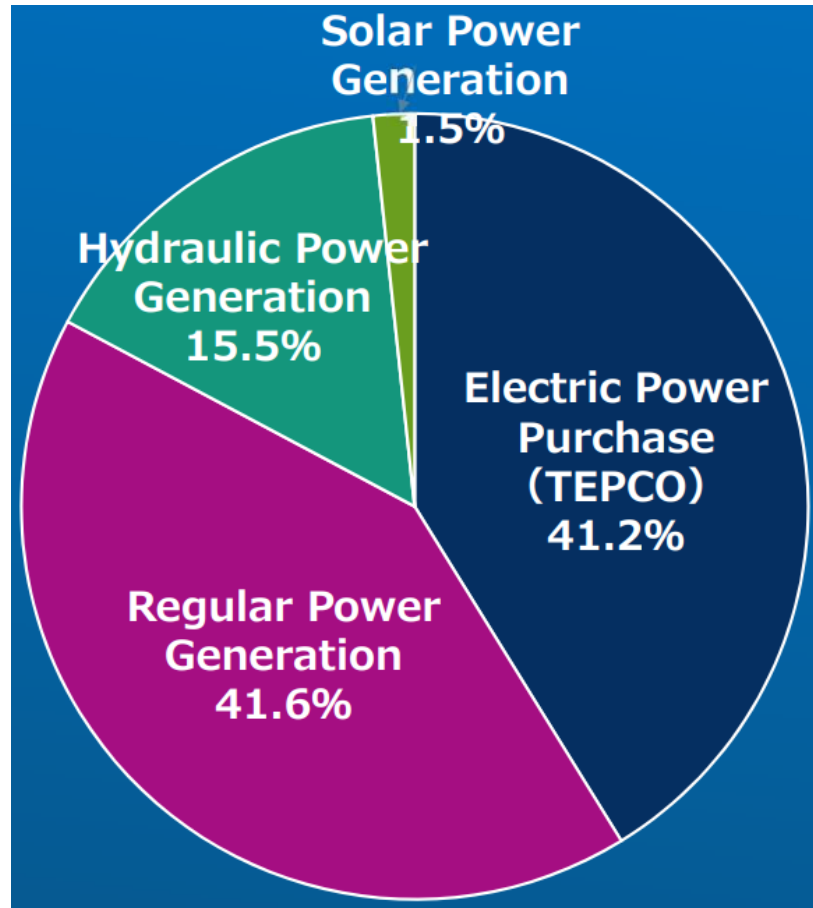


圖 27 東村山淨水場電力容量比例圖

二、為供水產業數位轉型方針制定人力資源發展(策略)

3、MWA 水務數位轉型的人力資源發展策略(簡報人：安提卡·烏泰布特、資深人資專員/瑪納蘇達·拉塔納帕里孔、資深人資專員)

圖28為泰國水務局(MWA)擬定數位轉型2023-2027短、中、長期發展計畫。2023年為短期目標-優化組織，2024-2026為中期目標-商業化的成長，2027年為創造產值的資訊智能化組織。圖29為數位發展要徑圖。DT01為數位轉型的系統優化更版，DT02為資料分析的使用與管理所需的資料建置期，DT03為強化員工的資訊科技能力。其中 DT02有關2027年開設開放資料規則和合規性品質發展的課程，本公司自102年3月29日提供政府資料開放平台第一筆資料集「停水資訊」以來持續精進各項開放資料作為，例如於全球資訊網站「政府資

訊公開」專區公佈各項預算、決算等，並且於「政府資料開放平台網站」開放 API 供民眾介接的資料集分別為「停水資訊」及「台灣自來水公司產水監控資料」共2筆。

ISO 20000為資訊業的資訊服務標準。DT03有關2025年開設 ISO20000資訊科技服務標準化等課程，民國100年起本公司資訊處已有多位同仁取得 ISO20000資訊科技服務標準化證照，近年朝向提升同仁資訊安全防護能力，區處各關鍵基礎設施資訊專責人員已取得 ISO27001資訊安全管理系統主導稽核員證照。

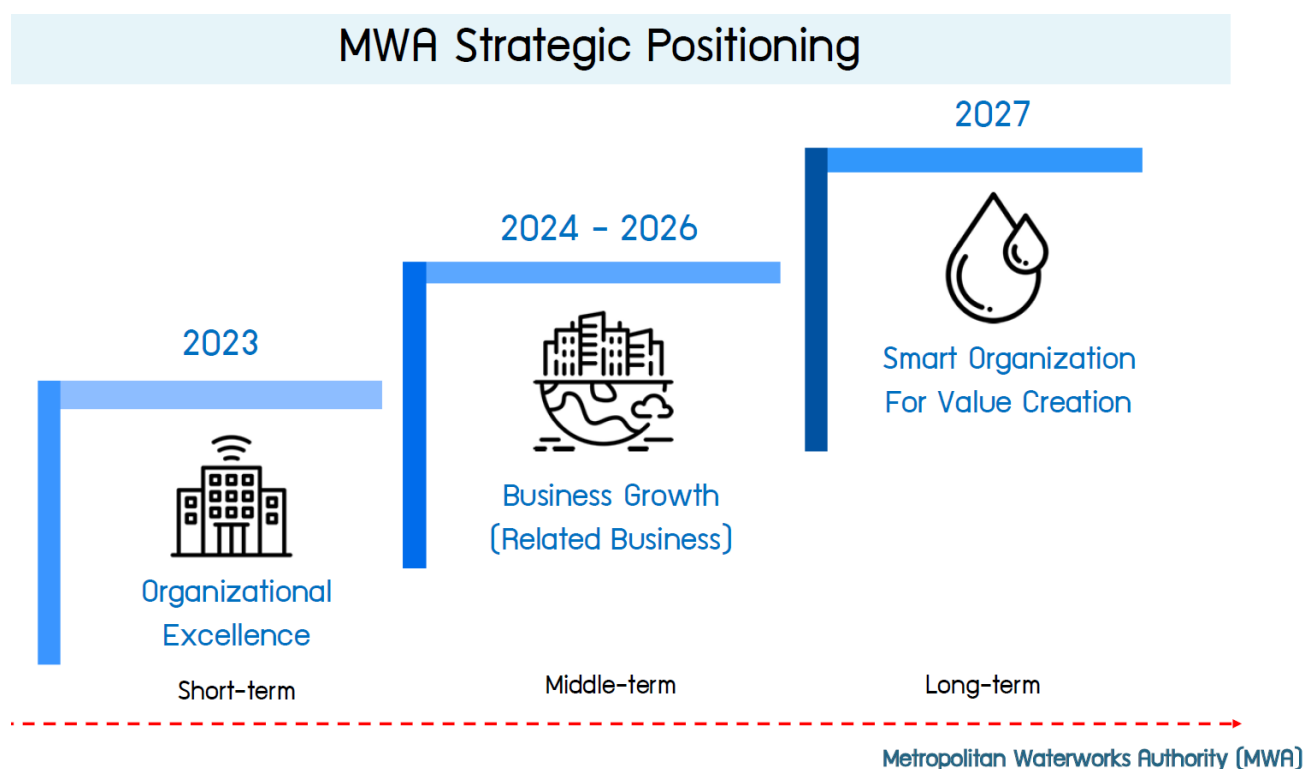


圖 28 泰國都會水務局2023-2027數位轉型短、中、長期發展計畫

MWA Digital Development Roadmap (Year 2023 – 2027)

Tactic	Courses	Year	Types of Development
DT01 Devising a System for Digital Transformation	1. Enterprise Architecture	2024	Classroom Training + Workshop
	2. Data Governance	2024	Workshop/E-learning
	3. Intelligent Internal Audit	2024	Workshop/E-learning
	4. Information System for Customer Service Excellence	2025	
	5. Customer Information System (CIS)	2025	Workshop/E-learning
	6. AquaDAT Phase 2	2025	Workshop/E-learning
	7. Augmented Reality (AR)	2025	Workshop/E-learning
	8. R&D and Innovation System	2025	Workshop/E-learning
	9. MWA Enterprise Performance Management	2025	Workshop/E-learning
	10. Human Resource Management System	2026	Workshop/E-learning
DT02 Supporting Data Using and management by Data Analytics	1. Data Governance for Data Stewart and DG Council	2024	Classroom Training + Workshop
	2. Revising Data Governance	2025	Classroom Training + Workshop
	3. Development in Data Governance	2026	Classroom Training + Workshop
	4. Enhancing Data Governance	2027	Classroom Training + Workshop

圖 29 泰國都會水務局數位發展要徑圖

4、新架構供水監測平台以提升管理效能：維護、安全及部署成本(簡報人：李建興、組長)

本報告說明本公司13套分散式供水監測平台因建設年份不同、資訊技術版本不同、架構不同等原因，各地區管理人員的監控系統在資訊點排查、資訊安全維護等方面遇到困難，維護成本激增，而且面對即將來臨的設備主機龐大的汰換成本等問題。本報告自2024年至2027年花費新台幣近1一億元改善區處及廠所圖控版本的統一及將原13套分散主機改為總處集中式主機。完成改善後主機汰換成本及碳足跡分別為原分散式主機的9.86%及35.47%，不但節省汰換設備巨資及碳足跡，強化資安防護作為的單一外網查詢資料平台架構及維護

容易，提升整體資訊流的效率及穩定，更開發故障點位健康診斷系統，迅速找出故障位置以縮短查修時間。

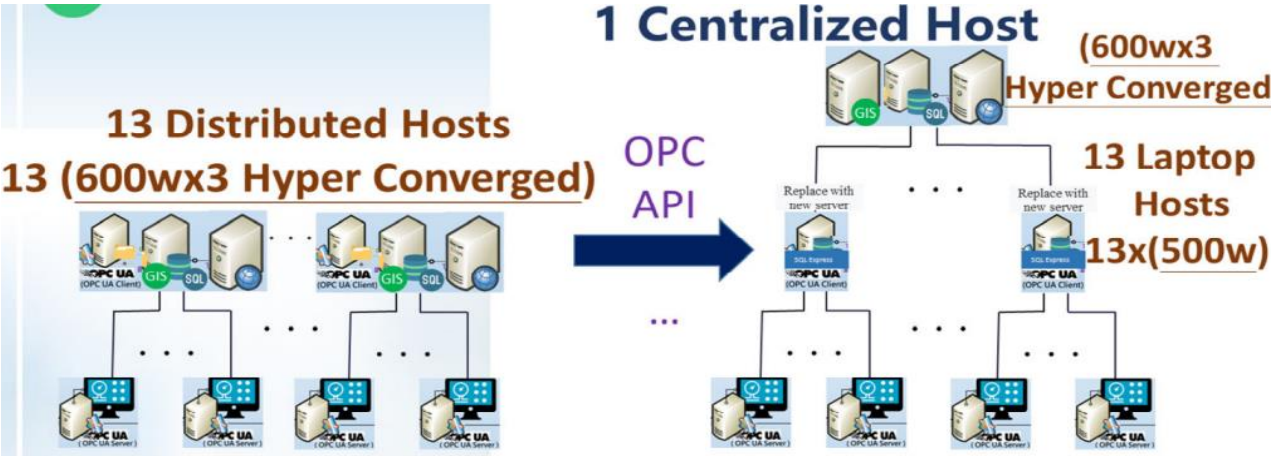


圖 30 供水監測平台架構調整圖

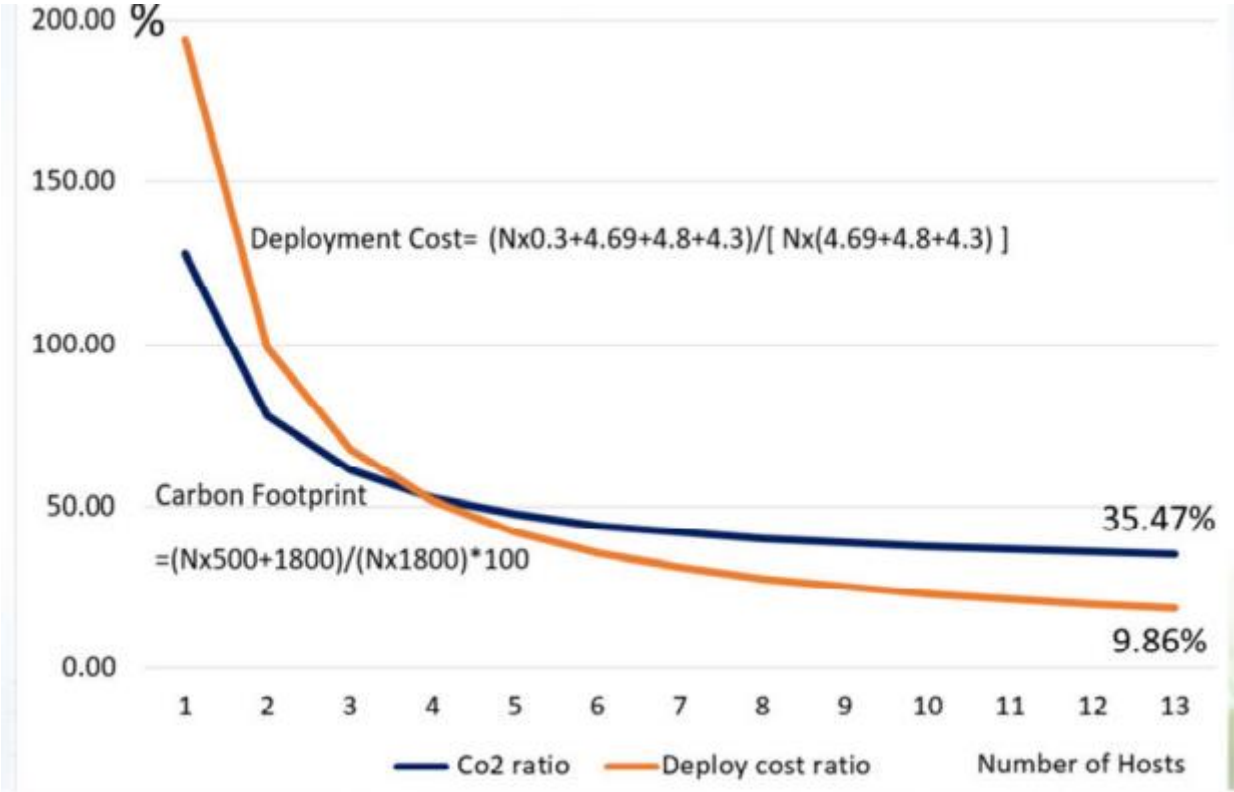


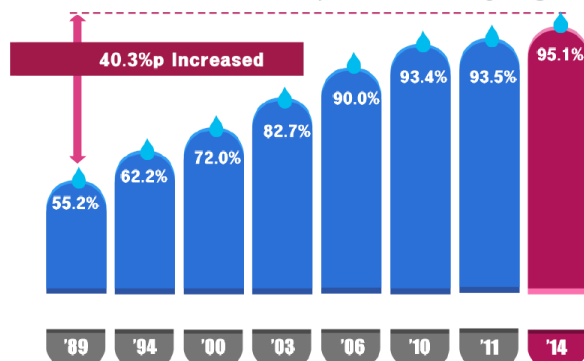
圖 31 完成改善後主機汰換成本及碳足跡比例圖

5、首爾水務數位轉型人力資源發展計畫(簡報人：李浩文、研發人員)

圖32為首爾地區管網漏水率自1989年55.2%至2027年95.5%，26年的降漏努力成果。從1989年產水量1.635B 噸，至2022年產水量1.112B 噸，減少32%流失水量，碳足跡減少2.767M 噸。

• Revenue Water Ratio(RWR)

- Started 55.2% in 1989 and Reached 95.5% in 2017(26 years)
- Until now have Kept NRW staying over 95.0%



- Annual Water Production Decreased from 1.635B ton in 1989 to 1.112B ton in 2022
=> Decreased about 32%
- Carbon Emissions Reduced by 2.767M tons
- WTPs Decreased from 10 to 6

Seoul Water

圖32 首爾地區管網漏水率演進

運用大數據分析案例分享：

1)、預測用戶用水習性

2021年運用居民登記系統、大樓分攤水費系統、水費計費系統，從3佰20萬首爾市民資料預處理中約51萬筆用水戶可用資料作為統計分析數據。由圖30知14萬6千餘單身用水戶每日用水量264公升，2千7佰餘6人三代同堂用水戶每人每日用水量135公升(含年紀及是否同時用水之差異平均量)。圖34為首爾2050年不同用水人數之預測用戶數，例如總用水戶達高峰時期為2029年4百萬戶，單人用水戶達高峰時期為2040年1百6拾萬戶。

