

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：業務洽談)

日、韓智慧園區發展與應用
洽談心得報告

服務機關：國家科學及技術委員會中部科學園區管理局

姓名職稱：中科管理局營建組 組長 謝東進

 中科管理局營建組 科長 廖春國

派赴國家/地區：韓國及日本

出國期間：111年11月1日至11月9日

報告日期：112年1月

摘要

鑒於科學園區在節水及再生水利用，受到外界以更高規格的要求與檢視，本次安排洽談國家計有南韓及日本，主要觀摩南韓華城市東灘地下化污水處理廠的多目標功能規劃，及瞭解廠內有關薄膜生物反應器(Membrane bioreactor, MBR)程序運作，暨放流水循環再利用情形；日本主要與神奈川縣橫濱市工業污水處理廠及佐野大型民生淨水場人員，就 MBR 於污水處理及淨水程序，進行技術及經驗的交流與討論，另外拜訪東京市三菱化學株式會社，瞭解淨水廠和污水處理廠導入智慧化設備，進行遠端操控應用實例及效益。

藉由拜會先進國家智慧園區，並與國外專家面對面進行技術交流及經驗分享，可作為科學園區後續在推動節水、再生水利用及智慧管理方面的建設參考，達到提升園區整體服務品質服務目的。

目次

摘要.....	2
壹、目的.....	4
貳、過程.....	5
參、心得與建議	28
附件、洽談照片	30

壹、目的

近年在氣候變遷及環境交互作用的影響下，台灣地區水資源越來越顯匱乏，因此水資源議題也越來越受國人關注，尤其作為我國產業發展主力的科學園區，在節水及再生水利用方面受到外界以更高規格的要求與檢視，加上中科二林園區環評書前已承諾園區污水採取全回收再利用，其中二林園區水資中心一期一階工程預定 113 年 1 月竣工啟用，生物處理單元採用係薄膜生物反應器(Membrane bioreactor, MBR)程序運作，故有必要赴原廠瞭解薄膜製程與品管，以利後續工程保固維護。同時二林園區廠商亦開始進駐建廠量產，屆時將面臨園區污水處理廠放流水的再利用及去化問題，另外台中園區擴建二期公共工程即將進入規劃設計階段，綜上，確有必要參考先進國家智慧園區開發經驗及技術，期藉由與國外專家面對面進行技術交流與討論，作為科學園區在推動節水、再生水利用及智慧管理方面的建設參考依據，有助提升園區整體服務品質。

貳、過程

一、行程概述

本次出國業務洽談由國家科學及技術委員會中部科學園區管理局營建組謝東進組長、廖春國科長參加，並邀竹科管理局及參與工程設計監造單位中興工程顧問、台灣世曦公司等同仁共同參加，洽談日期自民國111年11月1日至11月9日止，共計9日。

本次洽談國家計有南韓及日本，主要觀摩南韓華城市東灘污水處理廠多目標功能規劃，及瞭解廠內有關薄膜生物反應器(Membrane bioreactor, MBR)程序運作、操作狀況，暨放流水循環再利用情形；日本主要與神奈川縣橫濱市工業污水處理廠及佐野大型民生淨水場人員，就 MBR 於污水處理及淨水程序應用實例，進行技術及經驗交流與討論，另外拜會東京市三菱化學株式會社，瞭解污水及淨水廠導入智慧化設備，實施遠端操控應用實例與效益，並訪問薄膜製作工廠，有關薄膜製作、如何組立薄膜膜組及品管等過程。

二、行程說明

日期	洽談單位	內容	地點	
11/1	二	移動(台北=>南韓首爾)	赴韓行程	南韓首爾
11/2	三	東灘 2 污水處理廠	簡報污水處理廠多目標功能規劃、處理流程、平面配置及操作現況簡介說明 現場瞭解地下化處理廠特色及 MBR 處理程序操作現況	南韓京畿道西南部的華城市
11/3	四	移動(南韓首爾=>日本東京)	赴日行程	日本東京
11/4	五	三菱 MCAS 三菱化學株式會社 三菱鶴見工廠	0900~1030：三菱 Welldas 遠端智慧用水監控系統技術交流與討論 1100~1200：聽取並檢視薄膜生產流程 1430~1630：廢水處理廠和再生水程序技術交流與討論	日本東京、橫濱
11/5	六	休息日	資料整理	日本東京
11/6	日	休息日	資料整理	日本東京
11/7	一	三菱薄膜製造工廠 移動(東京=>大板)	訪問瞭解薄膜(UF)製作過程及檢視產品(MBR 膜組)製造	日本愛知縣豐橋市牛川通 4-1-2
11/8	二	佐野大型淨水廠	薄膜應用在大型淨水廠案例(智慧用水研討)	兵庫縣豐岡市上佐野 1788-3
11/9	三	移動(大板=>台北)	返國	台灣



圖 1-1 本次洽談設施位置示意圖

三、洽談內容

(一)、東灘 2 污水處理廠

南韓全國行政區劃分為 1 個特別市（首爾市）、1 個特別自治市（世宗市）、6 個廣域市、8 個道（不含「以北五道」）、以及 1 個特別自治道（濟州道），這 17 個一級行政區稱為「廣域地方自治團體」。東灘 2 污水處理廠位於京畿道西南部的華城市，位置詳圖 2-1 所示。

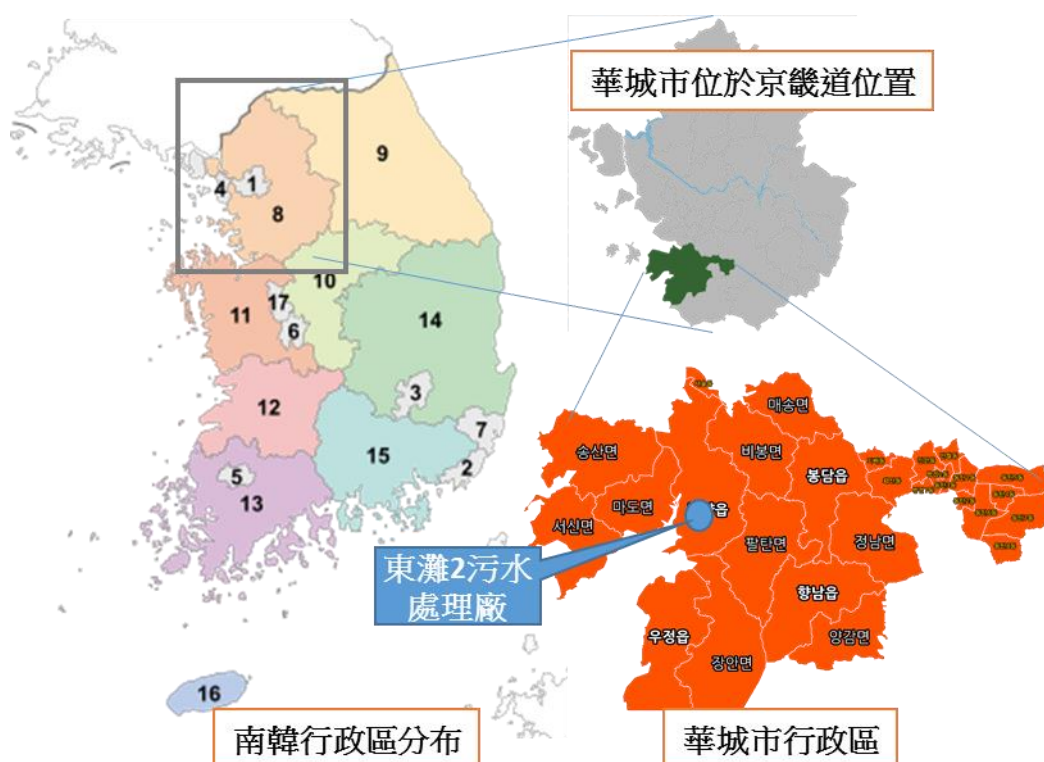


圖 2-1 東灘 2 污水處理廠位置圖

華城市共有 14 座污水處理廠，本次洽談對象為設計處理量最大之東灘 2 污水處理廠，其基地面積 88,039 平方公尺，平均日設計處理量為 122,000CMD，雖為政府興建之公共污水處理廠，但目前係委託民間廠商代操作，此與國內公共污水處理廠或工業廢水處理廠之操作營運方式相當。而此處給人第一個感覺是不像傳統污水處理廠，因為一眼望過去很像是一個休憩公園，有球場、人造草坪及停車場等，更附設有氫能源汽車加氫站及停車場遮雨棚太陽能發電供電動車充電站使用，均更有助於節能減碳作為，為一「多目標功能規劃」之污水處理廠設計典範。