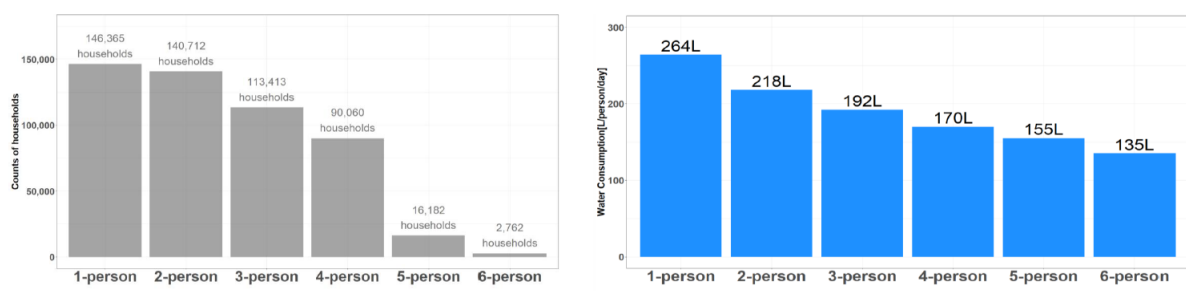


圖33 首爾用水戶大數據分析圖

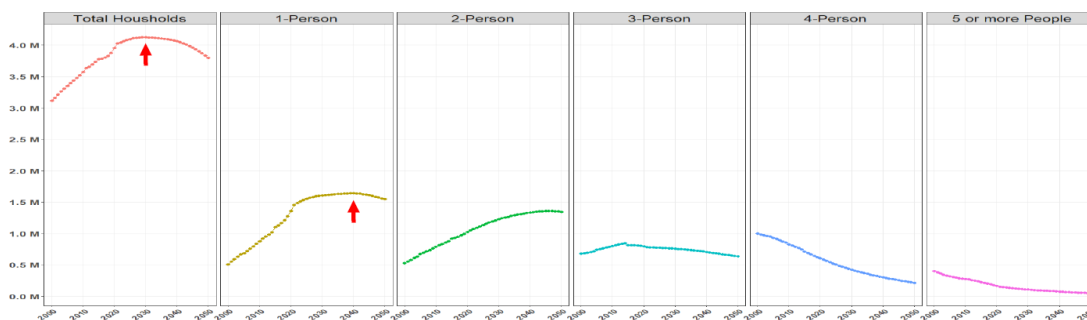


圖34 首爾2050年不同用水人數之預測用戶數

2)、預測漢江原水臭度的成份

圖35為持續運用機器學習技術預測2 MIB 和土臭素導致自來水出現的奇怪味道和氣味(Taste&Odor, T&O)。輸入變數為原水 T&O、藍綠藻、天氣、原水水質、大壩放流狀態、大壩內水質等，1周後產出預測結果。目前正在進行漢江兩種化合物的濃度預測。

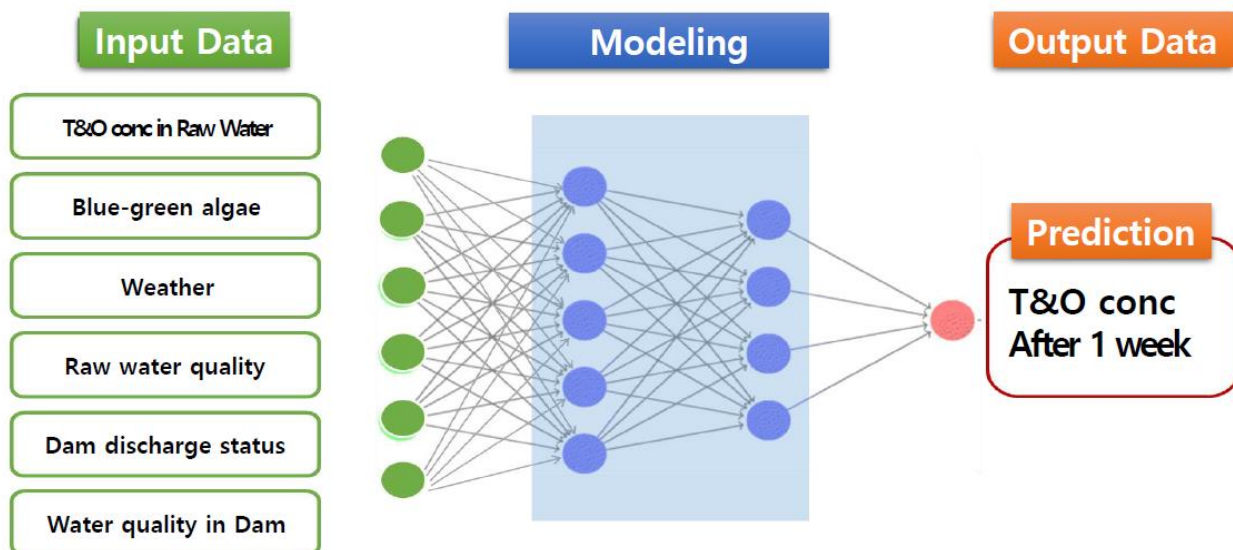


圖 35 運用機器學習技術預測自來水出現的奇怪味道和氣味

3)、運用 AI 技術自動混擬加藥

由圖36知運用集成投票(Ensemble-Voting)機器學習模型及集成堆疊(Ensemble-stacking)機器學習模型各自利用 XGBR-KNN (eXtreme Gradient Boosting regression -K Nearest Neighbor) 鄰近演算法、XGBR-KNN 鄰近演算法的線性回歸(Line regression)及 XGBR-KNN 鄰近演算法的隨機森林(Random Forest, RF)來實做 AI 技術自動混擬加藥所得到的預測值，再利用檢定工具 R2(分數在測量回歸問題的精度，R2給出的最大精度是100%)、平均絕對誤差 MAE (Mean Absolute Error , MAE, 目標值和預測值之差的絕對值之和)及均方根誤差 RMSE (Root Mean Square Error, RMSE,作為評估機器學習預測能力的主要指標)來評估機器學習模型預測值的正確性。其中訓練(training)期間的預測值經 R2檢定在0.989-0.961間(1為100%正確)，加藥 Jar Test 期間的預測值經 R2檢定在0.943-0.91間(1為100%正確)，平均絕對誤差 MAE 在0.45-0.306間，均方根誤差 RMSE 在0.655-0.515間。此與本公司「AI 診斷漏水檢測技術」實際應用於管網漏水檢測之實驗室的預測準確度為 96%相當。本公司也將於114年辦理曾文淨水場 AI 精準加藥的實場驗證。

Model	PAC	R(test)	F2(train)	MAE	RMSE
Ensemble -voting	XGBR-KNN	0.942	0.989	0.306	0.522
	XGBR-KNN- Linear regression	0.925	0.961	0.408	0.600
	XGBR-KNN- Random Forest	0.942	0.990	0.310	0.515
Ensemble -stacking	XGBR-KNN	0.910	0.975	0.450	0.655
	XGBR-KNN- Linear regression	0.943	0.995	0.310	0.519
	XGBR-KNN- Random Forest	0.930	0.984	0.360	0.573

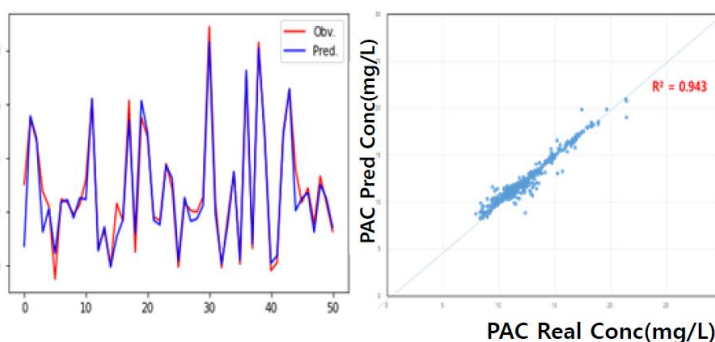


圖36 AI 技術自動混擬加藥

4)、自動讀表(AMI)系統的用戶內漏偵測

利用智慧水表傳輸用戶每日用水量，比對歷史用水量可快速偵測用戶內線是否漏水或異常用水。此和本公司澎湖營運所建置馬公6個智慧小區相同功能。智慧電表價格不斐，為人工抄表8倍，未來有賴於大量生產，趨近傳統人工抄表成本才能普及化。智慧水表每日自動比對歷史用水量可即時通知用水戶用水異常，此圖37例用戶裝設智慧水表經歷2022年5月26日-8月21日經歷3個月漏水才修復不符合常規，似乎為經2個月傳統人工抄表後的用水比對異常通知之修復案件。

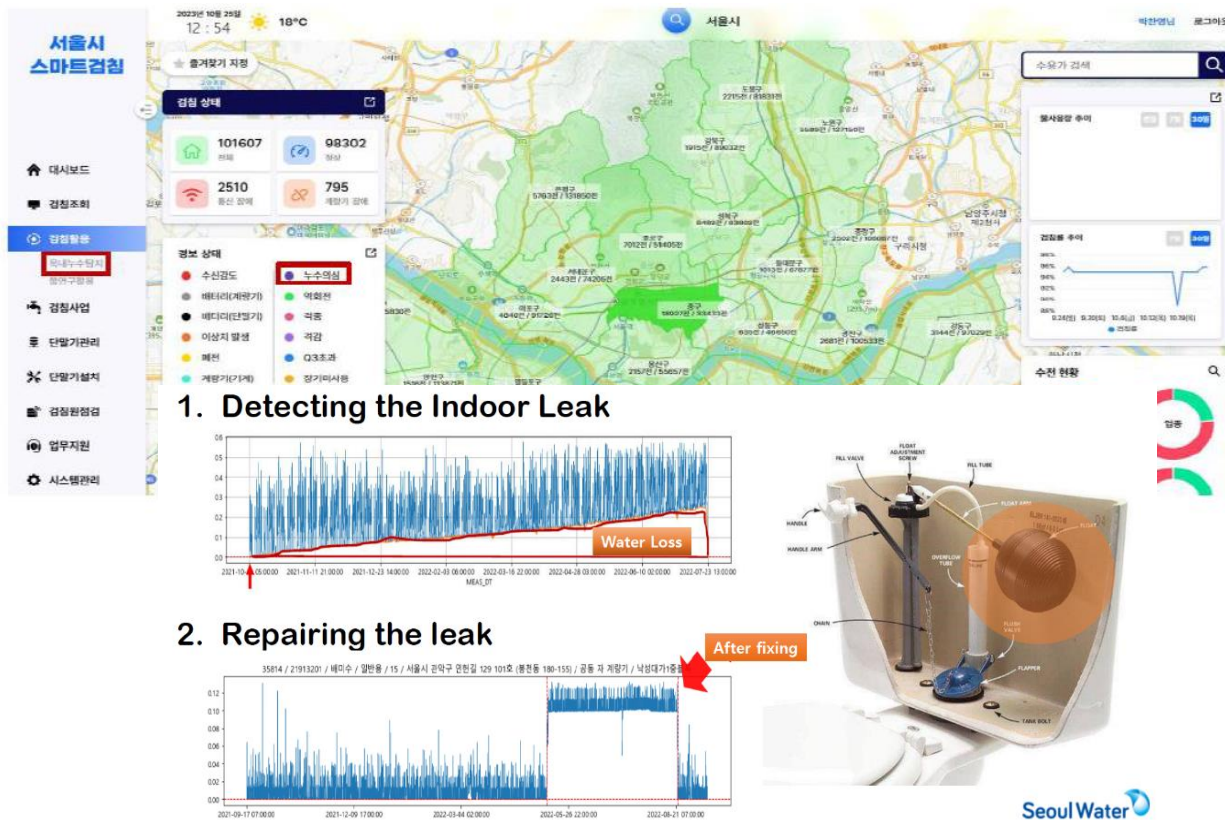
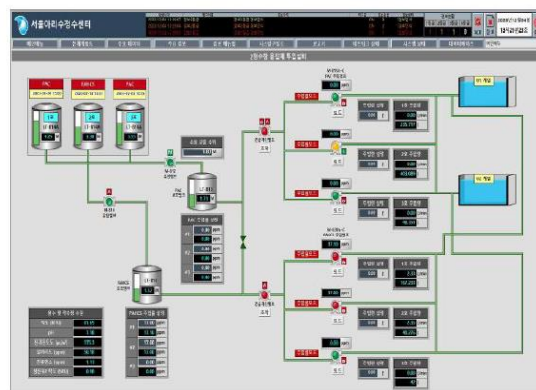
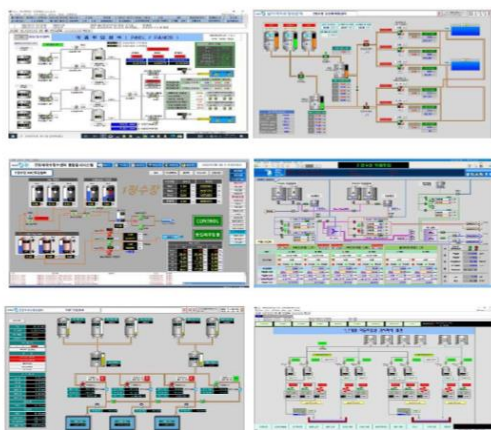


圖37 自動讀表儀表板

5)、淨水場資料標準化

誠如本公司簡報主題「新架構供水監測平台以提升管理效能」述及早年建置新淨水場有不同資訊架構及人機介面持續困擾著操作人員。二簡報有相同的簡化單一人機介面及每一點位有唯一的標籤名字以便利查修等解決方案。

• Standardizing HMI(Human Machine Interface)



- Shortened the time to adapt to the system after moving in



- Six WTPs are using different HMI.

• Standardizing Tag names, words, domains and so on

- Six WTPs are using different Tag names.

- Easy to extract data from WTPs by using the same Tag names

6개 정수센터별 전체 태그현황			
북도 정수센터		구의 정수센터	
포인트이름	설명	태그명	태그설명
2BW_3P12A_MVO	여과지2계열 역세덱트 주파수설정	GU2SW000N4_M_509C_OP	M_509C 역세덱트 오픈/클로즈
M1004_LIT2_HH	능동조 솔러지저류조 2지 수위HH 설정	GU2SW000N4_M_848A_ON	M_848A 음파 제수면상 태락배수밸브_ON
CA_FIT_10_SET4	활성탄흡착지 10지 수세 유량 20도 이하	GU1CS00FL3_1M6B_F	PAC 탱크 유입밸브 NO.2 FAULT
YG212_RPM	동심기#2 1열 2호기 rpm	GU2FT00VA2_1지_여과수위_SV	1지 차동 반자동 여과 수위 설정값
AO_2BW1_TB	2계열 1지 막도계	GU2CD00VA1_WQP_2_502_PV	2정수장 여과수 막도
강북 정수센터		영등포 정수센터	
포인트이름	설명	포인트이름	설명
LIT01A_HH	[LIT-0]	C_243_CLI_60250	후원수 #1 실 투입량
DIT09A_LL	[DIT-0]	FLOW_RCS2_FIT_305_ADD	2정 여과유출유량 적산
ZC_302A	분배조	RCS2_BASIN_B_IN_PC_301_SUM	여과지 2계열 유입 입자계수 합
AOP3_AO3	3지 AC	M301A_STOP	여과식막여과 1계열(M301A) 여과수 순환밸브 STOP
TUBI0528	관측	RCS2_BASIN_F_TB1T_301_PV_R	여과지F(6) 막도계 현재값(PV)
관측 정수센터		관측 정수센터	
속도	원장태그	속도	원장태그
AO_2BW1_TB		M902A_FLT	솔러지 저류조 교반기 A오기 FAULT DI
TUBI0528		TL_EHV12_ARM	주변압기 온도감지 A ALARM
관측		F22_M403_AUTO	역세수 유입밸브(역세번)A AUTO
영등포		F22_M402B_OPEN	사여과지 22지 여과지 유입밸브 B OPEN
관측		F19_TB	FCC19 막도
관측			

圖38 淨水場資料標準化

6)、大眾關注自來水資訊的探勘

持續經由爬蟲技術追蹤新聞、評論及 YouTube 等有關自來水、淨水及瓶裝水等關鍵字以掌握時勢脈動。

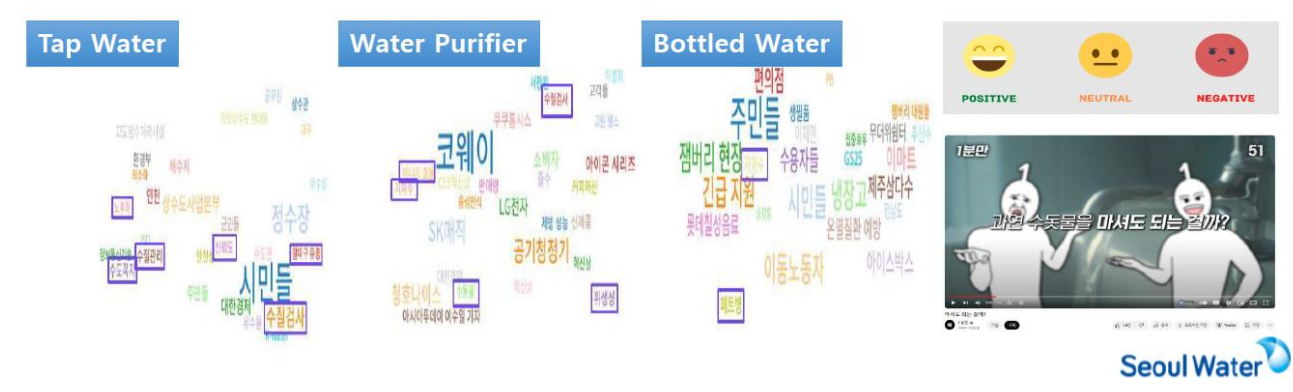


圖 39 大數據資料探勘

7)、挑戰

a、預測紅水事件區域

自來水發生紅水水質抱怨事件發生原因為管線維修時的停、復水水壓變化將管內壁殘留鐵質冲出。這必須於管線維修復水後持續將管內壁殘留鐵質排除。管內壁殘留鐵質有其地域性，可利用本公司「澎湖智慧水網」資訊系統具紀錄及提醒高風險水質事件區域之功能，即時對水質事件的鄰近區域作相對應處置措施。