污水收集範圍主要為華城市，下水道收集面積廣達 3,885 公頃，涵蓋人口約 34

萬人(詳圖 2-2)。而污水處理廠全部處理程序及設施均位於地面下，也就是本廠為一個完全地下化的污水處理廠(詳圖 2-3)。



圖 2-2 東灘 2 污水處理廠收集處理範圍



圖 2-3 東灘 2 污水處理廠鳥瞰圖

東灘 2 污水處理廠採用生物處理法，結合 MBR 及總磷去除之程序(HANT-P)，處理程序詳圖 2-4，設計處理水質詳表 2-1，進流水包含都市污水及少部份工業廢水，因採用缺氧=>厭氧=>好氧及結合 MBR 過濾，使處理水之 SS 可達 3 mg/L 以下、總氮 T-N 可達 10 mg/L 以下，且因有厭氧攝磷機制，使總磷 T-P 亦達 0.5 mg/L 以下，其水質

可作為一般次級用水使用無虞。污水處理廠相關處理設施分布於地下 1、2 層空間，上部則作為公園休憩之用(平面配置詳圖 2-5)，以下針對本廠主要處理單元概要說明：

表 2-1 東灘 2 污水處理廠之進流及處理水質

水質項目	進流水質	保證水質(法定水質)
BOD(mg/L)	270	3 或更少(10)
COD(mg/L)	199	20 或更少(40)
SS(mg/L)	245	3 或更少(10)
T-N(mg/L)	59.5	10 或更少(20)
T-P(mg/L)	7.2	0.5 或更少(2)
大腸桿菌	200,000	未檢出(3,000)
生態毒性(Tu)		1 或更少(1)

1、生物處理單元導入高效能 MBR

MBR(Membrane Bio Reactor，薄膜生物反應器)，本廠主要是於生物反應池中導入數組薄膜反應器，操作時利用透膜壓力(Transmembrane pressure, TMP)為驅動力將污水過濾後得到濾液，即為產出水，一般 MBR 薄膜孔隙為 0.1~0.4um，故產出水水質極佳，可直接作為一般次級用水回收利用；近年來興起將污水回收再利用，也因為 MBR 程序產出之水質較佳，如濁度、大腸桿菌、BOD、SS 及氨氣等均較傳統方法有效降低，故可於後端直接利用 RO 程序產出可利用於工業製程之回收水，故於國內外各廠案例，導入 MBR 程序之污水處理廠(都市或工業)之比例正在逐漸增加。

本廠採用之 MBR 為三菱化學株式會社所產製，型號為 50E0025SA(相關尺寸資料，詳表 2-2)，為 PVDF 材質之中空纖維膜。

表 2-2 東灘 2 污水處理廠使用之 MBR 資料表

Item		Unit	Specification		
Element Model Number		-	50E0025SA	50E0015SA	50E0006SM
Nominal membrane surface Area		m ²	25	15	6
Material	Hollow fiber membrane	-	Polyvinylidene fluoride (PVDF)		
	Potting resin	-	Polyurethane resin		
	Reinforcing resin	-	Polyurethane resin		
	Element water collecting header	-	ABS resin		
	shaft	-	SUS316L	SUS304	
Nominal pore size		µm	0.4		
Element Dimensions (D×W×H)		mm	30×1,250×2,000	30×1,250×1,300	30×620×1,015
Dry weight		kg	Approx.15	Approx.11	Approx.5

2、回收再利用單元

經過生物處理及 MBR 過濾產水後，部份水直接放流至烏山川，部份水則進入回收處理單元，主要利用臭氧接觸，藉由其強氧化能力達到有機物去除或殺菌消毒的目的，消毒後的放流水則經由自動供水加壓系統提供鄰近次級用水使用，若有多餘則排至新利川排放。

3.地下化及多目標功能規劃

本廠所有處理單元均採地下化設計，其上方則作為公園等公共設施使用，提供鄰近居民之休憩場所，故污水本身臭味、異味，或生物處理過程易散之味道等，需作收集處理，避免影響民眾觀感。本廠將可能產生味道之空間區分為低及高濃度兩個不同等級，因應不同濃度採取高濃度或低濃度除臭處理，以達到最佳控制效果。

洽談團隊於現場戶外地面層走動時，幾乎聞不到任何不適的味道，也看到很多民眾過來停車進型休憩運動，這對大型污水處理廠而言是非常不容易的事情，相當值得國內各污水處理廠興建時之借鏡與參考。

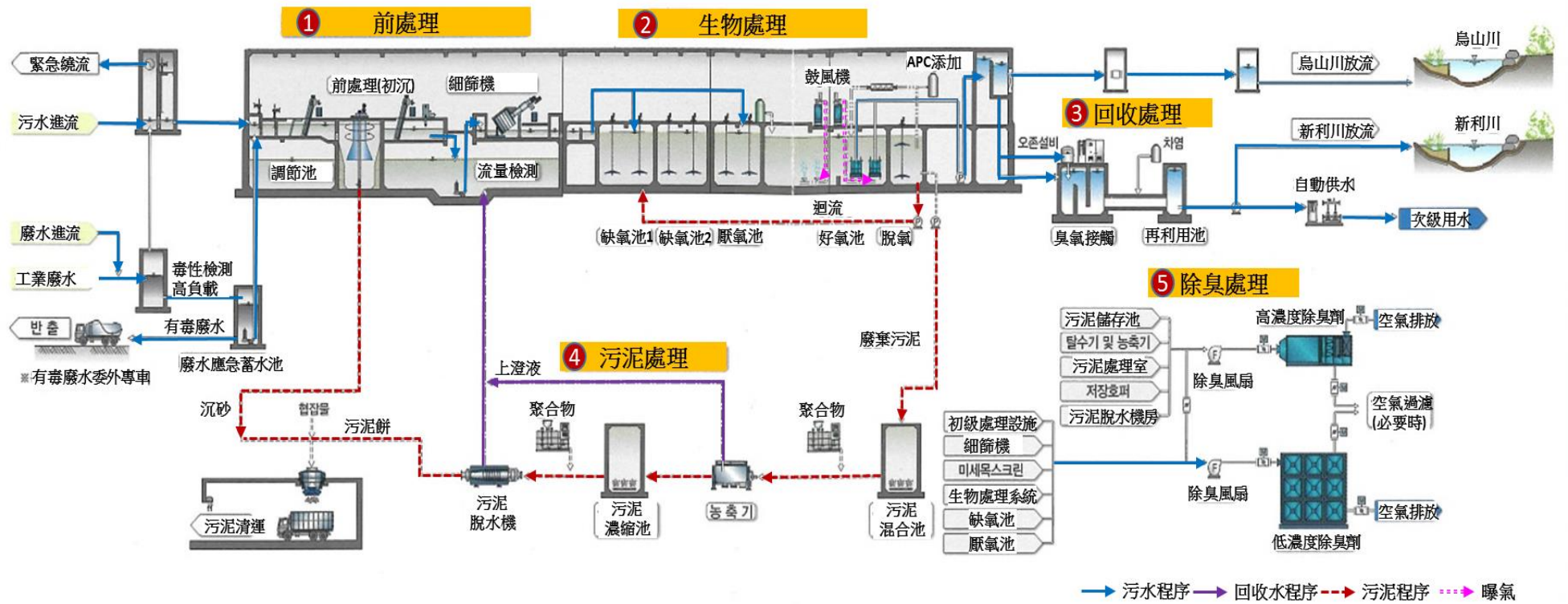


圖 2-4 東灘 2 污水處理廠處理流程圖

- 1.大門
- 2.管理中心入口
- 3.管理中心屋頂
- 4.放流水池
- 5.遊樂場
- 6.電網設施
- 7.分流泵
- 8.細篩機
- 9.生物膜反應器(MBR)
- 10.鼓風機
- 11.加藥設施
- 12.處理水及回收水泵
- 13.中水回用設施
- 14.污泥處理設施
- 15.除臭設備