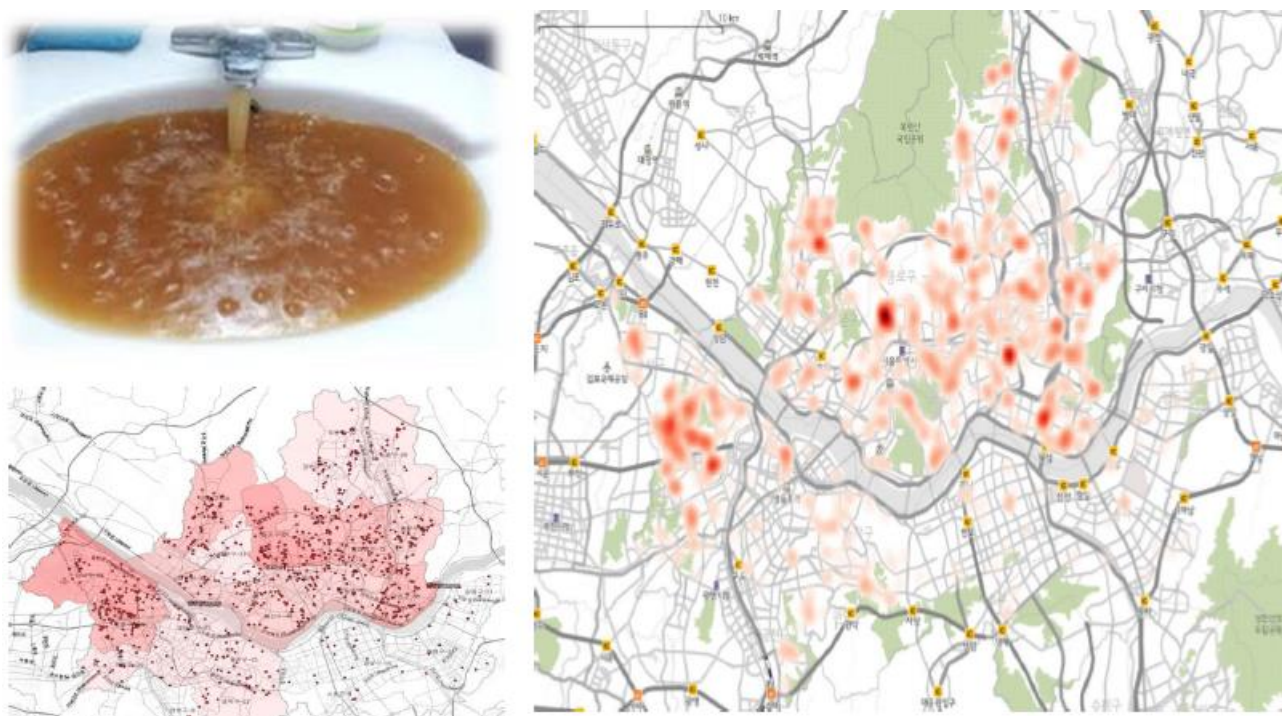


圖 40 預測紅水事件區域

b、水管壽命

水管壽命受土壤條件、交通荷重、氣溫變化、水壓等因素影響。本公司「澎湖智慧

水網」資訊系統除以上述條件外，更加入管材、管齡及破管機率等分別賦予不同權重並且以不同顏色圖示風險管段，讓管理者分輕重緩急的直覺式圖資 GIS 圖台顯示功能安排汰換優先順序。

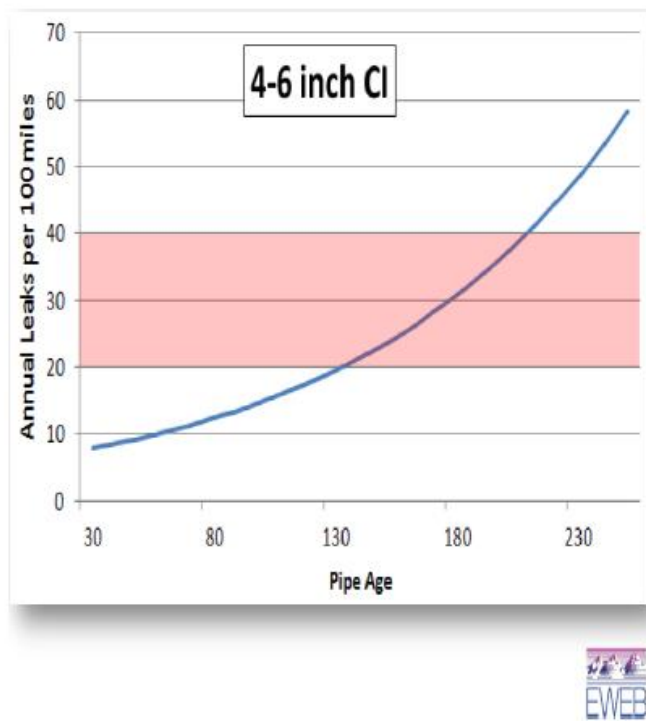


圖 41 預測水管壽命

6、新技術設備及人力資源發展（簡報人：若林孝介、給水事務所長）

2024年1月1日日本石川縣能登半島發生規模7.6強烈地震，引發海嘯、房屋倒塌及火警、超過300人死亡及大範圍持續性停水。朝日新聞於3月1日追蹤報導災區部分區域仍有不利的條件導致持續性停水。本簡報許多建設性作為可同為高風險大地震發生機率的台灣借鏡參考。

1)、東京水道局立即派遣人員支援並且考量：

- ◆鄰近地域性-派遣位於石川縣府金澤市及北方的輪島市等自來水同仁。
- ◆支援項目:緊急供水及復原。
- ◆支援週期:當年1月3日至5月31日共5個月。

◆1,725人(含土建承包商944人)



圖42 日本石川縣能登半島發生規模7.6強烈地震



水車緊急供水



水量計復原



前進指揮所

圖43 支援人力的調度

2)、東京水道局總部至能登半島直線距離500公里，開車8小時，乘坐飛機1小時，災區前進指揮所與東京總部發生了遠距離上溝通的挑戰：

◆災區地理環境的不熟悉。

◆支援人力的不足。

解決方法-資通訊設備(ICT)的應用：

◆即時資訊的分享順暢。

◆東京總部的協調合作與備援物資的調度。

Challenges

- Activities in unfamiliar areas affected by the disaster
- Response with insufficient personnel



Solutions

- Smooth information-sharing on site
- Backup and collaboration from Tokyo

ICT* used in active ways

*Information and Communication Technology

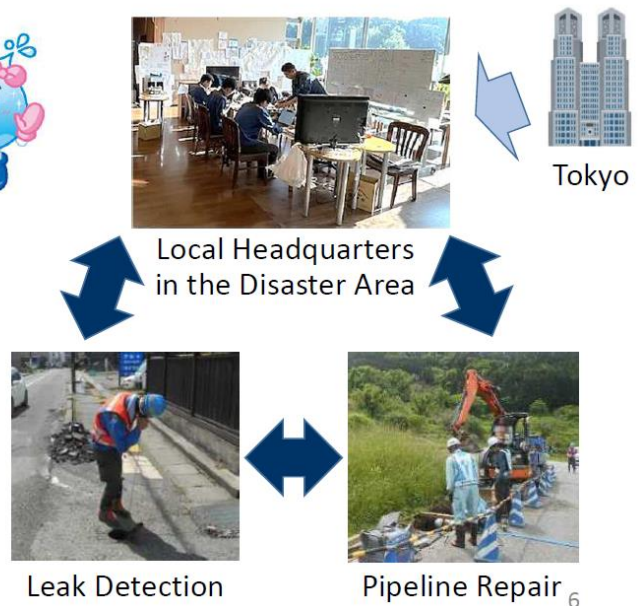


圖 44 東京總部與災區前進指揮所的溝通協調

3)、社群網路(Social Networking Service, SNS) 的資訊即時分享

利用 SNS 及地圖 APP 即時分享搶修位置及損失程度，搶修團隊可順暢的搶險：

◆不熟悉地理環境作業的資訊溝通正確性。

◆經常變動人力的臨時編組要有順暢的協調合作。

◆施工維修期間運用智慧手機溝通協調問題。



Leak Detection



Pipeline Repair



7

圖45 社群網路 SNS 的資訊即時分享

4). 輪島市區前進指揮所與東京總部每日視訊會議的資訊分享

當日預定參與派遣人員可透過視訊會議提前獲得最新訊息，東京總部團隊也可在視訊會議中協助診斷災區復原的繁瑣任務及困難議題。

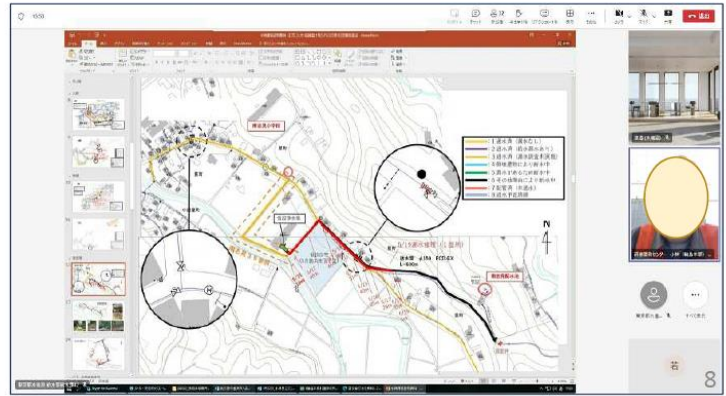


圖46 視訊會議的資訊分享

5)、地理資訊系統 GIS 的應用

a、復原管線長度及用戶數的計算

圖資註記管線屬性及用戶資訊可提升復原作業的管理效率。途中藍色線條為送水管，黃色為用戶取水點。本公司圖資系統已有此功能。



圖47 復原管線長度及用戶數的計算

b、優先搶修復原管線的標定

註記管線屬性及建物毀損風險資訊-紅色代表危險，黃色代表警告，藍色代表鑑定安全。本公司尚未建置此功能，建議逐年更新此功能以提升管線災難復原韌性。



圖48 優先搶修復原管線的標定

c、東京都未來30年發生規模7大地震的機率為70%迫在眉睫，必須預為整備各項防災物資。

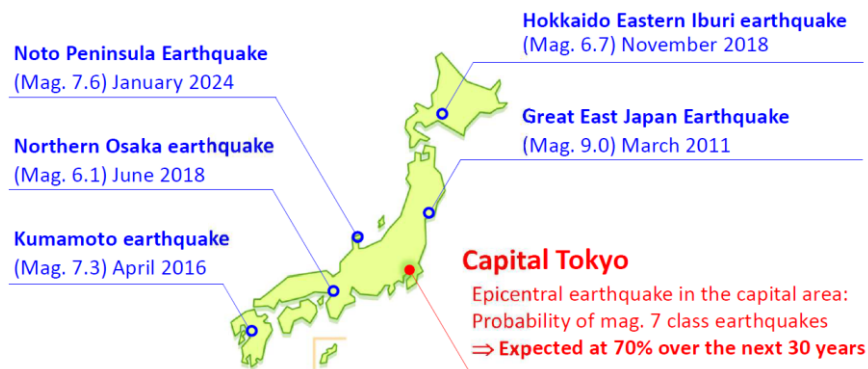


圖49 近20年日本發生大地震區域圖

6)、水務設施新技術的介紹

智慧水表、無人機、淨水場操作的 AI 技術以及資通訊(ICT)架構。

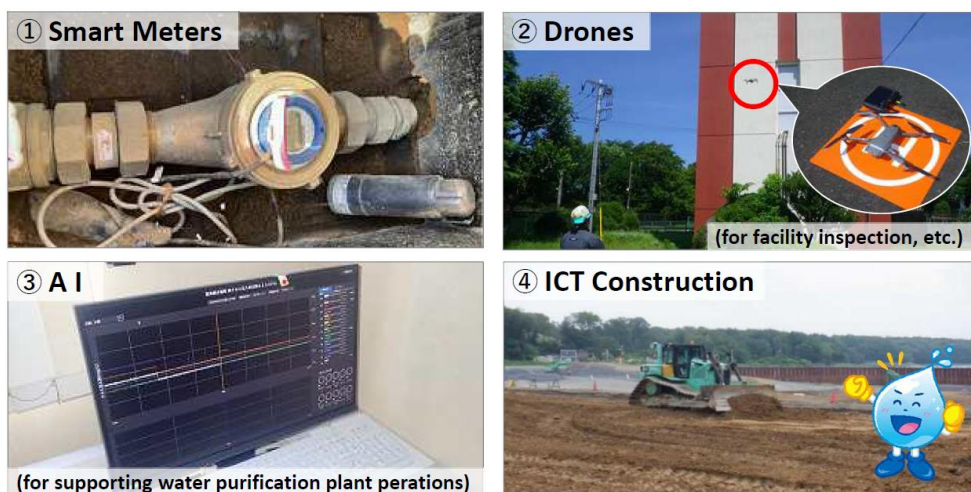


圖50 水務設施新技術

東京水道局用水戶 APP 功能與本公司用水戶 APP 類似，例如：

- ◆新用戶用水開通
- ◆線上繳費
- ◆歷史用水數據及水單查詢
- ◆供水點災難訊息推播



圖 51 東京都水道局用水戶 APP

7、2024水務數位轉型人力資源發展方案(簡報人：林勳一、教授)

就水務提升資通訊(ICT)技術觀點而言，本簡報為本議程最核心的議題。「他山之石可以攻錯」，本簡報闡述韓國水務公司(K-Water)資通訊的發展歷程及至2030年的里程碑路徑圖，值得本公司評估有哪些技術須強化。K-Water 類似北水處或結合水利署及本公司的公務單位，掌管水源端的水庫及河川，淨水場產水管理至產水後的運輸、銷售及售後服務。公部門無須擔心盈虧，可以砸錢辦大事成就一番事業，自負盈虧的本公司必須謹慎評估開支。公部門有公部門的做法，本公司也要自負盈虧的審慎因應，尤其當今 AI 、數位孿生(Digital Twin)及管網水力分析等前瞻技術蓬勃發展，雖然技術尚未成熟，卻必須以少量資金建立模場，積極投入練兵，累積、精進技術經驗才能掌握核心技術的王道。

K-water's efforts for DX

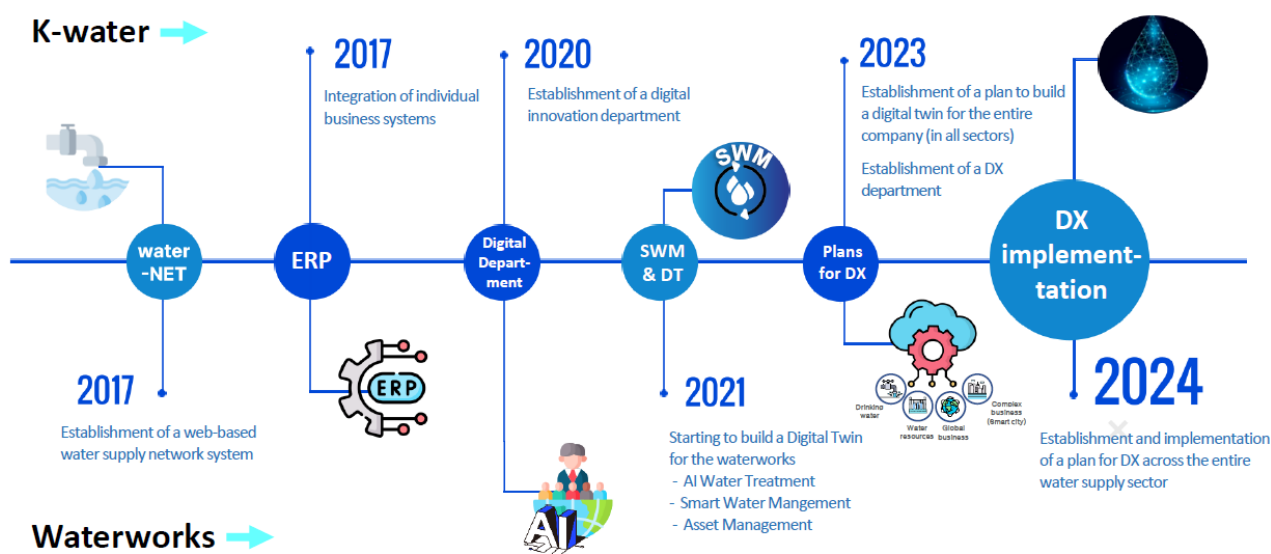


圖 52 K-Water 資通訊技術發展歷程

本公司身處台灣資通訊製造大國，早已建置高度資訊化的水務業務，只需關注前瞻的資訊技術，即時建置模場練兵以掌握關鍵技術。圖51為 K-Water 資通訊技術發展歷程 2017年、2020年、2021年、2023年至2024年分別建置無線網路供水系統及企業資源規劃 (ERP)、成立數位創新部門、智能水管理及數位化術(Smart Water Management, SWM & Digital Technonic, DT)-開發數位孿生水務(AI 水處理、智能水管理及資產管理)、研擬全公司各部門數位孿生建置計畫及部署，技其中開發數位孿生水務及 AI 水處理屬前瞻的資訊技術。本報告人李建興組長於106年已完成「3D 動畫技術應用於自來水處理程序之研製」數位孿生系統，本公司執行中應用 AI 技術有 AI 原水生物檢測、人臉人車位置辨識、能源管理系統、工程施工照片辨識比對以及114年辦理曾文場既設場 AI 精準加藥。圖53為2024-2030數位水務發展進程，例如2024年建置完成華松淨水場(Hwasung WTP)數位孿生領航目標、先進 AI 偵測及網路模型建置標準的更版，2025-2030推展至42個淨水場及所有設施。

K-water's DX plan by 2030

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
DX for waterworks	DX strategy, System establishment, ISP implementation	Complete ISP	Connect with DT for 10 facilities		System advancement and Complete all facilities		
Strengthening facility Infra							
1. Digital Twin	Complete pilot project of Hwasung WTP	Expand and complete DT project for 42 WTP					
2. New tech, Smart Infra	Development and pilot operation of new tech, analyze the effects	Establish guidelines and expand			Apply to all waterworks facilities and add infra required		
Improving data usability							
1. Improving date management	Improve GIS-based data input methods, ISP implementation	Improve data management			Improve and enhance the system		
2. Establishing a digital-based risk management system	Advane AI detection, Revision of the network model building standard	Expand to all waterworks facilities					
Building a digital environment							
1. Collaborate across departments	Collaborate on the development of digital-related techs, conduct internal consulting, monitoring						
2. Organization, systems, HRD, PR	Recruiting professionals, Education, PR etc	Construct DT learning center, Develop and Improve DT tech review system, Advance education					
3. Commercializing digital solutions	Commercialize digital related techs	Build and sell techs modules	Transit to a digital tech-based portfolia stage				