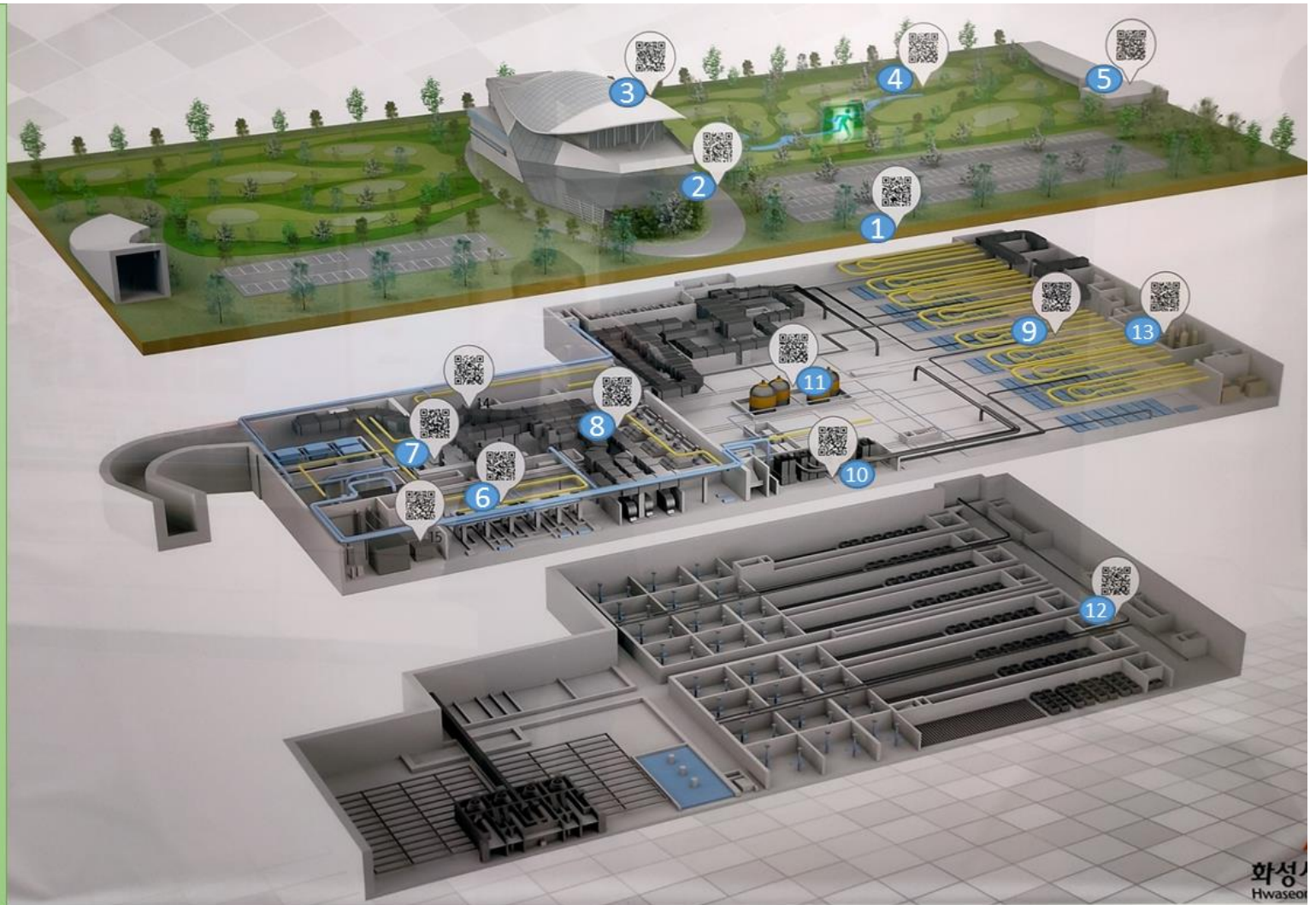


圖 2-5 東灘 2 污水處理廠平面配置圖

(二)、三菱化學株式會社

11 月 4 日首先至 Mitsubishi Aqua Solutions(東京都中央區日本橋本國町 1 丁目 2-2 三菱化學日本橋大廈)瞭解 WellDas 遠端智慧用水監控系統，再至三菱化學株式會社總公司瞭解該公司產品及特色；而下午再至三菱位於橫濱的鶴見工廠污水處理設施，瞭解 MBR 於處理工業廢水的應用實例及操作狀況。

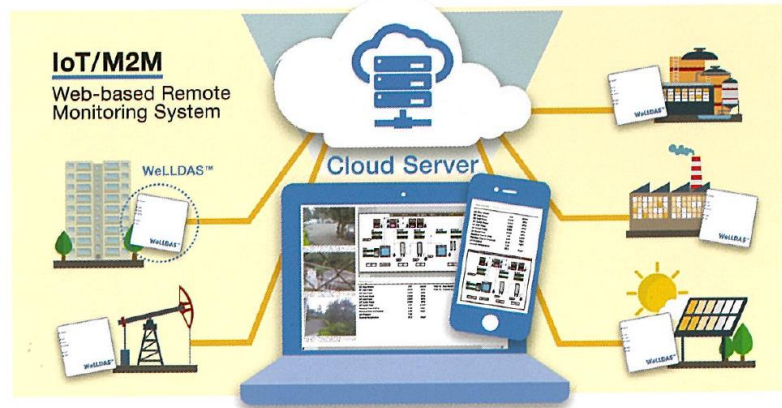
1、三菱 MCAS ， Mitsubishi Aqua Solutions

三菱 MCAS 由三菱化學株式會社 100% 持股成立，其業務包含：飲用水地下水膜處理系統、飲用水工業水處理、離子交換樹脂和離子交換膜水處理設備、分離純化設備、MBR 技術廢水處理設備 EPC、水培系統和種子生產植物工廠系統等，員工有 470 餘人，分公司及營業所分布於日本主要大城市。於 2021 年將膜銷售業務移交給三菱化學株式會社。

該公司除前述處理水系統外，尚有一套即時遠程監控系統 WeLLDAS，若客戶於處理廠相關設備安裝本系統，可使用本地 SIM 卡即時監控處理程序中之水質和設備運行狀態。用戶可以通過智慧手機和個人電腦訪問數據，並在發現任何問題時收到警報，因相關數據可利用網路從世界各地取得資料，因此非常適合偏遠地區使用，有助於對位於全球的處理廠進行高效維護。WeLLDAS 可以單獨引入污水處理廠，無論是新建或既有廠，該系統將幫助供水服務提供商掌握原水和處理水的運行狀況，即水壓、供應量和水質等數據。該系統已在 450 多個海外地點安裝。

WeLLDAS™

An Application to Global Operation



What can WeLLDAS™ monitor?

Real-time Video Monitor

Water Level Monitor

Monitoring Display

Operational Trend Display

Data Monitoring Display

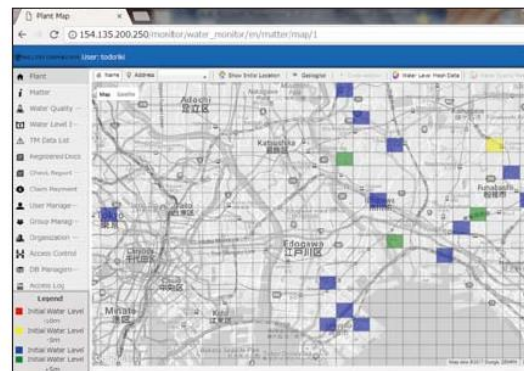
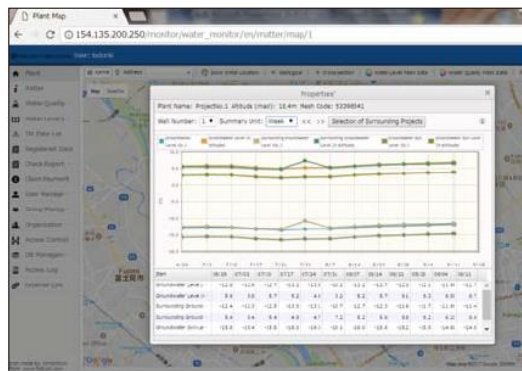
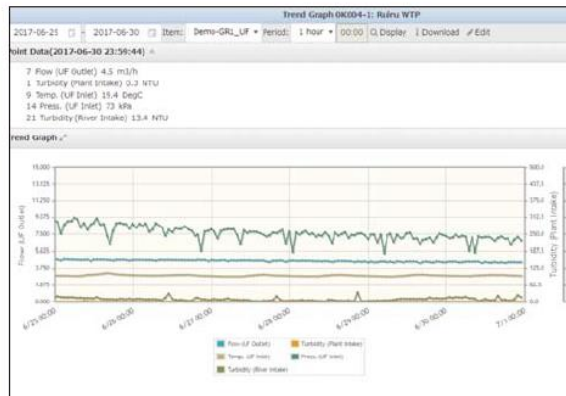


圖 2-6 三菱即時遠程監控系統 WeLLDAS 功能示意圖

2、三菱化學株式會社

三菱化學株式會社地理位置坐落於 1-1 Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8251，即在東京皇居的第一排。員工人數約 7 萬人，銷售收入約 3.9 兆日圓。