圖 53 2024-2030水務數位化進程

圖54為連繫各獨立系統的資訊流，產生有用的整合資料為需克服的挑戰。本公司於113年建構「澎湖地區智慧水網」，從水源集水、淨水、管網送配水擴展至用戶端監測及客戶服務，有效匯集、介接、整合現有供水監測平台、GIS 圖資、全區用戶表監測、抄表機、ADTS 水質預警、1910客服、停水公告查詢、檢修漏、台水 APP 及外部系統等各子系統常用功能於同一資訊平台，進而提供一站式水務智慧化服務之八大模組功能分為管網供水管理模組、水場(廠)監控模組、用戶用水服務模組、水質管理模組、管網漏水管理模組、產銷差異管理模組、事件管理模組及派工管理模組以達成數位轉型目標。「澎湖地區智慧水網」論文收錄於第九屆國際水協會亞太地區會議(IWA Aspire 2023)之 e-Newsletter 並且傳送與會學者、同業參考。本系統同時入圍本國113年國家發展委員會「政府服務獎」前15強，深獲肯定。

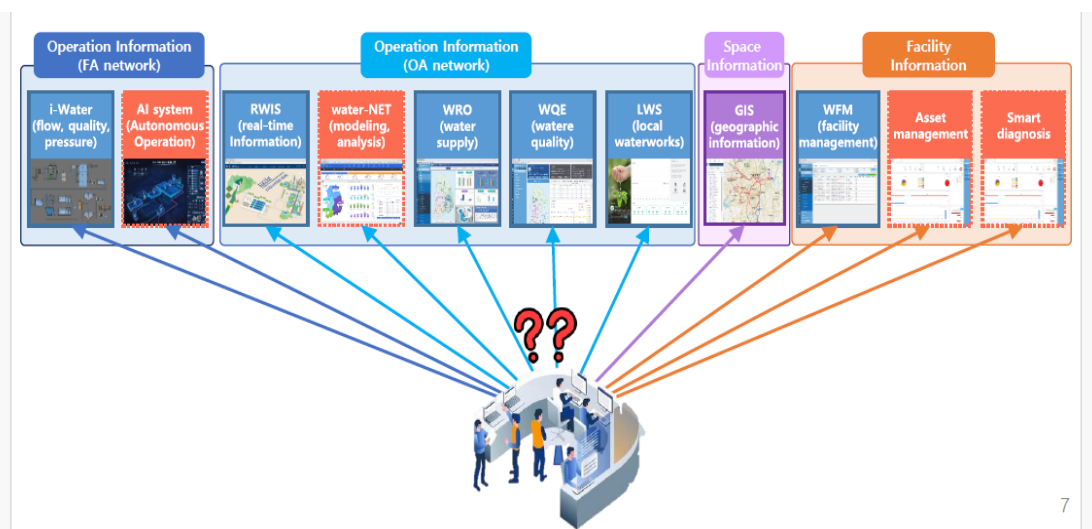


圖 54 連結各獨立系統資訊流的挑戰

圖55為K-Water 2030年水務數化願景，本公司絕大部分已完成建置，可持續精進AI、數位孿生(Digital Twin)及管網水力分析等前瞻技術。



圖55 K-Water 2030年水務數化願景

1)、AI 淨水場

圖56為闡述 AI 淨水場的概念。左圖為現有以操作員為中心的淨水場自原水入口、慢慢混、沉澱、快濾、清水池等前後高差約5公尺的重力流送水製程，搭配 Fuzzy 的自動添加藥量，操作員退居二線的待命協助及緊急措施。運用

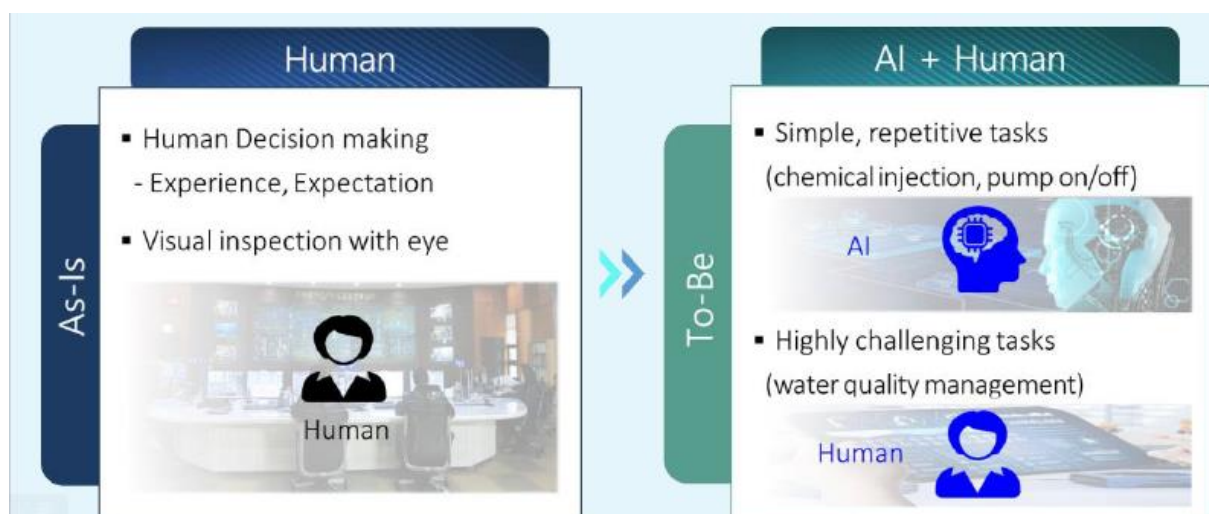


圖56 淨水場人工操作與 AI 自動操作的協作

操作員目視總沉澱水濁度高低決定前端混凝劑多寡經驗，預期調整加藥量後總沉澱水至預期濁度效果之以人為中心決定加藥量的淨水場。經過每一年、每一季節、每一時段的經驗值可得到最佳加藥量經驗值數據。

利用操作員多年得到的最佳加藥量之大數據搭配 AI 技術自動選擇在某一情境當時的原水濁度、原水量、氣溫、總沉澱水濁度、.....足以影響混凝效果的歷史最佳藥劑添加量，自動派送指令驅動加藥機添加所需的藥量，此為 AI 自動加藥概念。右圖為 AI 自動加藥技術完成後操作人員也將退居第二線監視、協助 AI 自動加藥的成效及緊急措施。克服現有 Fuzzy 自動加藥無法抵禦原水水質大範圍、高度變化的相應調整加藥量，期望 AI 自動加藥技術能有全方位的自動加藥功能。韓國位處東北亞高緯度較少颱風、暴雨侵襲的高濁度原水，全年原水濁度約100NTU 以下對於 AI 自動加藥技術有不錯成效。

圖57為 AI 自動操作 8 道淨水程序可分為偵測原水入流水位換算為處理水入流量－>經由原水水質數據決定化學混凝加藥率－>快慢混轉速－>沉澱池停留時間及前加氯加藥率－>沉澱池刮泥機排程－>快濾程序排程－>臭氧添加率－>顆粒活性碳（Granular Activated Carbon，G A C）濾除吸附化學、重金屬及藻類臭味等排程。

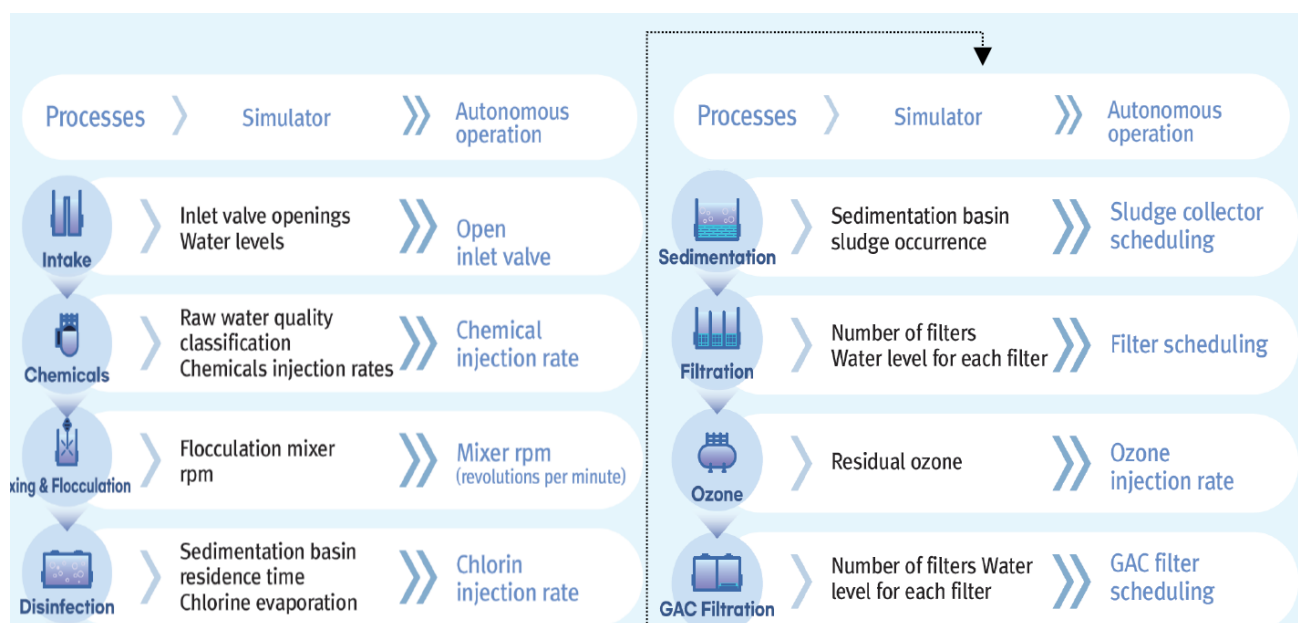


圖57 AI 自動操作 8 道淨水程序

圖58為建構智能 AI 淨水場程序及模組。可獨立運作的套裝分為淨水自動操作（Autonomous operation）、能源管理系統（EMS）、預測管理系統（PMS）及智慧影像監視系統（Intelligence video surveillance）。

- 建構完整程序：

• 預先現勘診斷評估(P1)-建構 AI 淨水場計畫目標、策略及影響。

• 施作 AI 淨水場(P2)

M1.基礎設備及供應-氣溫、水質水量、設備震動所需的 IOT 偵測訊號來源部署。

M2.軟體發展(S/W development)-AI 建議操作數據的半自動基礎及最佳自動操作擴充階段。

M3.AI 軟硬體部署-伺服器、AI 操作系統及模擬器。

• 前測操作與訓練(P3)

• 售後服務(P4)

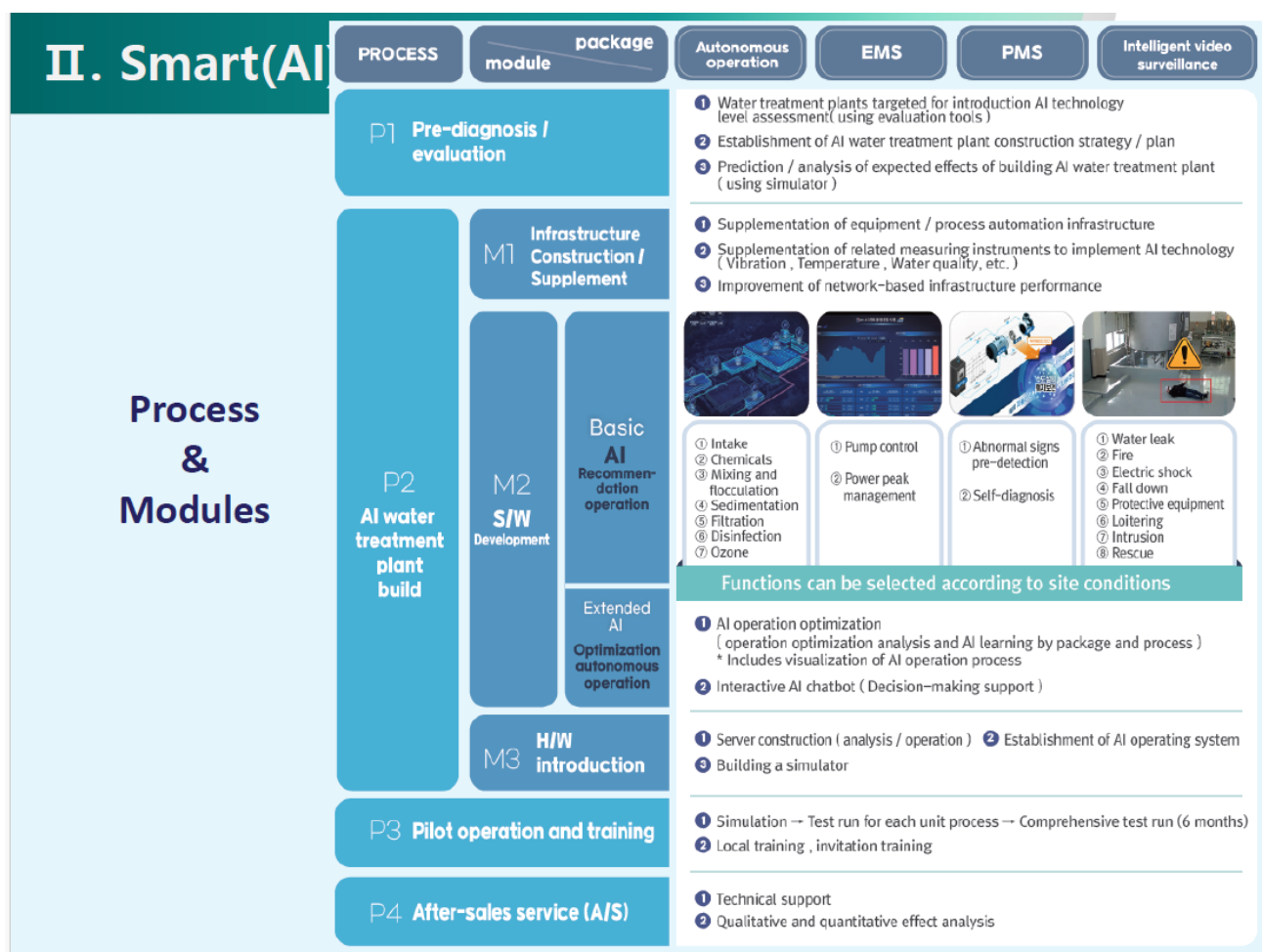


圖58 建構智能AI淨水場程序及模組

2)、M2軟體發展(S/W development)

圖59為 AI 淨水場中8個淨水程序皆可獨立自動操作資訊流。水公司提供1至3年各單元操作或實驗大數據資料以及現場即時監測數據作為 AI 資料探勘的前處理，找出各單元各種條件情境下的最佳作數據以做為訓練 AI 的參數。經6個月隨機森林(Random Forest, RF)、LGBM (Lightweight gradient Boosting Machine, LGMB)及K 鄰近(K Nearest Neighbor, KNN) 等不同 AI 演算法分析訓練等得到最佳操作控制值、加藥率及設備排程

等預測值。

註：XGBoost 有更高的準確率，但是 LightGBM (Lightweight gradient Boosting Machine, LGMB)比 XGBoost 運算的速度快6倍。

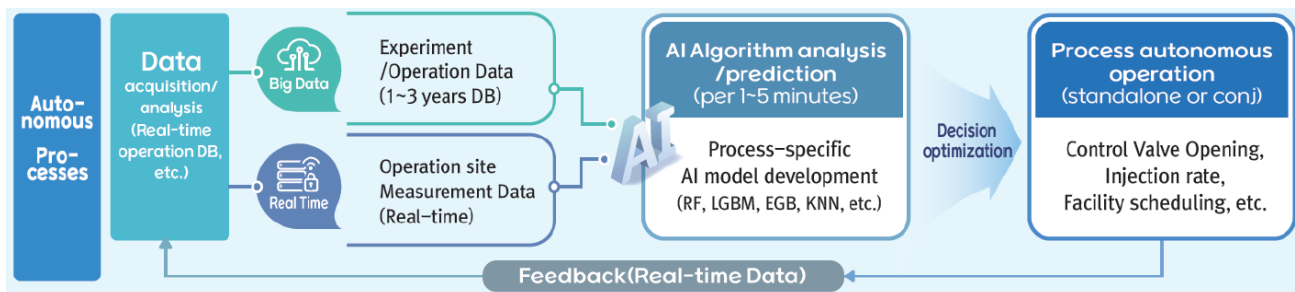


圖59 AI 淨水場自動操作程序資訊流

圖60為 AI 淨水場抽水機控制及電力峰值自動操作程序資訊流程。加壓抽水機需要將即時電力、抽水井水位、水量計瞬間流量、設備本體溫度及管網參考點壓力數據給 AI 演算模組得出最佳抽水群組合，這當然需要變頻抽水機才能得到圓滑的管網壓力調整曲線。利用淨水場電力總表之電力計監視尖峰用電時間調整場內加壓抽水機、反沖洗抽水機、氣洗鼓風機及其他大電力設備。