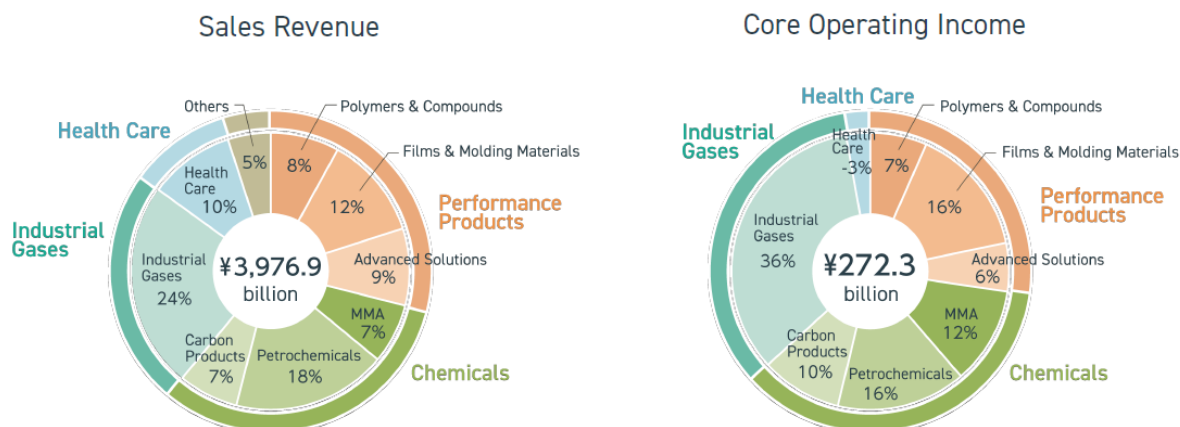


圖 2-7 三菱化學株式會社 2021 營業資訊

三菱化學株式會社之產品包含：

- A. 化學品：計有 57 件產品，包含工業用化學品、石化材料、溶劑、MMA、AN(丙烯晴)
- B. 聚合物/樹脂/功能化學品：計有 69 件產品，包含：通用樹脂、工程塑料樹脂、彈性體、丙烯酸樹脂、碳纖維增強塑膠、高性能化學品、硬化樹脂、反應催化劑、添加劑/改性劑、塗層材料。
- C. 塑料加工品（薄膜/成型品/複合材料）：計有 20 件產品，包含：薄膜/片材、成型材料/零部件、成型品輔助材料/粘接劑、樹脂複合材料、合成紙、製造工序材料。
- D. 碳素材料/碳纖維複合材料：計有 18 件產品，包含：碳素材料、碳纖維/複合材料。
- E. 電子、電池：計有 34 件產品，包含：電池、存儲材料/傳媒、顯示材料、成像部材、照明材料·部材、資訊材料、半導體材料、絕緣材料。
- F. 無機材料：計有 1 件產品，即沸石。
- G. 化學纖維：計有 9 件產品，包含：醋酸纖維、聚酯纖維、聚丙烯纖維、複合纖維。

H. 環境解決：計有 15 件產品，包含：水處理、淨水器、分離/吸附、土木資材、建築材料、設備機器/裝置、物流資材、分析柱。

由上可知，該公司集團產品十分多元，而位於總公司的產品展示區，也將該公司大部份產品陳列說明，其中除薄膜產品應用(當日下午將至製造工廠了解生產過程)瞭解外，對於壓克力板產品亦引起我方高度注意，該產品具有透明度高、接合地方幾乎看不出來接縫、高隔熱及防止結霧及後續維護方便等特色，除可作為水族觀賞水箱及建築材料外，亦可作為防止洪水氾濫的防水壁以及供水或排污設施之觀察窗。

(三)、三菱鶴見工廠

11 月 4 日下午至位於神奈川縣橫濱市鶴見區大國町 10-1 之三菱鶴見工廠。本次主要係瞭解該工廠之污水處理設施規劃，該處理設施於 2003 年開始運作，處理程序包含厭氧池、好氧池及 MBR(膜濾池)，再經加藥除磷程序，其出流水總氮小於 50mg/L，去除率可達 67% 以上，總磷小於 4 mg/L，去除率可達 40% 以上。而該廠 MBR 程序設計處理量為 1,200CMD，薄膜採用 PVDF 製作之中空纖維膜，總膜面積為 1,500 平方公尺，生物池中 MLSS 約為 4,000 mg/L，而 MBR 操作狀況尚稱良好，其中化學清洗大部份都採用次氯酸鈉，只有少部份採用草酸(oxalic acid)，而清洗頻率隨使用時間而有增加趨勢。

有關處理程序詳圖 2-8、MBR 膜組及膜濾池現況詳圖 2-9，MBR 操作之化學清洗(chemical cleaning)頻率詳圖 2-10。

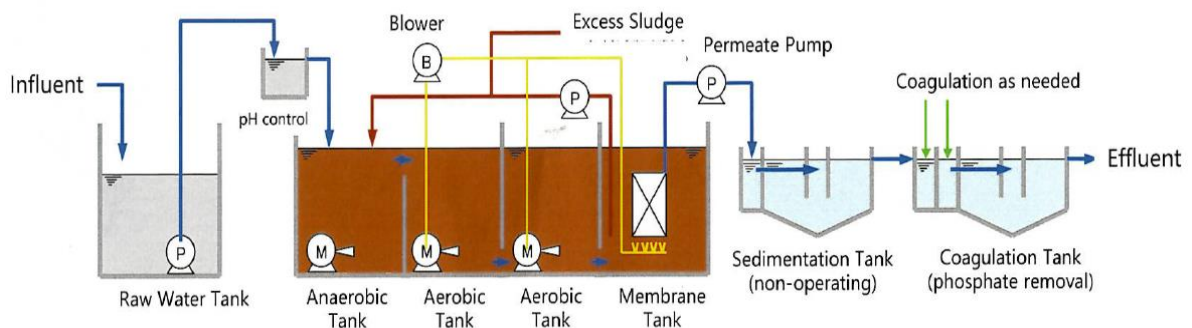


圖 2-8 三菱鶴見工廠污水處理設施流程圖

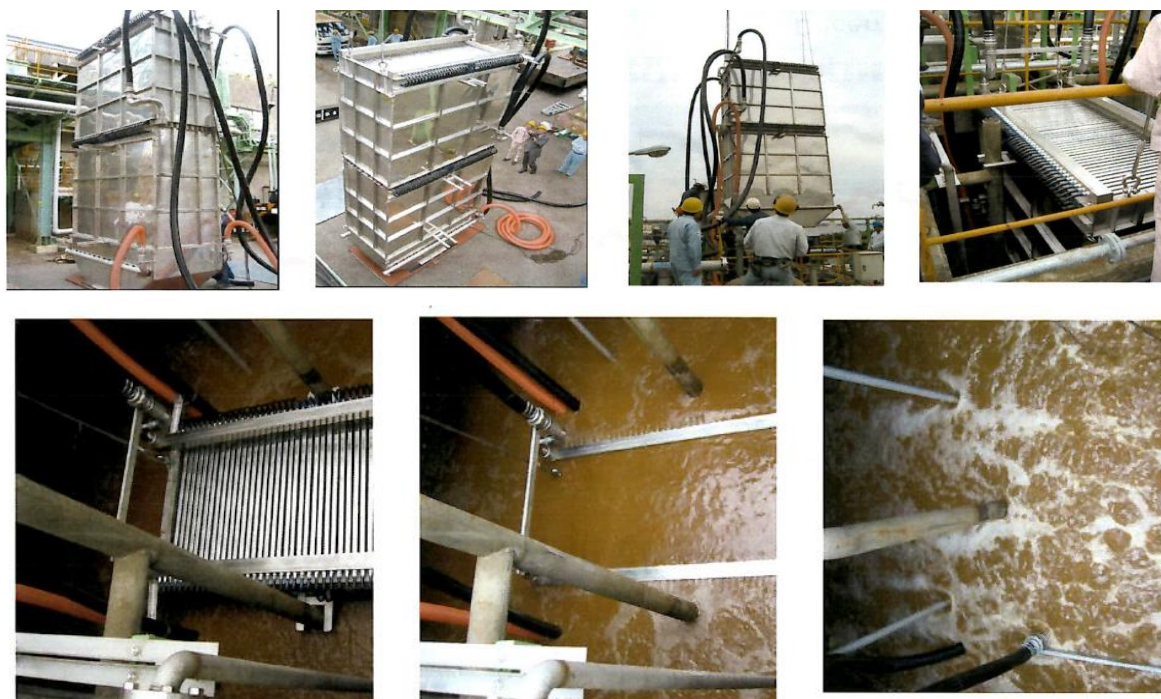


圖 2-9 三菱鶴見工廠污水處理設施 MBR 操作現況圖

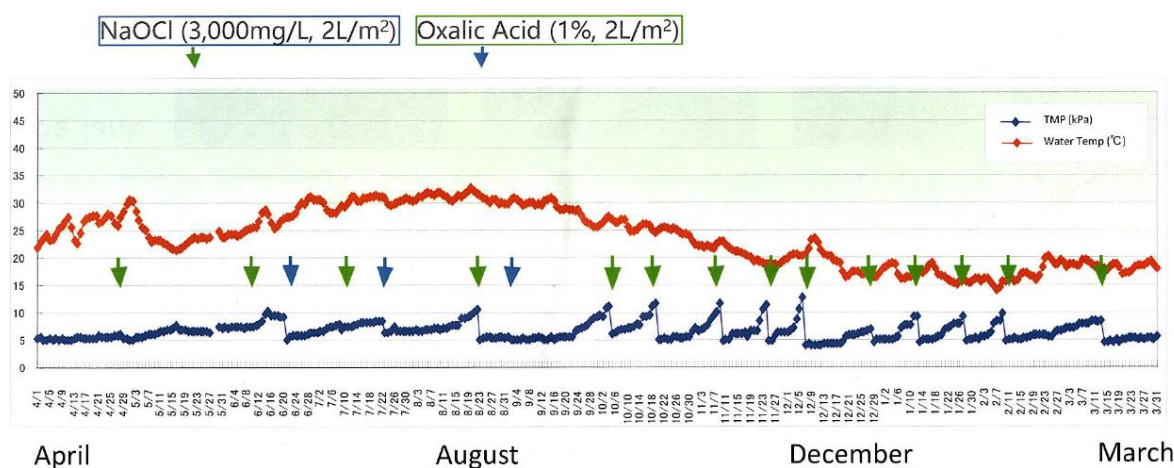


圖 2-10 三菱鶴見工廠污水處理設施 MBR 化學清洗頻率示意圖

(四)、三菱薄膜製造工廠(Mitsubishi Chemical Aichi Site)

11 月 7 日赴位於愛知縣豐橋市牛川通 4-1-2 之薄膜製造工廠洽談，主要瞭解該公司生產 PVDF 之中空纖維膜的過程，但因公司保密條款限制，洽談過程生產線不能拍照及攝影，故以下將針對薄膜種類、原料及生產方式作概略性介紹。

三菱薄膜係由三菱化學株式會社之三菱化學公司(Mitsubishi Chemical Corporation)生產，產品包含：中空纖維膜(STERAPORE)、水處理系統/材料、過濾(空氣)等，其中中空纖

維膜可依不同使用區分：廢水處理(浸沒式)、飲用水處理(浸沒式)及飲用水處理(加壓)。

目前國內部份污水處理廠設置之 MBR 即是採用中空纖維膜，其主要特點是可節省空間、出水水質更好且操作易於自動化。UF 等級之中空纖維膜的材質眾多，且多為高分子材料，依照各供應商所提供之資料，包含 polysulfone (PSu)、聚丙烯腈 (polyacrylonitrile, PAN)、聚醚砜 (Polyethersulfone, PE)、聚偏氟乙烯 (Polyvinylidene fluoride, PVDF)、聚氯乙烯 (polyvinyl chloride, PVC) 等。

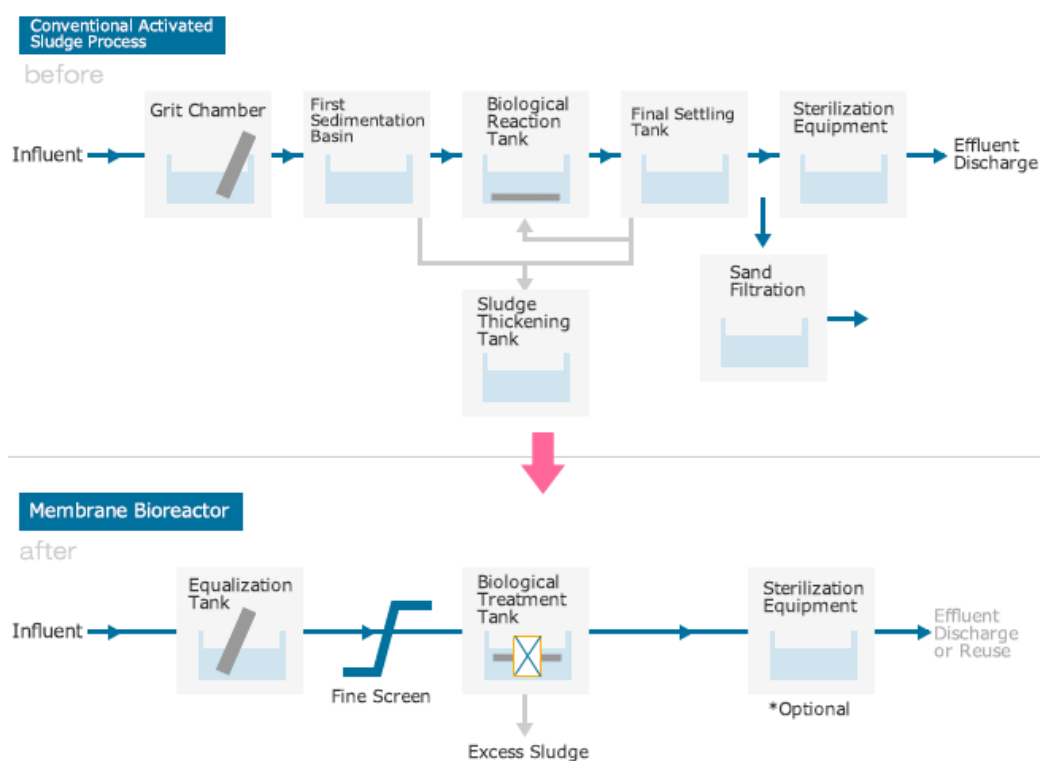
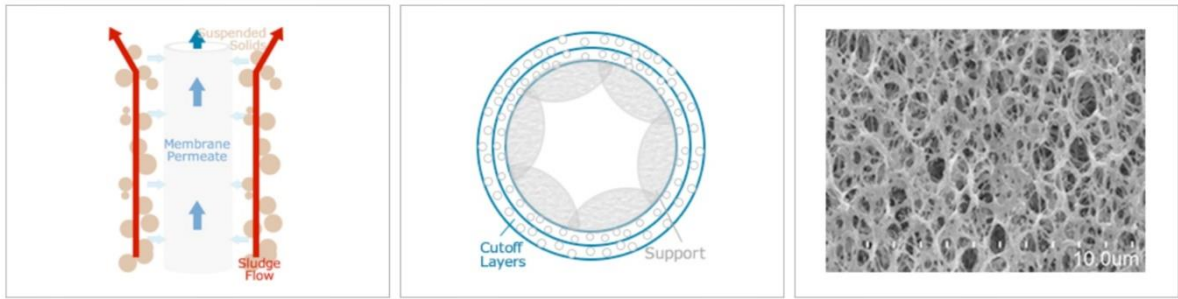


圖 2-11 MBR 於污水處理廠應用示意圖

三菱公司產製之中空纖維膜有 PVDF 及 PE 兩類，其中 PVDF 多應用於污水處理，其產品特色具有優異機械強度和耐久性的支撐纖維、優化的孔徑分佈可實現高通量且無反洗、親水化膜表面便於處理和啟動。