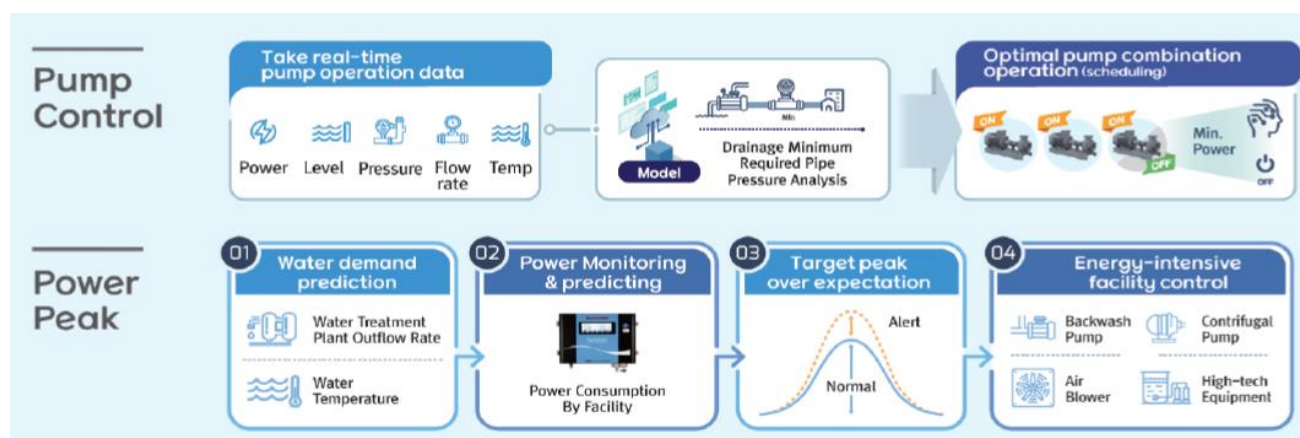


圖60 AI 淨水場抽水機控制及電力峰值自動操作程序資訊流

圖61為設備預測保修系統。應用於抽水機等設備保修較為簡易，只需監視電力計中三相電流是否過載、平衡及機械本體震動頻譜相應的內部結構損傷之歷史數據而提出告警。

本公司將於114年將驗證圖60-圖61之 AI 技術用於能量控制及淨水設備健康診斷功能。個人認為運用機械本體震動頻譜相應的內部結構損傷之歷史數據而提出告警的作為只是退而求其次的作法，更前瞻技術是抽水機製造商需提升自我檢測能力於抽水機內部結構

部署偵測轉子軸承或重力培養損傷的 IOT 設備才是王道。

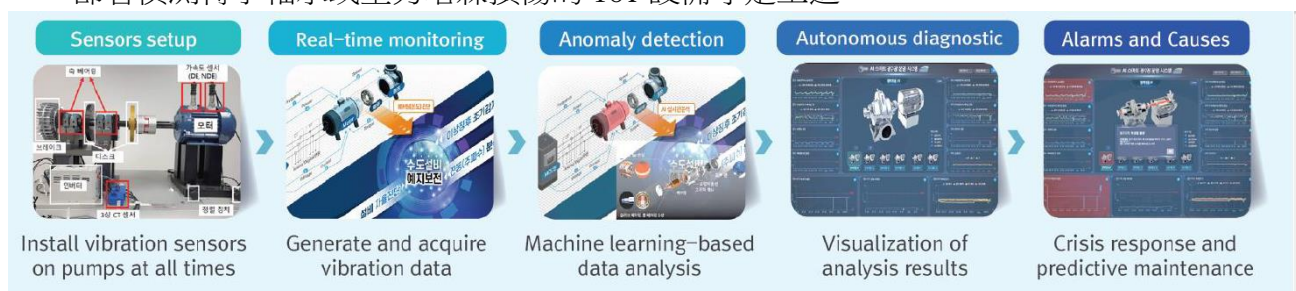


圖 61 設備預測保修系統

當今 AI 技術只能處理有規則的事情，幾年前 Google 公司 AlphaGo 機器人可快速記憶千萬盤的有規則圍棋棋譜搭配有圍棋能力的操作手協助重要關鍵點的指引就能打敗韓國世界棋王李世乭的超越人類極限。個人認為面對淨水場原水水質變化的多變因子，AI 自動加藥技術最具挑戰性，需要專家、學者持續投入精進。

3)、智慧管網 SWNM (Smart water network management)

圖62為建構智慧水網包括4個程序:預先調查診斷(P1)、智慧水務管理(P2)、領航操作訓練(P3)及操作管理(P4)。其中智慧水網管理(P2)分為調查分析(M1)、建立分區管網DMA(M2)、漏水管理(M3)、水壓管理(M4)、管網之管線調整(M5)、建構管網監控系統(M6)、以及水質控制等由基礎 Level 1、中級 Level 2至高級 Level 3。縱觀本表分析可知本公司管網管理已至 Level 3的大部分功能，例如管線資料庫已完成深度 Z 軸更新，只需持續精進3D圖台的轉換;新竹地區已完成 AI 漏水診斷系統，已持續推進至其他區處;傳統閉迴路自動控制管網關鍵蝶閥之響導閥定壓控制系統已穩定、實際應用於區處輸配管網。本公司於113年建構「澎湖地區智慧水網」各項功能已超越 Level 3。

PROCESS	Module	Level	Level 1	Level 2	Level 3
P1	Pre-diagnosis				
P2	SWNM				
	M1 Investigation/ analysis	1 Creating water pipeline map(CAD) 2 DMA Design 3 Water flow, pressure management plan	1 Water pipeline map(man-agement system) 2 DMA Design (small/sub) 3 Water flow, pressure, quality management plan	1 3D based water pipeline map 2 DMA Design 3 Incident response advancement plan	
	M2 DMA establishment	1 Building small DMA 2 Water flow, pressure management	1 Building sub DMA 2 Water flow, pressure, quality management	1 Incident response advancement 2 Water flow, pressure, quality management and emergency linkage	
	M3 Water leakage management	1 Leak detection with manpower 2 Analyzing MNF of small DMA	1 Leak detection with IoT sensor 2 Analyzing MNF of small/sub DMA	1 AI-based leak detection 2 Analyzing daily revenue water ratio	
	M4 Water pressure management	1 Managing water pressure of small DMA 2 Simply decreasing water pressure 3 Simply increasing water pressure(ON/OFF)	1 Managing Small DMA(large capacity) 2 Decreasing water pressure in proportion to flow 3 Increasing water pressure in proportion to flow	1 Managing Small/sub DMA(large capacity) 2 Real-time active decompression 3 AI-based self pressurizing	
	M4 Water pressure management	1 Managing water pressure of small DMA 2 Simply decreasing water pressure 3 Simply increasing water pressure(ON/OFF)	1 Managing Small DMA(large capacity) 2 Decreasing water pressure in proportion to flow 3 Increasing water pressure in proportion to flow	1 Managing Small/sub DMA(large capacity) 2 Real-time active decompression 3 AI-based self pressurizing	
	M5 Reorganization of the pipeline network	1 Diagnosing pipe specimen 2 Selecting emergency leakage maintenance section	1 Endoscopic diagnosis with branching method 2 Selecting aging pipe(short-term) replacing section	1 Diagnosing water pipe network with asset system 2 Selecting aging pipe(long-term) replacing section	
M6 System construction	1 Building small DMA TM/TC 2 Automatic analysis of small DMA units	1 Real-time waterworks information offering system 2 Managing real-time water flow and risk	1 Building control center 2 Establishing AI-based pipeline network system (RWR analysis, incident response)		
M7 Water quality control	1 Automatic Water Quality Measurement Device 2 A rechlorine facility	1 Automatic drain facility 2 Establishment of pipe cleaning infrastructure (general)	1 A precision filter 2 Establishment of pipe cleaning infrastructure (advanced)		
P3	Pilot operation and Training				
P4	Operations Management				
		1 Facility operation 2 Facility Replacement 3 Improvement and Maintenance of Revenue Water Ratio			

圖 62 建構智慧水網4個程序

4)、智慧水務和教育訓練

圖63 為 K water 於2024年建置完成華松淨水場(Hwasung WTP)數位孿生領航目標，伴隨著各項教育訓練課程以利2025-2030年推展至42個淨水場及所有設施。AI 課程分為普、中、進階及專業等4個等級分別為98、14及40小時課程。

• 基礎課程

採網路+集中訓練方式，教學目標為智慧 AI 淨水場最佳操作管理所需的基本知識。

網路選修課程:淨水處理操作管理及 ChatGPT 的使用。

必修課程:Python 程式練習操作(集中訓練)及理解數據(網路課程)。

• 中階課程

採集中訓練+工作仿訓練方式，教學目標為專業知識，例如智慧 AI 淨水場最佳操作管理所需的大數據分析及理解。

集中訓練課程:1.了解資料分析及輔導擬訂目標計畫，2.Python 資料蒐集、分類及可視覺化，3.建立 Python 資料模型。

工作坊:1.參訪韓國標竿工廠:LS 樂星電氣公司及華松 AI 淨水場，2.參訪心得簡報及回饋意見。

Professional Advanced Case Study			
Objective	• Learning advanced technologies and analyzing cases to suggest application plans and contribute to solving current issues		40 hrs
Contents	• Learners make detailed plans for overseas education destinations and learning contents at the advanced stage by themselves * (Destination) Lighthouse Factory, a leading manufacturing innovation company • The final results of related cases, advanced technologies, etc. are announced and shared internally and externally.		
Advanced Performing Problem-solving Tasks			
Objective	• Proposal for improving or optimizing smart (AI) water purification algorithm		14 hrs
Contents	• (Workshop) Smart(AI) Water Treatment Algorithm Improvement Mentoring Workshop	• Presentation and Evaluation * Evaluation by internal and external judges, selection of outstanding students	
Intermediate Collective Training + Workshop			
Objective	• Acquisition of specialized knowledge such as basic procedures for big data analysis and understanding of smart (AI) water purification algorithms		98 hrs
Contents	Collective training	Workshop	
	①Understanding data analysis and task planning with mentoring ②Python data collection/refinement/visualization ③Python data modeling	①(Workshop 1) Field trip to domestic global lighthouse factories * LS Electric (Cheongju), Hwaseong (AI) Water Treatment Plant, etc. ②(Workshop 2) Presentation of interim results, feedback	
	• (Task Selection) Individualized problem-solving tasks are selected and carried out. * Create and submit a detailed task performance plan		
Basic Cyber + Collective Training			
Objective	• Acquisition of basic knowledge required for optimal operation management of smart (AI) water purification plants		57 hrs
Contents	“Optional Education: 2 Courses” ①(Cyber) Operation management of water treatment process ②(Cyber) chatGPT of working people	“Required Education : 2 Courses” ①Python programming practice ②(Cyber) Understanding Data	

圖 63 智慧水務和教育訓練課程

• 進階課程：採工作仿研討如何解決問題，教學目標為提升或最佳化 AI 淨水技術的演算法。

• 專業課程：案例研究，教學目標為學習先進技術，解析案例及解決目前問題的建議計畫。

肆、參訪心得與建議

一、 會議現場

討論會議中，對於韓國 K-Water 簡報資料中，有提及不同管齡的破管案件數量，然而 K-Water 資料顯示使用230年之 CI 管線破管處約為60處/100英哩(詳圖64)，針對此方面之資料本公司向韓方詢問有無相關法律規範管材使用年限，並表示在台灣，對於鑄鐵管管材使用年限為40年，達使用年限管材即可進行相關汰換作業。韓方對此表示，韓國並無相關規範，且美國亦有管線使用達100年，若使用40年即進行汰換，則有點無法想像。由此可知，我國與韓方在自來水供水管線管理本質上有所不同。

2. Water Pipe Lifespan

- Leak and Break Data
- Soil Condition
- Traffic Data
- Weather Data
- Water Pressure
- Risk Evaluation
- etc

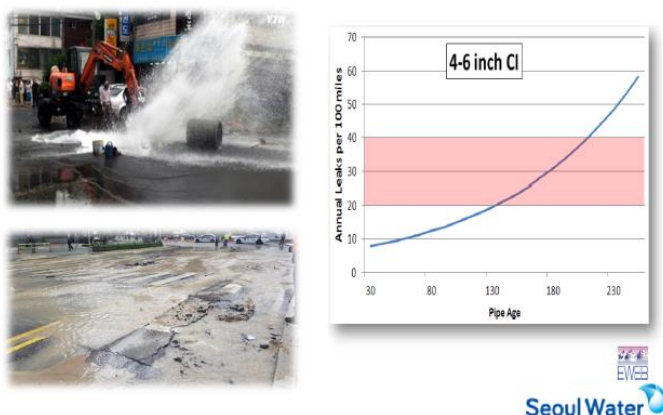


圖 64 韓國管線使用年齡與破管頻率

在本次參訪中，亦發現韓國開發微型海水蒸餾器與微型鹽化水井淡化設備(詳圖65)，微型鹽化水井淡化設備(詳圖66)可針對2,000 ppm 以下鹽類物質進行淡化作業，其淡化作業係採用陰陽離子交換樹脂進行去離子化，後續亦可進行陰陽離子交換樹脂再生，使設備可重複利用。

該設備重量僅33公斤，可依人力移動搬運，且一天僅需200 W，即可產出1~2 m³/day 之淡

化水，相關設備已可進行模組化組裝，可依需求整併更多模組，以增加出水量。此設備概念與目前水利署移動海淡設備與國軍移動淨水設備有相同設計邏輯，均能做為臨時供水設備。目前我國僅澎湖地區因四面環海，部分地下水井有遭受海水入侵地下水層造成井水鹽化問題，但因該地區水源缺乏，因此部分鹽化水井仍為澎湖地區水源之一，或許未來可參考此設備概念進行規畫臨時供水設備措施，以因應突發事件造成供水缺口。



圖 65 微型海水蒸餾器與微型鹽化水井淡化器

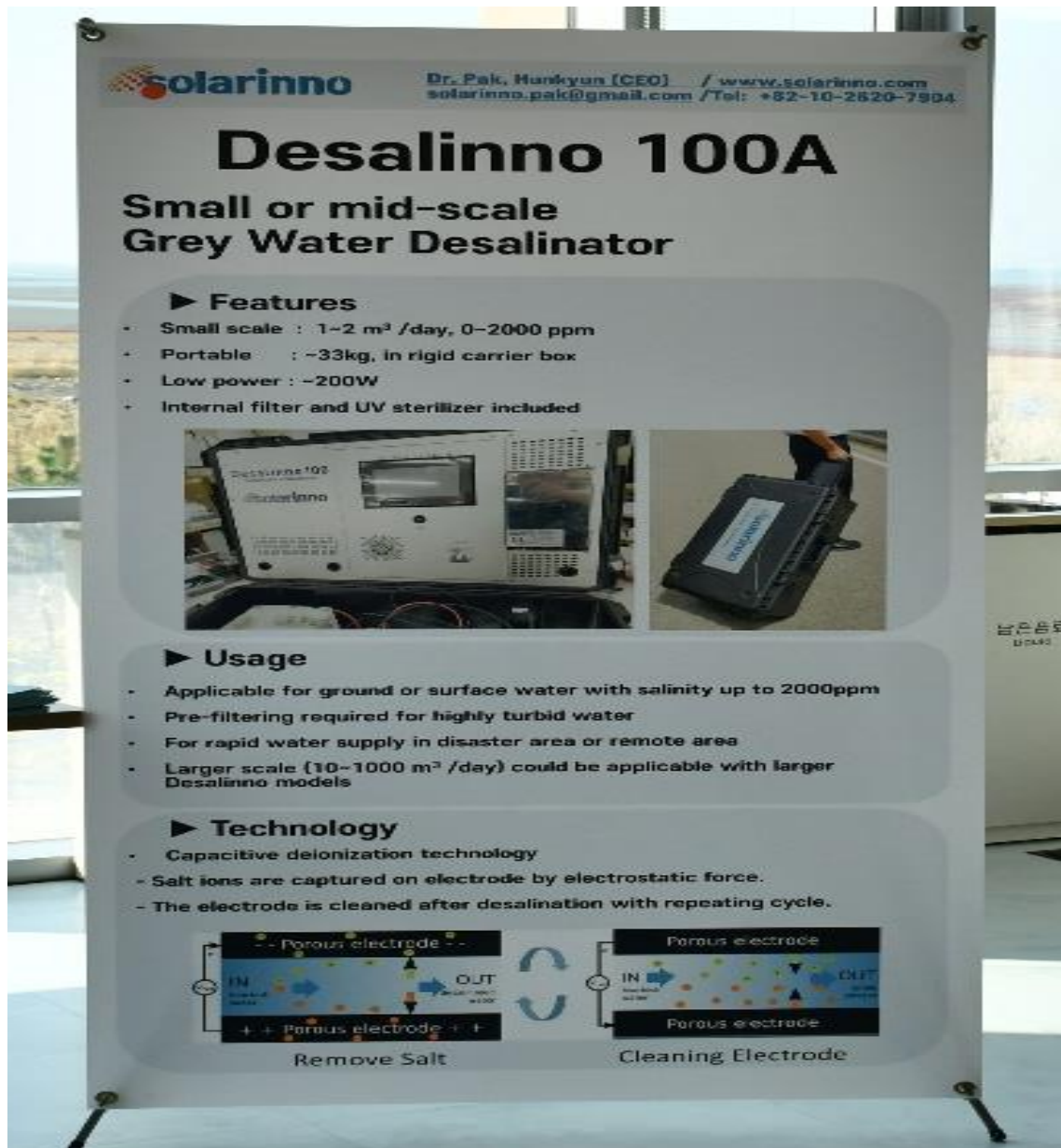


圖66 微型鹽化水井淡化設備簡介

而微型海水蒸餾器(詳圖67)，於係利用汲取海水蒸發時分離淡水的概念，將海水或鹽水裝於袋中，並設置透明塑膠板作為外殼，內部設計波浪形平板，使得水滴能順利於板內流動並接受陽光充分照射，以及鹽化水與蒸餾水分流，透過控制水滴低落速度，使得水滴由上至下時，逐漸蒸發，並於上方收集蒸發凝結之水滴後，使水滴流至底部左邊蒐集，並作為清水使用；滴落之水滴來不及蒸發者，則於底部右邊收集作為廢水。



圖 67 微型海水蒸餾器與簡介

該設備大量生產之成本低廉，批量生產後每個約50~100美金，且無須能源，亦可手動組裝，重量極輕且設備小，然而該設備僅能在晴天時運作，晴天時每天出水量僅2~5 L/Sunny day，此設備目前出水量極少，晴天時約能滿足一人一日飲用水量建議值，然而該設備尚有改善空間，只要能使設備內照射太陽之熱能強化，則可能可增加海水蒸發速度，進而增加蒸餾水蒐集效能。

二、 華松 AI 淨水場

本次 AI 淨水場參訪係本公司重要訪察重點，抵達華松 AI 淨水場我們首先就看到該淨水場為淨零減碳作相當多的努力，一下遊覽車，第一眼就發現該淨水場之停車場頂部均裝設太陽能板作為綠電裝置(詳圖68)，相較於我國淨水場遮雨棚，許多仍是非太陽能板，此部分改善並無技術性困難，應可作為我國淨零碳排精進作為參考。



圖 68 華松 AI 淨水場停車場

進入華松 AI 淨水場後，首先被帶往該淨水場會議室，映入眼簾的第一眼係超大無縫電視牆(詳圖69)，並且於會議中進行說明與簡報時，可將該電視牆切換成二螢幕畫面(詳圖70)，且相關電視牆並無接縫，因此在進行資料檢視時，不會受到螢幕銜接，造成訊息漏失問題。

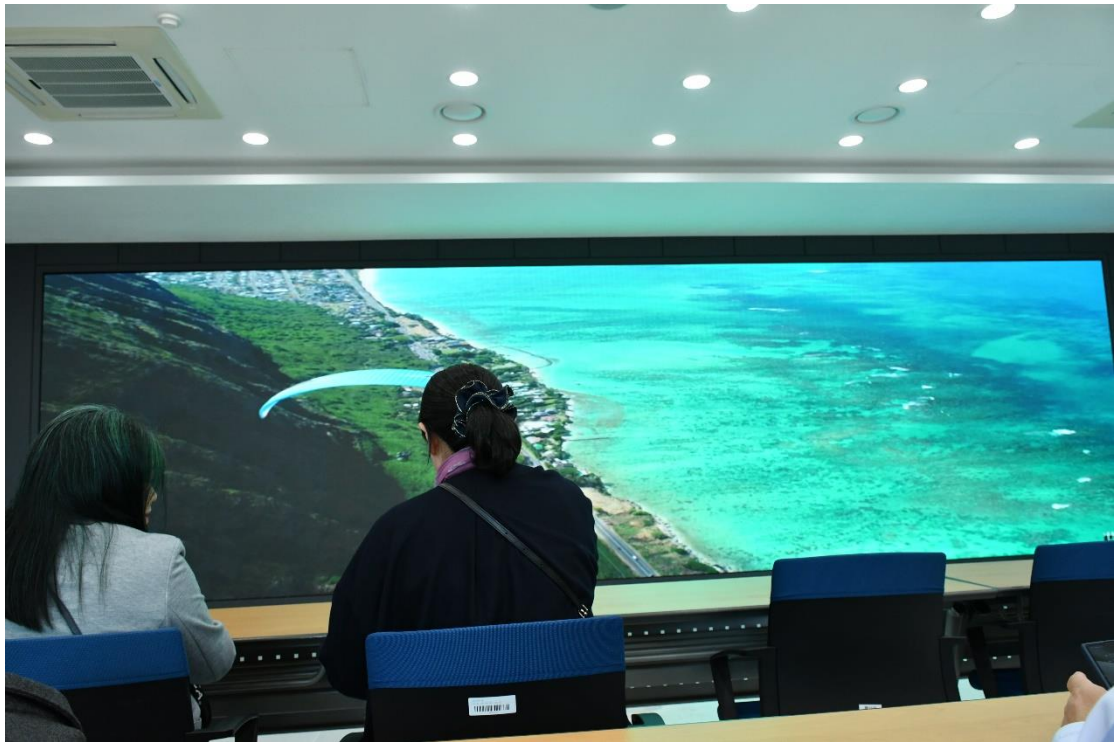


圖 69 華松 AI 淨水場會議室電視牆



圖 70 華松 AI 淨水場電視牆顯示二螢幕資訊

目前台水公司內部電視牆並無此種設置，對於內部開會檢討或外賓參訪時進行資料說明時，有莫大幫助，在經費許可下，建議可參考此設備進行規劃與設置。

該淨水場基本建置費用花費3,700萬美元，折合新台幣(以113年11月10日匯率32.04新台幣/美元)約11億8,548萬元新台幣，並自2021年起至2023年止歷時約3年始建置完成(詳圖71)，而該淨水場為八道淨水流程之高級淨水處理場(詳圖72)，並針對所有淨水流程資料進行監控與控制，其淨水流程內容主要如下：

- 1、收集 (Receiving)：主要是控制原水閘栓開度以控制水位。
- 2、加藥 (Chemicals)：依據原水水質決定 PAC 添加量。
- 3、混合與膠凝 (mixing/Flocculation)：控制混合速度。
- 4、消毒 (Disinfection)：依據自由餘氯濃度控制液氯添加速度，且在此淨水場中，共加氯三次，分別於沉澱前、沉澱後與完成活性碳吸附及臭氧消毒後。

沉澱前加氯主要抑制源水藻類停留時間稍不足，本公司大部份淨水場前加氯加藥點已前移至原水匯流井，經破壞藻類有機質與原水顆粒經膠羽混擬成為沉澱池污泥。二者差異應在液氯與次氯酸鈉的氯濃度消毒效率，惟沉澱前加氯位置做法經破壞藻類有機質無法與原水顆粒經膠羽混擬成為沉澱池污泥的缺憾。

- 5、沉澱 (Sedimentation)：監控水池中蒸發速度與污泥沉澱量。
- 6、過濾 (Filtration)：經歷多層過濾。
- 7、活性碳吸附 (GAC)：此部分是藉由活性碳吸附水中物質，而活性碳吸附與下一階段臭氧消毒合併，透過活性碳層進行吸附臭氧消毒副產物。
- 8、臭氧消毒 (Ozone)：透過監控水中自由臭氧濃度決定臭氧添加速度。

且其所使用之大數據資料為該淨水場3年人工操作之歷史資料，並透過1年 AI 操作試運轉，現在該場已由 AI 自動控制出水中。

該淨水場 AI 主要針對下列四項進行控制：

- 1、淨水流程設備自動控制
- 2、智慧化能源控制與管理
- 3、智慧化產品控制、品管與分析
- 4、安全維護與場內影像監控

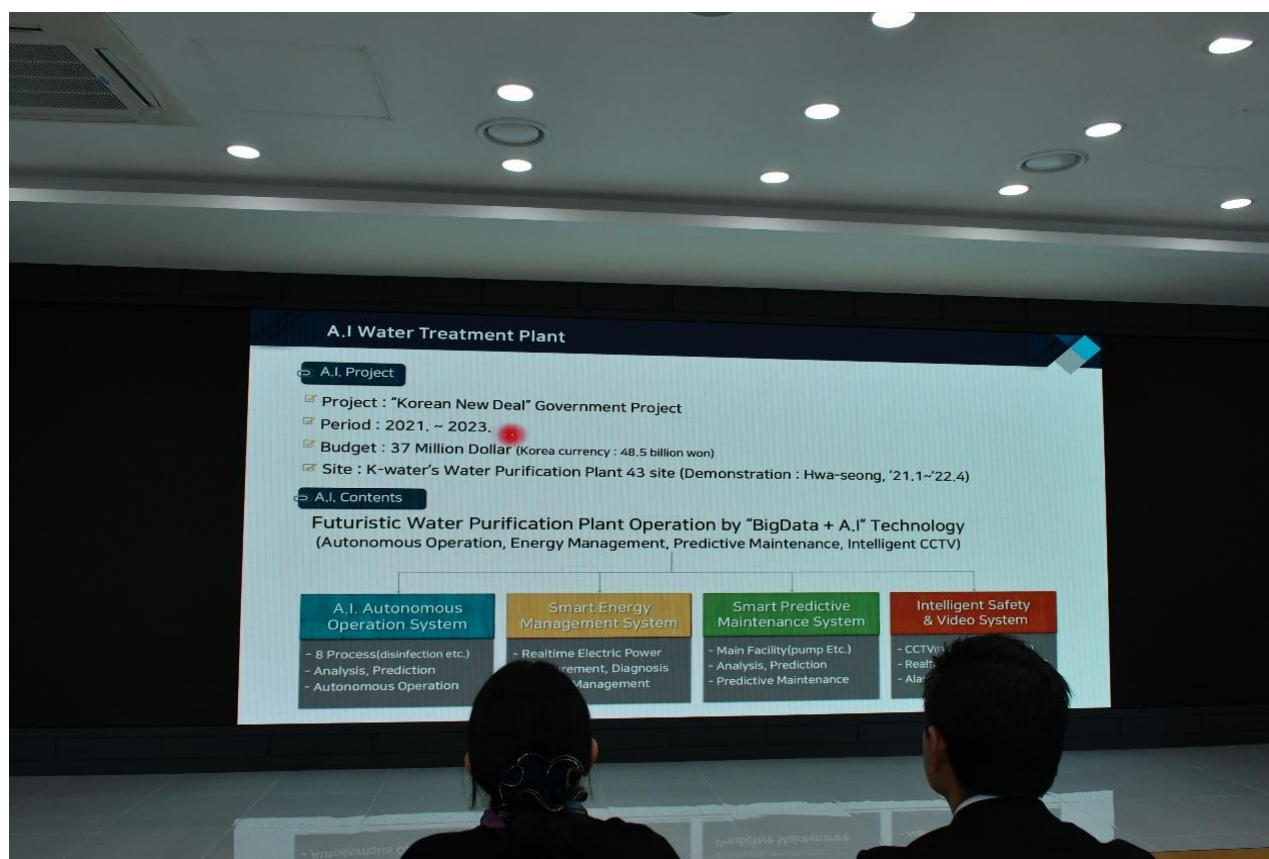


圖 71 華松 AI 淨水場建置基本資料

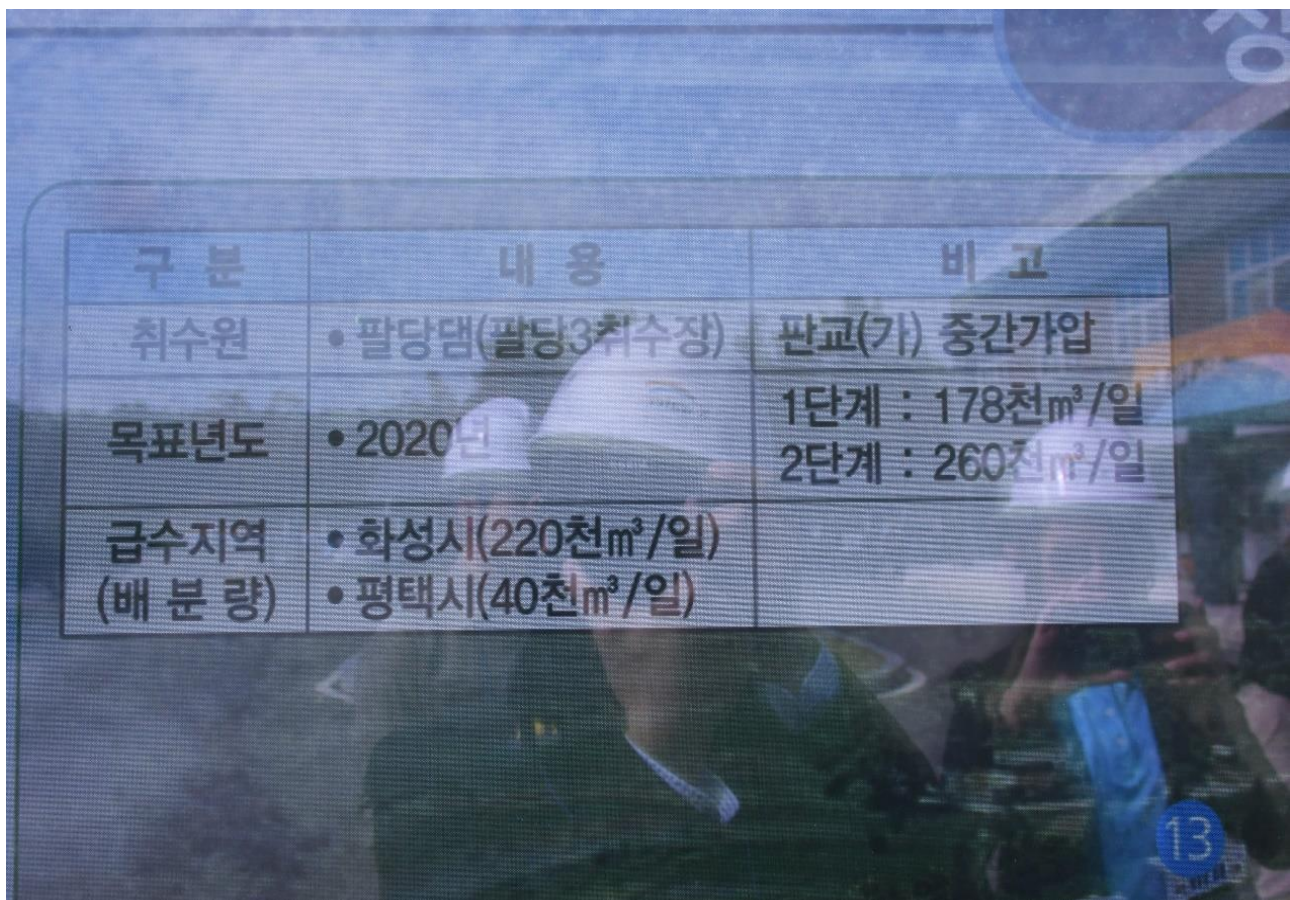


圖 72 華松 AI 淨水場淨水處理流程

在會議中，日本東京水道局與本公司與會人員均針對該水場的運作充滿興趣並提出問題。經韓國 K-Water 回復，我們得知該淨水場該淨水場原水濁度大多介於 50 NTU 以下，一年原水濁度大於 100 NTU 頻率約為 5 次，人員約 8 人進行輪班，當水質位於一定範圍內時，則全部交由 AI 進行控制，若水質超出此範圍時，會由 AI 通知輪值人員協助，此時才會由淨水場輪值人員對於此部分操作進行調整，直到回復至設定之水值範圍內時，才改再改回 AI 操作。此外，該淨水場為了達到 AI 智能控制，因此整場共裝設約 2 萬 5,000 個監控設備，以掌握整座淨水場所有設備的運轉情形。2 萬 5,000 個監控 IOT 設備妥善率也是問題，或許位於高緯度地區的韓國較無台灣夏秋雷陣雨的雷擊侵害 IOT 設備問題。

會後，進行該淨水場實體參訪時，我們於該水場中可發現設置基本資料(詳圖 73)，由圖十中可知，該淨水場有二期，第一期出水量為 17 萬 8,000 CMD，第二期出水量為 26 萬 CMD，故

該淨水場合計出水量約43萬8,000 CMD。並且發現，該淨水場淨水單元與我國淨水場淨水單元建置不同的地方，我國淨水場淨水單元大多採半埋式方式施工，韓國淨水場採全埋式建置，且該淨水場沉澱池上方均設置太陽能板(詳圖74)，將綠能減碳發揮至最大值。該淨水場沉澱池底並無刮泥機，上方均設置太陽能板年久失修的金屬另件掉落池底並不影響刮泥機的運作。本公司處理單元上方若設置太陽能板必須考慮有移動及旋轉設備處理單元是否遭掉落太陽能的金屬另件而故障損壞。



구분	내용	비고
취수원	• 팔당댐(팔당3취수장)	판교(가) 중간가압
목표년도	• 2020년	1단계 : 178천m ³ /일 2단계 : 260천m ³ /일
급수지역 (배분량)	• 화성시(220천m ³ /일) • 평택시(40천m ³ /일)	

圖 73 華松 AI 淨水場基本資料



圖 74 華松 AI 淨水場之沉澱池上方設置太陽能板

自快濾池開始，該淨水場所有淨水流程即位處室內，與我國淨水流程不同，我國大部分淨水流程均為室外或位處半開放空間，並且自從進入快濾池單元後，即須進行穿戴實驗衣與穿戴鞋套(詳圖75)。



圖 75 鞋套穿戴處

進入快濾池流程後，我們可看到其淨水場快濾池濾沙組成成分為兩層，上層為無煙煤濾層，下層為濾砂濾層(詳圖76)。此部分與我國快濾池過濾組成較為不同，我國快濾池大多為單一濾料，僅採用濾砂作為過濾材料，並且進行反沖洗時，多少都會發生濾砂漏失問題。然而，透過詢問華松 AI 淨水場人員，該人員指出該淨水場因為都是採用 AI 自動控制，該淨水場反沖洗時所造成之濾砂漏失非常少，此部分為我國可以學習之處。



圖 76 華松 AI 淨水場快濾池濾層組成

自快濾池後之淨水流程，則於圖13紅線後方不可進入，但從圖13可知，該淨水場自快濾池之後淨水流程均為室內，即便該淨水場有使用臭氧消毒，但透過將該流程置於室內，一旦有洩漏時，亦可以透過室內隔離的方式，可於第一時間透過監控偵測提供警報，加速人員疏散與避免人員損害，此部分亦為我國可以學習之處；然而，進入密閉空間的快濾池聞到濃度相當高的氯氣味道，操作員應無法久待為一缺點。

三、 漢江水庫水資源管理中心(原水配水中心)

韓國主要水源係運用漢江豐沛水源，並沿河川流域興建水庫與攔水壩，作為飲用水水源來源。該水資源中心共有1,400人(詳圖77)，共轄管8座水庫、3座攔水壩與1條引水道(詳圖78)，該水資源中心供水全韓國32%地區與供水全韓國54%人口，並從資料中可知，該水資源中心負責漢江防洪管理與飲用水水源水調度業務，而漢江水庫供應全韓國41%自來水水量(含民生與工業用水)。