膜過濾

中空纖維膜截面

中空纖維膜外表面

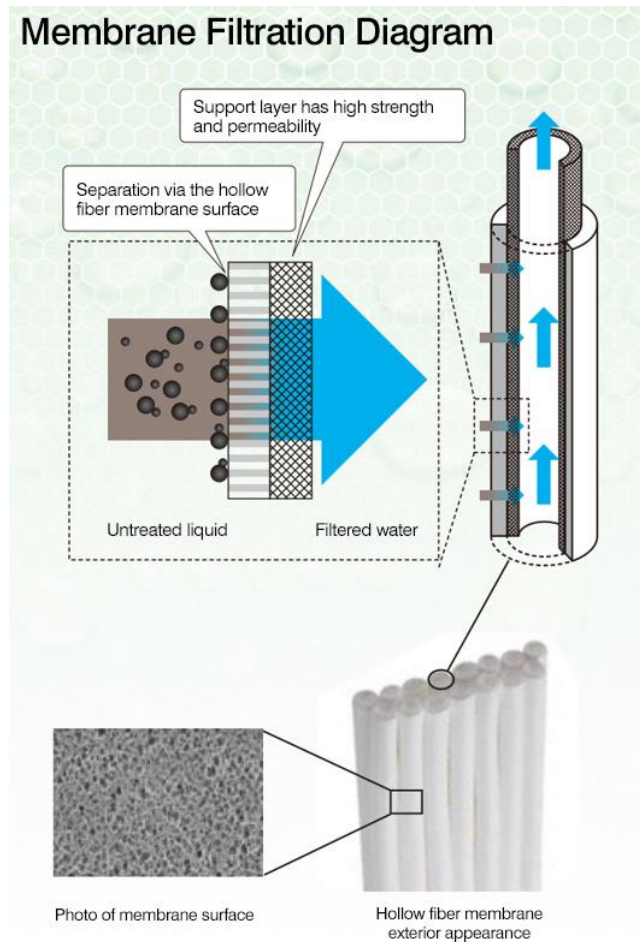


圖 2-12 中空纖維膜過濾機制示意圖

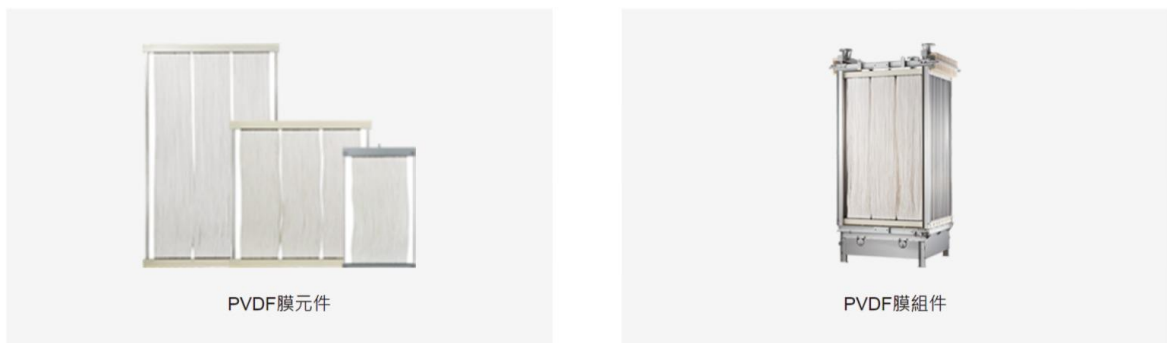


圖 2-13 三菱公司生產之中空纖維膜元件及膜組件示意圖

中空纖維膜的產製可分為：相轉換法、披覆法、燒結法及溶出法，目前以相轉換法為償件薄膜產製方式，所為相轉換法就是將均勻之液態高分子轉換成固相高分子薄膜。而相轉換法一般可以再細分為：乾式轉換法、濕式轉換法、乾/濕混合轉換法、熱誘導式轉換法。

聚偏氟乙烯 (PVDF) 是一種具有疏水性、機械強度、穩定性的局分子材料，由於 PVDF 可溶於 N-甲基-2-吡咯烷酮 (NMP)、N,N-二甲基乙醯胺 (DMAc)、N,N-二甲基甲醯胺 (DMF)、聚乙烯吡咯烷酮(PVP) 等常規的高沸點溶劑，因此常用在濕式相轉移工藝中生產中空纖維膜材料。

根據現場人員解說，中空纖維膜應用於污水處理廠時，大約每週進行一次維護清洗程式(MC)，採用次氯酸鈉濃度約 300 至 1000ppm。另大約每 3 個月或當透膜壓差超過設定值時，進行恢復性清洗(RC)，採用次氯酸鈉濃度約 3000ppm，持續 30~90 分鐘。而如果恢復性清洗後，透膜壓差仍無法恢復，則要用化學浸泡的方式進行清洗。

三菱產製之中空纖維膜目前共有 STERAPORE®5000、5500、5600、5700、7500 及 7600 不同系列的模組，客戶可依據不同水量、空間等需求選擇最佳模組應用。

表 2-3 三菱公司中空纖維膜及元件資料表

Membrane		Element			
Brand name	SADF	Product name	Sterapore 5000		
UF or MF	MF	Model identifier	50E0006SM	50E0015SA	50E0025SA
Polymer	Modified PVDF, supported	Ht × width, mm	1015 × 30	1300 × 30	2000 × 30
Hydrophilicity	Moderate	Fibre length, m	~1.55	~1.9	~1.9
Pore size, μm	0.4	Length or depth, mm	600	1300	1250
Fibre id, mm	approx. 1.1	Membrane area, m ²	6	15	25
Fibre od, mm	2.8	Intial TMP, bar	0.15	0.15	0.15
Cl ₂ resistance, ppm	3000	Temp rating, °C	40	40	40
Cleaning pH range	1-11	Shipping Weight, kg	5	11	15

(五)、佐野淨水場

11月8日洽談團隊至位於大版北邊之兵庫縣豐岡市的佐野淨水場(兵庫縣豐岡市上佐野 1788-3)，其地理位置詳圖 2-14。豐岡市目前共有 10 座淨水場(表 2-4)，總設計淨水出水量為 49,860 CMD，其中以本次洽談之佐野淨水場設計出水量 29,260CMD 為最大。



圖 2-14 佐野淨水場地利位置示意圖

表 2-4 豐岡市淨水場概要表

水源名		水源種別	計畫取水量		淨水能力 (m ³ /日)	淨水處理 方法
			(m ³ /日)	(m ³ /日)		
佐野淨水場	佐野水源	地下水(淺井戸)	6,240	30,570	29,260	膜ろ過
	3号井戸	地下水(深井戸)	2,330			
	中郷円山川水源	地下水(伏流水)	22,000			
中郷淨水場	中郷円山川水源	地下水(伏流水)	500	500	500	膜ろ過
神美淨水場	円山川水系穴見川	地下水(伏流水)	1,560	1,560	1,560	急速ろ過
二見淨水場	二見水源	湧水	1,000	1,000	1,000	緩速ろ過
荒船淨水場	荒船水源	表流水	1,300	1,300	1,300	緩速ろ過
観音浦淨水場	観音浦水源	表流水	1,030	8,550	8,550	塩素滅菌
岩中淨水場	岩中水源 1号井	地下水 (深井戸)	1,280			
	" 2号井		2,420			
	" 3号井		770			
	" 4号井		1,850			
	" 5号井		900			
	" 6号井		300			
十戸淨水場	十戸水源	湧水	1,360	1,360	1,360	膜ろ過
松枝淨水場	松枝第1水源	地下水(淺井戸)	3,020	4,700	4,700	塩素滅菌
	松枝第2水源		1,680			
鍛冶屋淨水場	鍛冶屋水源	地下水(淺井戸)	1,300	1,300	1,300	塩素滅菌
計			50,840	49,860		

當地市政府為提供符合法令的自來水水質，於供水管網依據法規進行水質檢查，主要在消防栓、淨水場出水口等處進行採樣分析，其檢查頻率為詳表 2-5，例如每天於全市 35 個點位進行日常檢查(顏色、濁度及餘氯)，這些檢測點均未於管網末端，以確認檢測到末端水齡的水，另包含細菌、大腸桿菌、氯離子、TOC、pH、味道、氣味、色度及濁度等檢測項目則是一個月一次。

表 2-5 供水系統水質檢查頻率

頻 度	項 目
每 日 (注 1)	色、濁り、並びに消毒の残留効果(遊離残留塩素) *残留塩素については「残留塩素チェッカー機器」による測定
1 回/月	一般細菌、大腸菌、塩化物イオン、有機物(全有機炭素 (TOC)の量) p h 値、味、臭気、色度、濁度
3 回/年	上記以外の水質基準項目 *但し、過去3年間の水質検査結果が基準の 1/10 以下の場合はその項目を省略している
1 回/年	水道法に基づく水質基準全項目