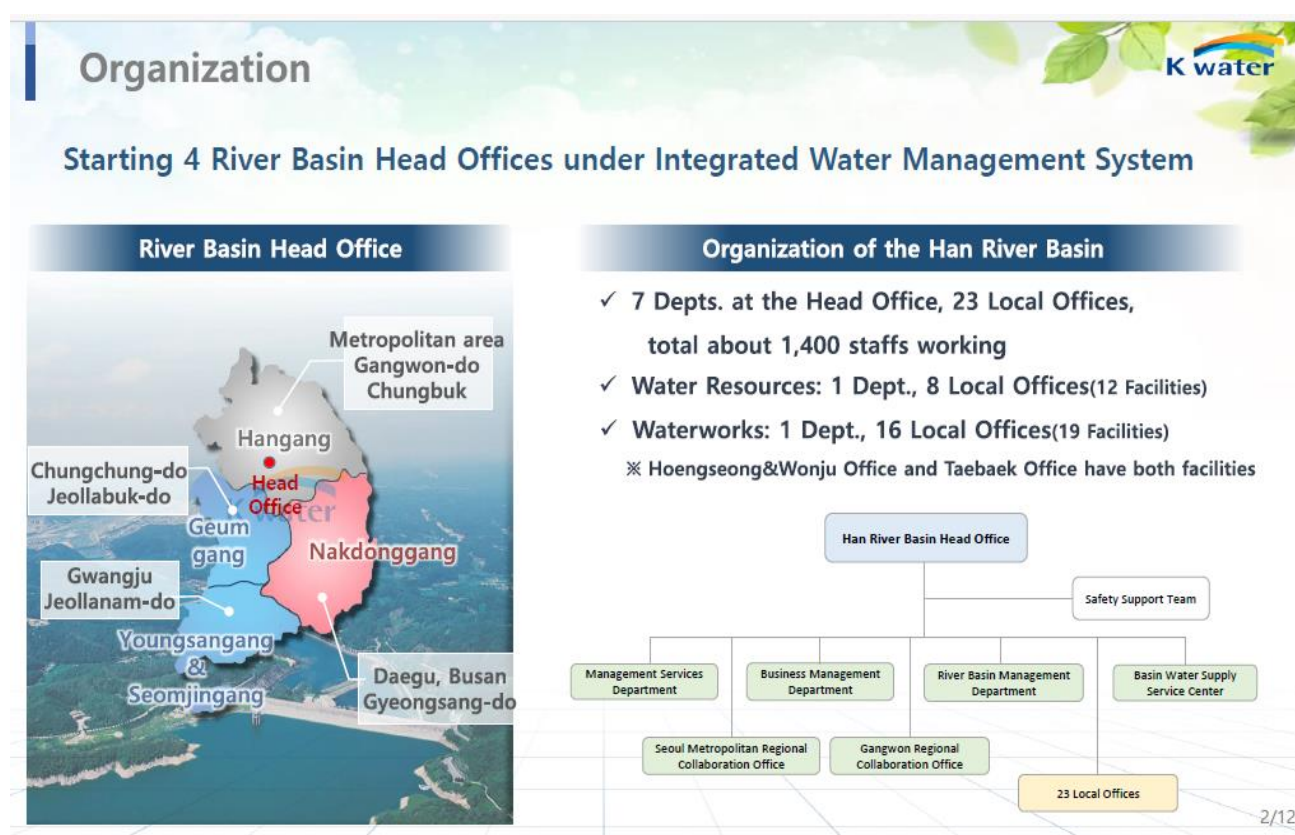


圖 77 漢江水庫水資源管理中心組織架構圖

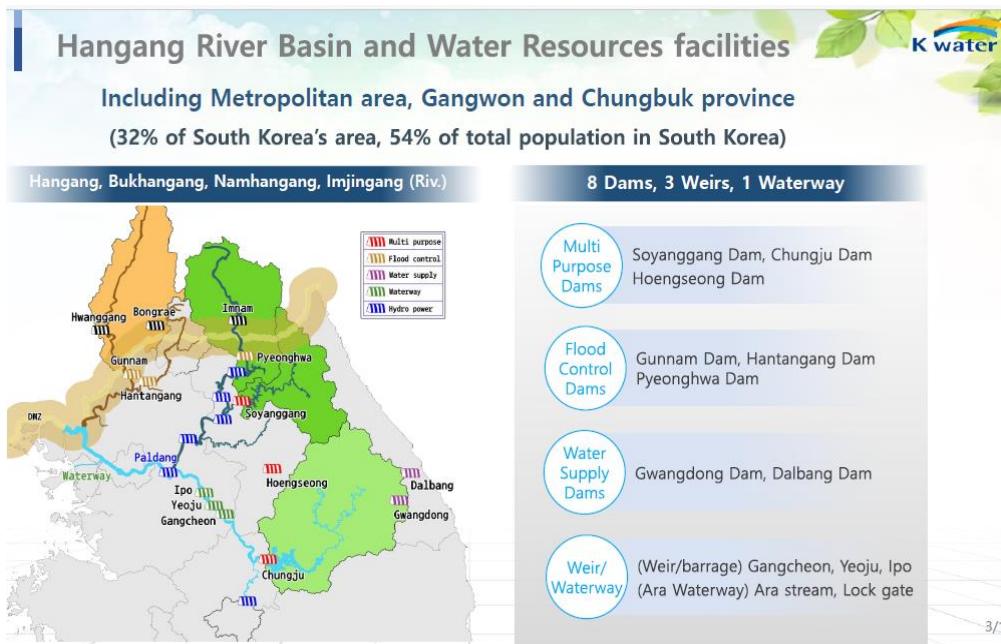


圖 78 漢江水庫水資源管理中心水資源設施

該水資源管理中心尚管理水力發電、風力發電與太陽能發電等設施，可穩定供應整年度 56%電力，足以供應50萬戶用電需求，相關現場設備控制架構詳圖79，而在這些綠色能源中漢江水庫提供約56%(全 K-Water 共產出2,461 GWh)。

漢江水庫主要供應三個地區，分別為大都會地區(Metropolitan Area)、江原道(Gangwon Area)與忠北地區(Chungbuk Area)，相關產水設施資料詳表8。

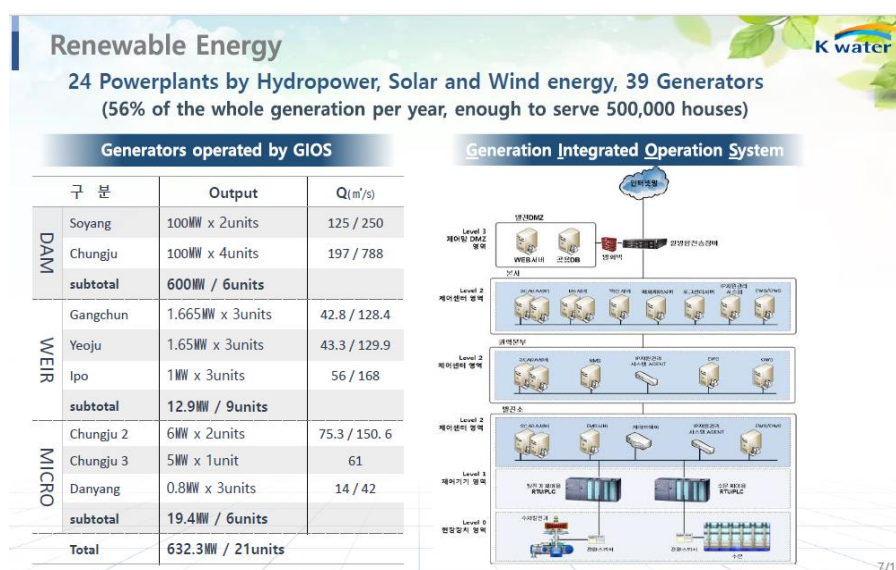


圖 79 漢江水資源管理中心綠色能源系統架構與設備分佈

表8 漢江水庫原水供水量能與相關資料

地區	供水設施			
	供水能力 (千 CMD)	管線長度 (km)	地方政府	人口數 (千人)
大都會地區 (Metropolitan Area)	9,305	1,185	27	14,450
江原道 (Gangwon Area)	230	158	7	450
忠北地區 (Chungbuk Area)	430	257	7	680

由此可知，漢江水庫水資源管理中心掌管韓國非常重要的原水供應，並且因其供水能力最大可達9,305千 CMD，同時亦為全球最大綜合營運中心。為有效掌握與管理如此龐大的供水量，因此該水資源管理中心建置非常完善的監控中心(詳圖80)，同時監看管線壓力、流速與閥栓開度以維持供水穩定，同時進行即時數據分析，並啟動對應抽水機。當有突發事故發生時，透過 GIS 地理資訊系統掌握相關資訊及遠端開啟對應旁流管(bypass pipe)閥栓以持續供水，直到突發事件完成修復為止。



圖80 漢江水庫水資源管理中心監控室簡介與相關照片

從圖81可以發現，監控室畫面電視牆均採無接縫電視牆，電視牆中有閉路監控電視畫面(CCTV)、河川流域監控設備回傳數值、天氣降雨等資訊，此外尚有設備運轉照片、原水送水

關鍵節點水壓、供水量與抽水機運轉狀態等運轉資訊。並且因抽水機均設置於室內，因此可於室內中裝設閉路電視(CCTV)，一旦有人員於機房中摔倒，或者設備故障漏水等情事發生時，CCTV 畫面均會直接於電視牆中顯示，以提醒監控室操作人員，使操作人員能於第一時間進行問題狀況與排除。

目前我國抽水機設備大多呈現露天或半露天狀態，相較於韓國對於抽水機狀態的監控、維護與操作等，我國仍有許多進步空間，然而此部分涉及相關經費支出，未來此部分問題都是我國自來水事業可以精進的方向。

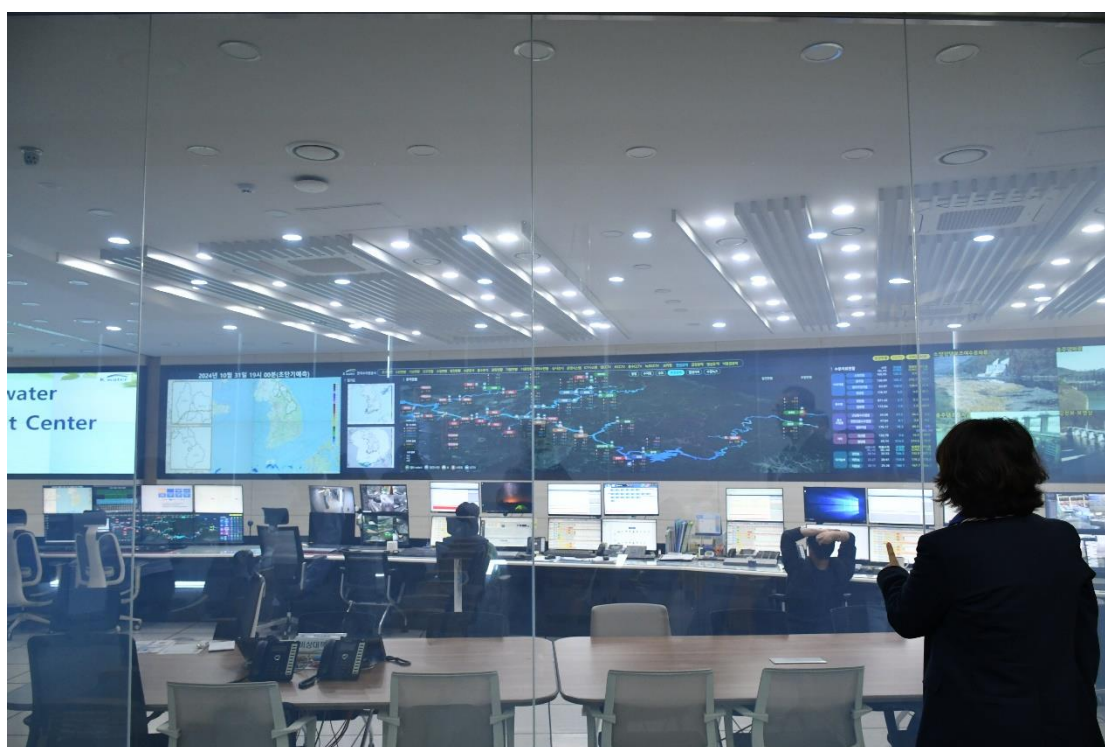


圖81 漢江水資源管理中心之監控室一隅

四、 首爾自來水博物館 (Seoul Waterworks Museum)

本次會議主要為113年10月30日與31日，交流會議結束後，台水公司與東京都水道局約定參訪首爾市政府的首爾自來水博物館，該博物館原本係一自來水淨水場(詳圖82)，並自1908年開始為165,000名居民供水，該淨水場供水量達12,500 CMD，為韓國近代自來水發展起點。



圖82 蠶島淨水場(Ttukdo Purification Plant)發展史起點

該博物館的前身，蠶島淨水場(Ttukdo Purification Plant)，早期係以慢濾池為主要淨水流程(詳圖83)，該場主要由7個淨水流程組成，分別為沙層、礫石層、原水收集裝置、調節井、過濾裝置、導水設備、送水設備，相關慢濾池過濾層組成，詳如圖84。



圖83 蠶島淨水場博物館淨水流程簡介



圖 84 蘆島淨水場博物館慢濾池濾料剖面圖

慢濾池效果可透過濾料上生物濾膜分解水中有機物並去除病菌，同時亦可去除水中懸浮顆粒。在良好操作條件下，其除菌率可達16~99%，除菌效果可達85~99%。

該淨水場自1908年起運轉至1990年止，並於2008年改建為博物館，現場許多設備均被保留(詳圖85至圖87)，作為文化古蹟，被指定為首爾市第72號有形文化財。有關此部分，我國亦有日治時期淨水場保留，惟因台水公司水價長期未調整，因此此部分場址維護管理大多需轉交地方縣市政府維護管理，此部分與韓國管理方式並不相同。



圖 85 蘆島淨水場博物館加壓室外觀



圖 86 蘆島淨水場博物館加壓室之水錘保護裝置

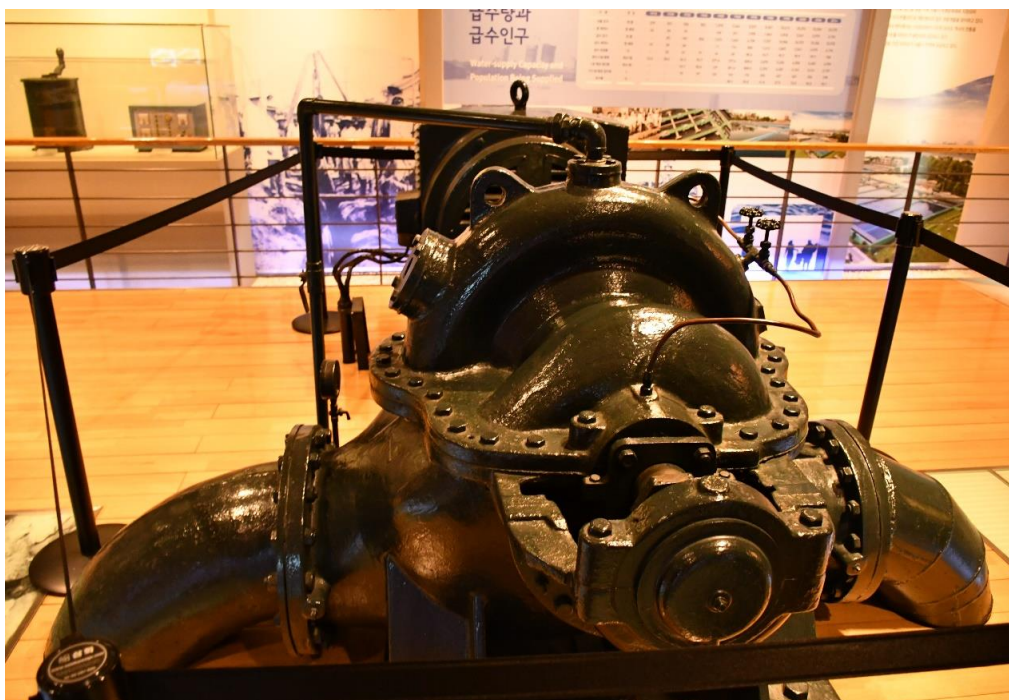


圖87 蘆島淨水場博物館加壓室之抽水機

目前韓國政府於蘆島淨水場博物館現址旁邊興建一現代化淨水場(蘆島阿利水淨水中心，Ttukdo Arisu Purification Center)，經參訪該淨水場後，相關淨水場配置與松山 AI 淨水場等配置無明顯不同，惟發現該淨水場操作人員與我國操作人員必須幾個小時內定期巡檢淨水設備不同，該淨水場人員對於淨水流程之水質狀況，均以抄錄儀器監測數值與目視觀察水質箱作為淨水流程監測，有無法完全掌握現場設備運作狀況的缺憾。

我國淨水操作人員尚需進行採樣並進行人工水質分析，才會將相關資料作為操作依據，與韓方全以監測儀器作為操作依據，我國管理操作方式應較為妥適，以免設備故障時，無法於第一時間掌握水質狀況。

此外，該淨水場與我國淨水場有一大不同處為，因韓國淨水場淨水單元大多採室內與全埋式興建，因此，全埋式設備物之頂部因不可建置其他構造物，該淨水場將清水池頂部興建為足球場與網球場供員工使用(詳圖88)，此部分我國應可參考，作為相關員工福利與作為回饋地方鄰里措施。



圖 88 蘆島阿利水淨水中心清水池頂部活化利用

五、主辦單位簡介與觀摩會議心得

(一)松山全球教育中心簡介



圖 89 松山全球教育中心全景

本次會議由韓國水資源公社人力資源發展所轄下 K-Water 學院-松山全球教育中心 (Songsan Global Education Center 下稱松山)主辦。該中心於2022年成立，旨在建立一個可持續的國際教育與研究中心，並展望未來50年的 K-Water 發展，其職責分為三個領域：

*各類國內外活動及知識交流

*未來世代教育項目的運營與支持

*國內外專家的集訓與培訓

1.環境說明：該中心一期園區占地22,000平方公尺(2.2公頃)，3棟主建物設施。

(1)本館(Main Building)：樓高3樓，教室共5間，預估可容訓人次為156人。除了該中心6位成員於此辦公外，尚有 UNESCO i-WWSM (聯合國教科文組織：水資源安全永續管理)單位進駐辦公。

(2)禮堂(Auditorium)：樓高2樓，1樓為自助式餐廳，可容納141人，2樓為階梯式大禮堂，共244座位。

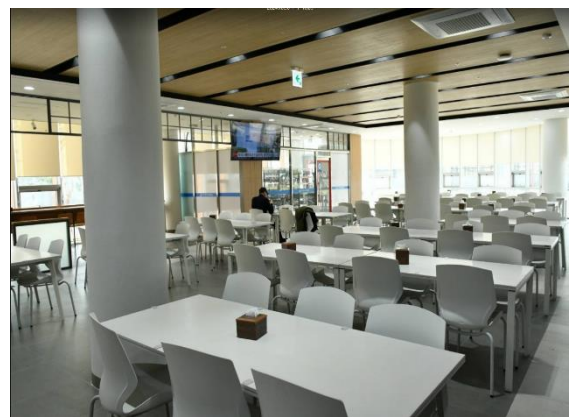


圖90 大禮堂與餐廳

(3)宿舍(Accommodation)：5層樓建築，1樓入口處有健身房、禱告室、洗衣室等公共設施。2樓以上為79間單人房、9間雙人房與其他3人、4人與8人房，採家

庭式套房格局，宿舍有客廳、廚房等社交空間，寢室單獨隔間(充分考慮個體生活隱私與入睡後緊急災害發生時個人逃生空間)。

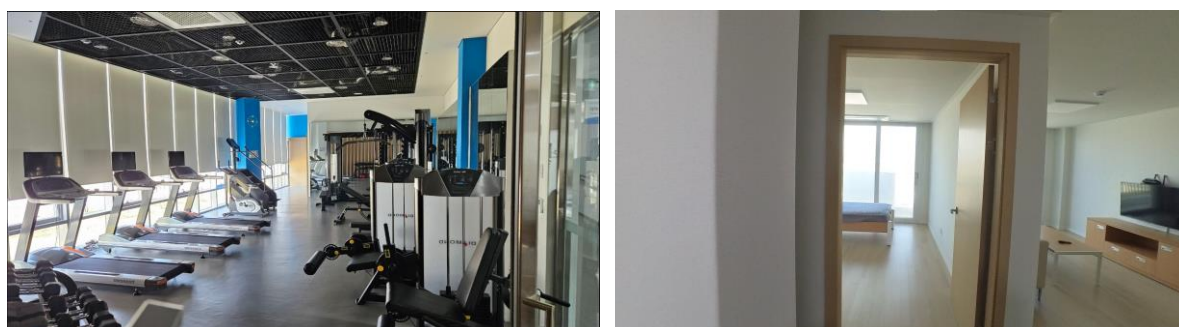


圖 91 健身房與宿舍

園區內總停車位257個(地下停車位145個)，戶外另設置2座人工草皮簡易足球場以供參訓學員於受訓之餘以球會友，熱絡氣氛。

表 9 松山全球教育中心與本公司專業訓練中心比較

項目	K-Water 松山全球教育中心	本公司專業訓練中心	說明
竣工	2022年	2021年	
經費	566億 KRW (約13億 NTD)	約11億 NTD	
建築物	3棟	5棟	
最大容訓量	500人次	約700人次	
宿舍容量	約130床	208床	
餐廳容量	141席	160席 地下室400席 (50桌)	
禮堂	244席會議廳	159席國際會議廳 210席多功能禮堂	
實習場	無	管網操作實習場 大小口徑管線訓練場 配管裝接訓練場 儀器設備實習場 水質實驗室 電氣實習室 檢漏實習場	松山在定位上以人工智慧、超純水、再生能源與智慧城市的國際教育課程為主軸，搭配鄰近華松AI 淨水場與始華湖潮汐能再生電廠等場域，故未設置實習場等設施

項目	K-Water 松山全球 教育中心	本公司 專業訓練中心	說明
		傳統處理實習場 高級處理實習場	
展示場	無	管線操作展示場 土建展示場 機械設備展示場 閘類展示場 抽水機及水量計展示 場 管線展示場	
藝術陳列	靜態畫作展示	公共藝術	松山多處掛置與水資源、生態相 關畫作與照片
休閒娛樂	健身房 足球場	健身房 籃球場 KTV 室 撞球/桌球間	
公共區域	禱告室 洗衣室	洗衣室	K-Water 國際學員裡伊斯蘭信仰 占大宗，其禱告室亦依性別獨立 設置
自助設備	無人便利商店	多功能自助販賣機	松山採實體櫃位擺設並以自助機 台結帳

(二)發展方向與業務量能

目前松山置首長1人，下轄2組，各組置資深經理1人，目前編制共6人。該中心自2022年啟用至今已舉行多場國際研討會，並執行國際學員訓練與內外部學員受訓，亦接受相關團體參訪。

根據 K-Water 規劃，至2027年二期工程研究大樓等相關基礎設施完成後，松山將作為獨立單位運作，做為以國際訓練、跨國交流為主軸的訓練園區。此外，K-Water 作為在地松山智慧城市與綠能都市的主導單位之一，亦結合松山鄰近的華松 AI 淨水場、始華湖潮汐能發電廠、低影響開發(low impact development)示範中心與現階段松山綠能都市(Songsan green city project)的興建，松山除了自來水實務訓練外，更有足夠資源作為自來水產業運用人工智慧與再生能源的實務觀摩與訓練基地。截至2024年，松山預

估其參訪暨參訓人次可達3,000人以上。

表 10 松山全球教育中心學員與參訪人次

年度	內部學員	國際&外部學員	參訪人次	人數總計
2022	253	830	445	1,528
2023	132	1,005	544	1,795
2024(預估)	1,300	1,000	1,000	3,300

(三)觀摩心得

為籌備2026年第19屆亞洲自來水事業人力資源發展網絡會議，本公司人力資源處專業訓練中心蔡侑霖主任亦以公假自費方式，帶領同仁參與本次會議，觀摩會議執行方式，並作為本公司主辦後年 A1-HRD 之參考。此外，本公司與東京都水道局偕同參訪首爾自來水博物館與蠶島淨水場，其展覽呈現模式亦可供本公司專業訓練中心後續參考。

1.團隊運作

(1)人力配置

觀察本次 A1-HRD 會議，雖總計27名與會人員參與，然國際賓客人數僅13人，本次現場執行會議工作人員僅7人，該配置人數相當精簡。松山的小組成員從申所長、2位組長，以及其 K-Water 學院支援的宋資深經理皆深黯英文外，亦聘請1位專業英文隨行口譯人員全程支援本屆會議行程。

另松山作為承接國際水資源從業人員訓練的定位，園區一期工程完工後人力配置含中心首長為6人。在其逾2,000受訓人次與近千人參訪人次並完成多次國際研討等成果觀之，以6人團隊進行運作，其成員必須具備足夠產業實務、後勤經驗與外語溝通能力方能順利完成其任務。

(2)參與層級

K-Water 由其人力資源處業管副總經理車宗明(Jong-myung Cha, 차종명)主持

該屆會議，而本次 A1-HRD 除臺北市自來水事業處未派員參與、首爾自來水訓練單位首長未出席外，K-Water、日本、泰國與本公司訓練單位首長均出席與會，彼此更能在人力資源發展與數位轉型等相關議題進行面對面交流，加速彼此對各國自來水事業的理解與認識。

2. 來賓成員

(1) 大會秘書處東京都水道局為會議發起國，即便非其主辦亦皆派員參與，且每次與會者皆以承辦單位(研修開發中心)與簡報單位(視其指派狀況而定)共同出席。

(2) 泰國都會水務局(MWA)以人力資源發展處處長帶隊，並輔以國際事務專員陪同下共4人出席，而泰國成員得以流利外語與大家自然互動及交換訊息令人印象深刻。

(3) 首爾自來水出席人次2人，1人為訓練單位成員，另1人為會議簡報者，2人參與的人數與本公司歷年參與 A1-HRD 的組成方式大致相同。另外值得觀察之處在於其訓練單位主管本身為外文系背景、英文能力優異的狀況下，仍另行安排1位專業英文翻譯人員陪同參與，該配置方式或許可作為本公司往後參與國際事務之參考。

(4) 本公司過去多以業務簡報者與簡報主題之業務管理單位派員出席，本年度新增訓練單位主管與對接該會議承辦人員出席觀摩國際會議現場執行狀況，作為本公司後年主辦 A1-HRD 會議的參考。本會議重點為「供水產業數位轉型方針制定人力資源發展(策略)」及參訪華松 AI 人工智慧淨水場，本公司選派人員為資訊處李建興組長為電機資訊職系與供水處吳俊毅工程員為環工職系，二人皆負責供水監測平台系統且有多年淨水場任職經驗與會議主題相契合，能夠迅速掌握各領域資訊技術重點。會議主辦地點松山全教育中心為訓練單位，為專訓中心蔡侑霖主任、劉立偉管理師的業務範疇，能精準掌握各項設施優劣作為機關改善參考。

3. 活動流程

(1) 時間安排

相較於過去主辦單位安排2天半的行程(第1天下午/晚上、第2天全天、第3天上午)安排，本次 K-Water 僅安排2天行程(第1天下午/晚上、第2天全天)，對比本公司於2017年主辦第10屆會議時所安排整整3天行程(第1天下午、第2天上午/下午/晚上、第3天上午/下午)，K-Water 本次的行程安排略顯鬆散。

此外，因松山位處新市鎮開發區域，地處濱海荒郊，放眼望去一片荒蕪的地點，第1天從安山市區乘車飯店至該中心亦需40分鐘車程。第2天從飯店至淨水廠亦需50分鐘車程，而各節點車程皆在半小時以上車程；換言之，活動時程的減少，與交通拉車的時間延長，不免讓與會者有種匆忙趕路而減少了時間交流的遺憾。

(2)活動特色

a.國際會議與活動不外乎以亮點展示為原則，本次 K-Water 以其新成立的松山全球教育中心為主辦場地，不但符合該中心設立宗旨與策略目標，後續參訪的華松人工智慧淨水場亦為全球少數結合大數據、物聯網與人工智慧等技術應用投入自來水產業的先進場域。

b.第1天晚宴，K-Water 採取各國代表打散後”分層隨機”配桌的方式，讓每一位參與成員皆有機會與各國成員近距離餐敘交流的機會。

4.規劃與執行建議事項

(1)天數安排：

因預算與員額限制，本公司辦理115年第19屆 A1-HRD 會議或許可比照本年度 K-Water 模式以2個工作天的時程辦理。唯國際交流機會難得，或許可透過策略層峰與業務管理單位表列人力資源發展相關自來水實務議題，藉由後年主辦活動時親自與參與成員交流研議；後者的思考觀點，亦可藉由延長會議時程達到交流目地，達成本公司主辦該會議的目標。

(2)人員安排：

雖本年度 K-Water 工作人員僅以6加2位員工(1位外聘隨行口譯人員與 K-Water 學院資深經理)全程準備與執行，但因交通時間較長、活動時程較短，活動的整體參與感受像是追趕行程的匆忙，與其他成員的交流互動時間相對縮短，都是很可惜的地方。

回顧前3次本公司主辦 A1-HRD 的工作人員配置，過往採人海戰術以營造無時差關懷與賓至如歸的感受。除了活動行程由承辦單位規劃、參訪地點由當地單位配合執行以外，建議聘請隨行專業口譯人員於現場進行活動主軸的溝通，並由本公司具流暢英、日、韓、泰文溝通能力之同仁支援，或另行聘請外語接待人員，藉此深化活動期間與各國成員交流的深度。

(3)地點選擇：

本公司專業訓練中心於2021年啟用後，陸續作為本公司接待賓客與自來水事業職能交流的重要場域，也是2026年第19屆 A1-HRD 主辦地點。專訓中心本身硬體設施如宴會廳、KTV 室、撞球間等設施足供賓客破冰活動之使用；然鄰近亮點如山上花園博物館、奇美博物館等景點已於先後幾年陸續帶領外賓參觀，本公司鄰近的亮點工程場域與可供參訪景點仍需細部規劃已吸引成員國願意派員親自來台參與會議。

(4)活動選擇：

a.主辦城市特色定位

A1-HRD 既有行程不外乎年度會議程宣布、次年議題排定、後年主辦國宣布、議題簡報與討論、晚宴交流與自來水相關設施參訪等行程。然各國成員在資源要素稟賦的差異，仍可讓各國在主辦會議上展現其差異與特色。以東京都水道局為例，主辦2023年第15屆 A1-HRD 時適逢日本水道工業團體連合會(水團連)辦理水道展的時候，透過安排與會成員參加水道展的年度技術發展展示會，在單一展場中接觸大量

日本水道業務相關從業廠商(詳表11ⁱⁱⁱ)，讓參與成員見識日本在自來水事業上的新興技術成果運用(如表92)，無論從時間、空間與知識獲取效率觀之，此安排可謂傑出得一手。而本年度 K-Water 特色同前章節(第48頁~第60頁)所述，充分展示其身為水務全方位解決方案提供者(Waterworks Total Solution Provider)的自身定位。

表 11 2023 年東京水道展參展廠商數與訪客統計

2023東京水道展 出展状況 出展 **150** 企業・団体、**127** ブース

2023東京水道展 来場者内訳

(2023年10月18日～20日)

(人)

水道展 来場者内訳 10月18日～ 20日	全国会議登録者 来場者数	一般 来場者数	一般来場者内訳			合 計
			自治体	水道関連企業	一般・学生他	
	2,993	9,357	1,645	6,450	1,262	12,350
割合 (%)	24.2%	75.8%	13.3%	52.2%	10.2%	100.0%

※来場者受付人数は、開催日ごとに名刺受付及び一般の記入受付をしていただいた人数を掲載しています。

	自治体	水道関連企業	団体	公的機関	大学関係者	計
10月18日	1,086	3,019	108	33	542	4,788
10月19日	1,282	3,258	94	26	395	5,055
10月20日	732	1,479	83	17	196	2,507
小 計	3,100	7,756	285	76	1,133	12,350
割合 (%)	25.1%	62.8%	2.3%	0.6%	9.2%	100%

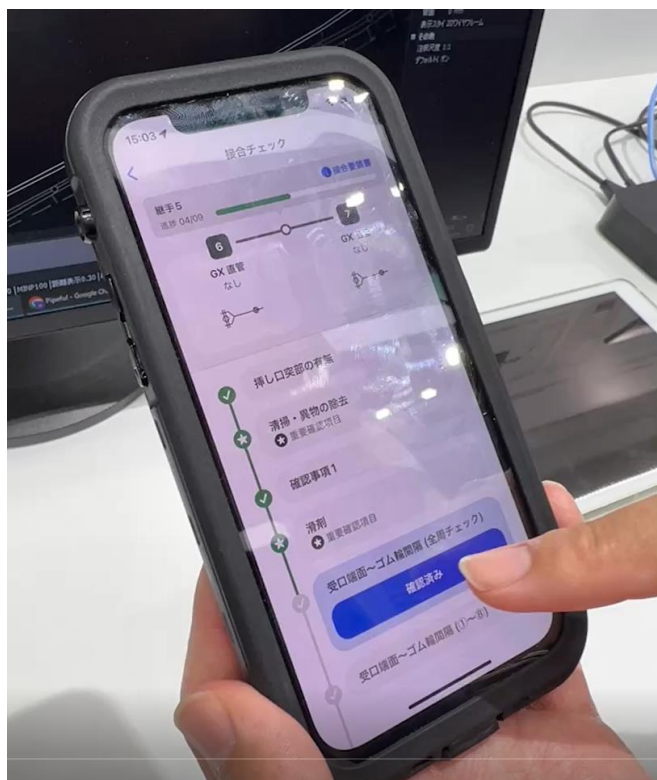


圖 92(左上)快濾 RO 模、(右上)水中機器人與管線裝接自動繪圖系統【(左下)系統 APP、(右下)感知器】

b. 實務訓練現場展示的人力資源發展

本公司除了既有專業訓練中心的園區導覽外，亦可結合現場實務訓練課程，讓

外賓鄰近觀看現場訓練過程。以本公司榮獲國際水協(IWA)獲獎之「雲端 AI 輔助漏水偵測系統」為例，安排外賓於檢漏實習場親自操作傳統測漏儀器與雲端 AI 輔助漏水偵測系統，並將前述2種操作結果相互比對，或許可藉此深化本公司實務訓練結合 AI 運用的效果與印象。

(5)其他建議

- a.主辦單位於會議前將各討論議題簡報檔案事先傳送與會者先行研讀，會議當日才能有充分且深入討論問題及交換意見。
- b.本次亞洲人力資源網絡會議(A1-HRD)相較於前瞻研究領域的國際水協(IWA)論文發表會更為務實及實際應用領域，學習成果豐碩，本公司與國內等水務單位可積極參與此會議以提升施政效能。

参考文献

ⁱYeonkyung Lee, “Water Treatment Facilities as Civil Engineering Heritage from Guardian of Urban Sanitation to Symbol of Urban Colonial Modernity, in the Case of Ttukdo (Seoul) Water Purification Plant “, Licensee MDPI, Basel, Switzerland, 2020.

ⁱⁱTaipei and Seoul’ s Modern Urbanization under Japanese Colonial Rule: A Comparative Study from the Present-Day Context “, Licensee MDPI, Basel, Switzerland, 2020.

ⁱⁱⁱ水團連2024新年號 No.158(季刊)，第6頁。

(<https://www.suidanren.or.jp/cms/wp-content/uploads/suidanren158web.pdf>)