(注 1) 毎日検査は、配水管末地域である、市内 35 箇所の地点において毎日検査を行っています。

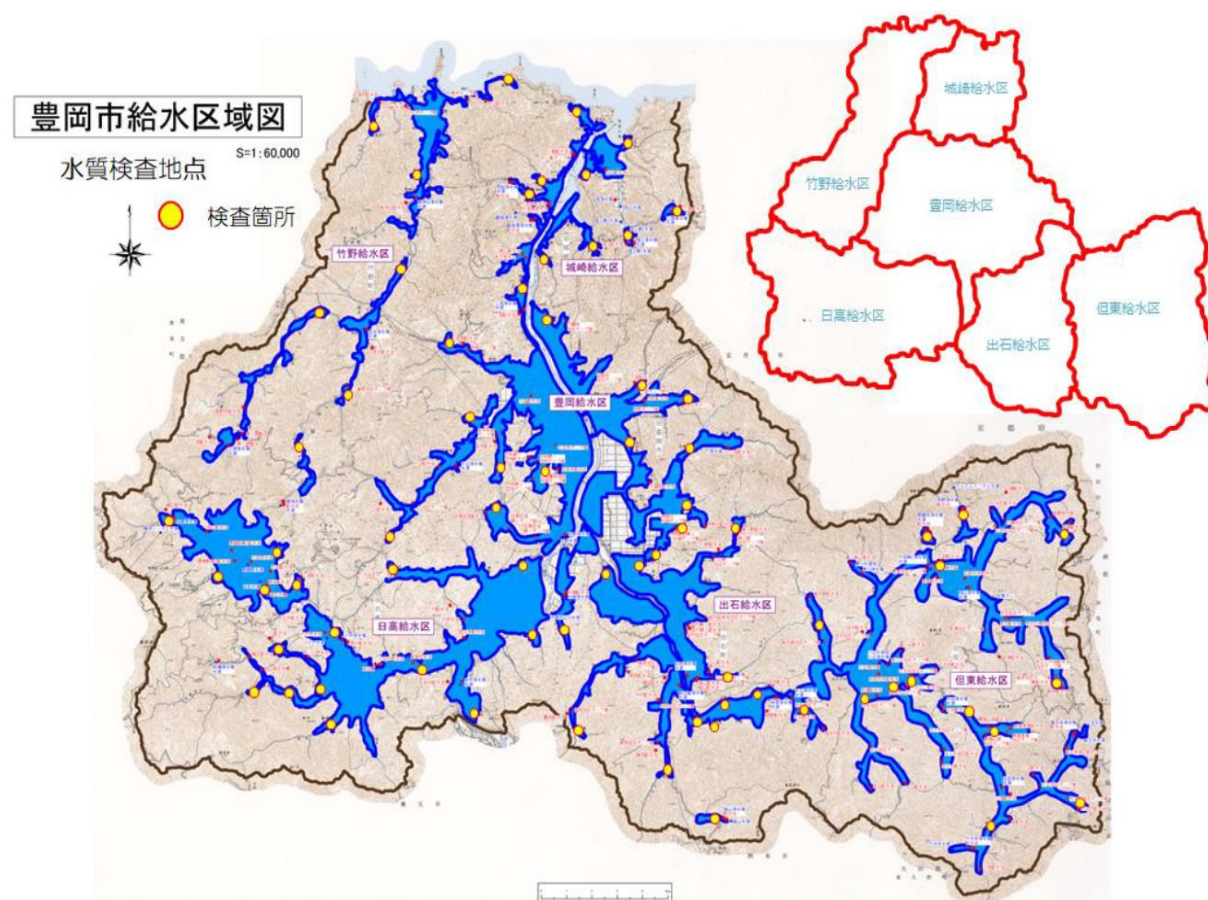


圖 2-15 豊岡市給水管網及水質檢測點分布圖

佐野淨水場原本有兩條處理線分別為產水 20,000CMD 及 10,000CMD，考量設施老舊及為提高產水水質，評估原水水質(伏流水)狀況後，改建 10,000 CMD 處理線之既有設施(沉澱池)改建為產水 30,000CMD 之 MBR 過濾膜組，於完工後再將既有 20,000 CMD 處理線拆除，增加處理場綠地面積。

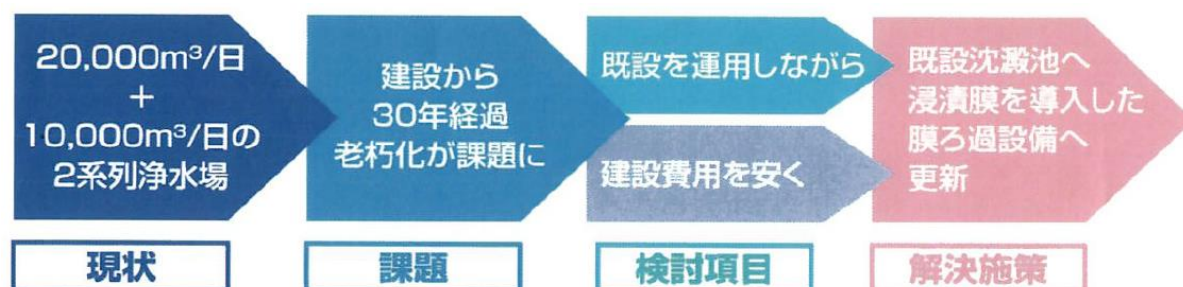


圖 2-16 佐野淨水場改建評估

佐野淨水場是日本最大採用沉浸式薄膜過濾的淨水場，該廠設計出水量為 30,000 CMD，薄膜過濾單元設計出水量為 20,000 CMD(最大 30,000 CMD)，共有 4 個處理線，膜組件共有 24 個。採用三菱公司產製之薄膜，孔徑為 $0.1 \mu\text{m}$ ，為外壓式模組。

改建前曾評估 MBR 設置位置及混凝沉澱機能要不要保留，故提出三種改件方案(詳圖 2-19)，方案 A：即為原方案混凝+沉澱+快濾；方案 B：將快率單元刪除，利用既有沉澱池設置 MBR，並取消混凝操作；方案 C：與方案 A 程序相當，僅將快濾更換為 MBR，經評估原水水質及操作費用等因素，最後採取方案 B 設置。

MBR 單元產水需要泵浦抽水，而該廠則利用膜濾池與產水池之水位差產水，僅於膜壓差太大時啟動泵浦輔助出水。依現場操作狀況，每年約有 75%以上時間可利用水位差產水，其消耗的電力約 180kWH/D(含氣洗及逆洗泵)，若需由產水泵輔助產水時，其消耗電力約 1830 kWh/D(含產水、氣洗及逆洗泵)，其中產水泵佔消耗電力的 90%以上，可知本廠改建時已將此條件(水位差)納入評估，否則若無此水位差驅動，將大大增加產水成本。



わたしたちの

(佐野浄水場から私たちの学校や家まで)

中郷取水場

中郷地区にある井戸より円山川の伏流水をくみ上げ、内径φ600mm延長約4kmの導水管を通して、佐野浄水場に原水を送っています。

① 着水井

原水の水量を計ったり、消毒用の薬品（塩素）を入れて水とまぜあわせています。

② 膜ろ過棟

原水をためた池に小さな穴のあいた膜を入れて、きれいな水だけを取り出す方法で、飲み水をつくらせます。また、その膜に付いた汚れを洗う装置もあります。

③ 機械設備棟

膜ろ過に必要な機械・ポンプ・薬品などの設備があります。消毒用の薬品（塩素）の量を調整しています。屋上には太陽光パネルがあり、晴れた日は照明用の電気として利用しています。

④ 浄水池（地下）

膜ろ過したきれいな水をためておく池です。

⑤ 2号ポンプ棟

浄水池の水を、山の上にある配水池にポンプを使って水を送っています。また、停電でも水がつかれるように自家発電の機械も設置しています。

⑥ 配水池

浄水池から送水管で送られてきた水をためておく池です。妙楽寺や下陰の山の上にあります。皆さんが蛇口をひねると、配水池から水が出ていきます。

⑦ 管理棟

浄水場の全ての機械を操作したり、豊岡のほかの水道施設に異常がないかを監視したりしています。また、浄水場で使う電気を受ける施設があります。

中郷取水場



① 着水井



② 膜ろ過棟

地下配管通路

③ 機械設備棟



④ 浄水池（地下）



⑤ 2号ポンプ棟



水源	浄水場	配水池および大きさ(容量)
中郷	佐野	妙楽寺 5000 m ³
		下陰 5000 m ³
		大篠岡 2000 m ³ × 2池

佐野浄水場	1日当たり給水量
計画給水量(認可)	29,260 m ³ /日

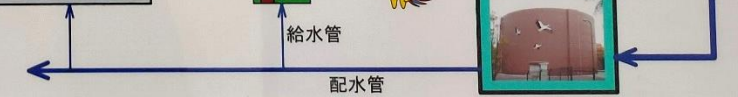


図 2-17 佐野浄水場処理流程



圖 2-18 佐野淨水場採用之薄膜膜組示意圖

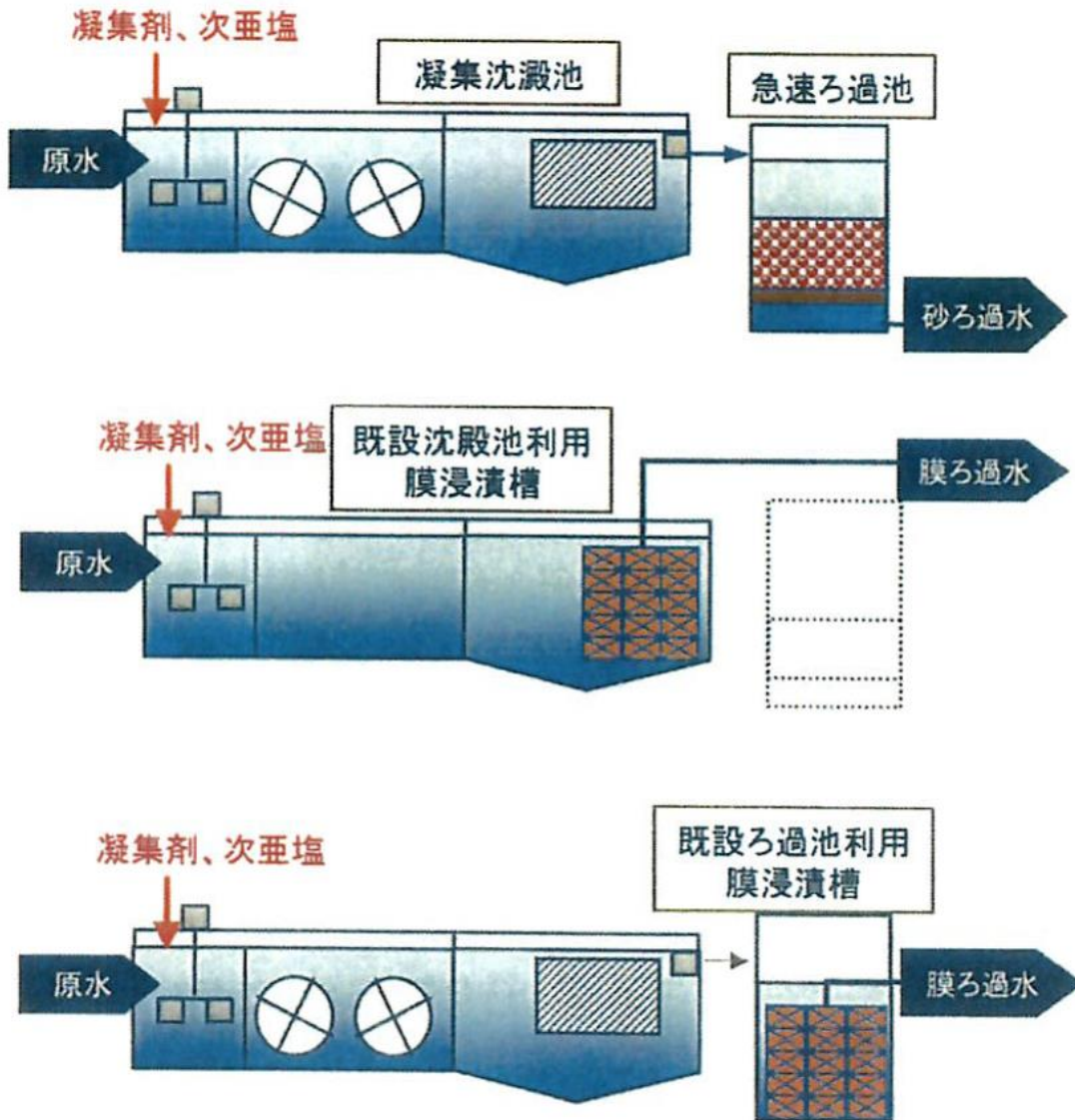


圖 2-19 佐野淨水場改建方式評估

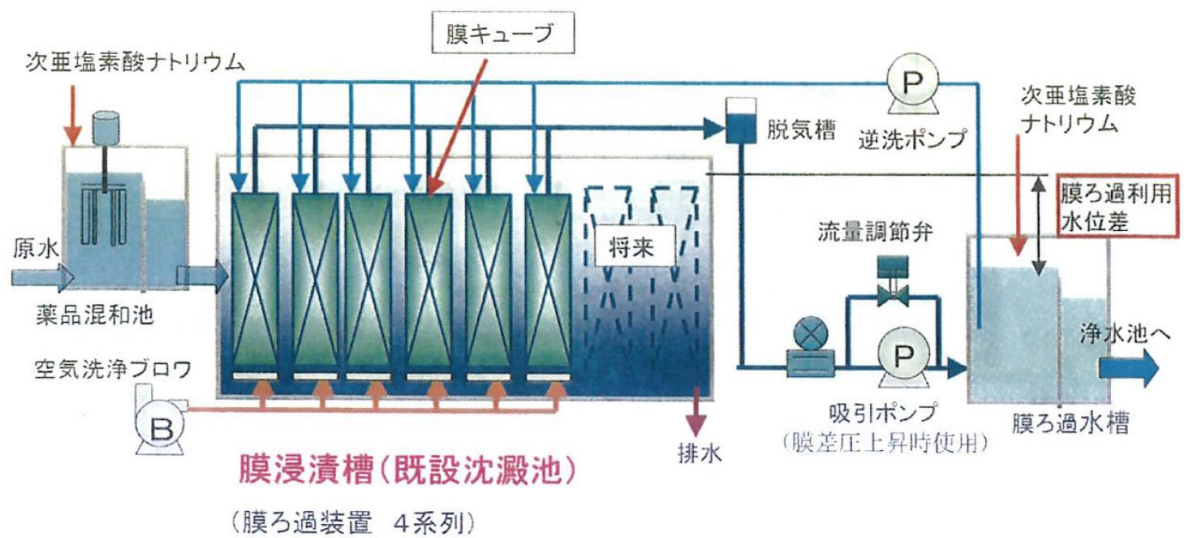


圖 2-20 佐野浄水場 MBR 産水程序

処理水量	20000m ³ /日
回収率	99%以上
消費電力 (水位差利用時)	180kW・h/d 空洗ブロウ、逆洗ポンプ (年間約75%の期間は、水位差利用可能)
消費電力 (吸引ポンプ利用時)	1830kW・h/d 空洗ブロウ、逆洗ポンプ、吸引ポンプ

* 吸引ポンプの運転時における消費電力は、インバータ使用で 60%程度の消費電力として算出。

圖 2-21 佐野浄水場単位産水動力費比較

叁、心得與建議

一. 台灣土地資源不足，污水廠可導入高效能 MBR 及多目標功能規劃

近年民眾環保意識大幅提升，加上新的科學園區土地開發不易，本次洽談重點之一薄膜生物反應器(MBR)，因具有不需設置沉澱及過濾單元、所需用地面積小、較傳統污水處理廠產生較少量污泥、可有效提升處理後水質、降低對下游環境影響及減省污泥最終處理費用，並可於後端直接利用 RO 程序產出可利用於工業製程之回收水，另外南韓東灘 2 污水處理廠將所有處理設施地下化，地面層則回饋作為多目標功能使用的相關公共設施，均非常適合作為缺乏土地及水資源的台灣借鏡學習參考。

二. 污水廠放流水質攸關推動再生水利用成功與否

二林園區環評書前已承諾園區污水採取水再生利用最適化方案，台中園區擴建二期於環評審查階段被要求除民生用水外，長期應完全使用再生水，亦即利用再生水取代自來水，為大勢所趨，因再生水係來自污水廠處理廠放流水，故放流水水質將影響後端再生水處理流程，放流水質提升，將減少後端再生水廠的負荷及產水成本，繼而影響水價及廠商使用再生水意願，換言之，污水處理後放流水水質，對未來園區再生水去化計畫的推動成功與否，影響甚鉅，同時亦關係到本局能否切實執行環評承諾，因此園區污水廠的規劃設計顯得需要格外慎重。

三. 多方觀摩及擷取先進國家再生水推動經驗及技術

我國推動再生水利用尚未滿 10 年，日本推動再生水利用已逾 20 年，在經驗及技術上雖領先台灣，但台、日國情及產業發展型態畢竟不盡相同，建議可多方觀摩參考其他先進國家發展經驗及技術，擷取當中適合我國的政策及措施，以作為本局及其他政府機關及相關單位推動再生水利用的參考及借鏡。

四. 園區基礎建設導入自動化及智慧化設備進行管理維護

不管是淨水廠、污水處理廠、水資源中心及園區自來水供水系統，因處理程序及設施眾多且複雜，目前操作營運乃透過各設備運轉狀態及相關水質偵測參數進行操作；而本次拜會薄膜製造廠商(三菱化學株式會社)，該公司除製造薄膜外亦針對 MBR 程序有提供智慧監控系統(WeLLDAS)，該系統可遠端監視 MBR 程序操作狀態，透過系統分析提供操作單位最佳化操作之建議，因係原廠經大數據分析評估後建議，可大大減少現場操作單位之摸索、嘗試等，有效提高操作效率、大幅降低人力成本。台灣為國際資通訊大國，科學園區更為高科技廠商匯集地，鑒於中科所轄 5 大園區遍及台中、南投、彰化及雲林四縣市，加上台灣人口長期呈現下跌趨勢，未來園區基礎設施採遠端監控操作，以降低操作維護人力需求，乃無法迴避的議題，故現階段有必要去思考將先進的自動化及智慧化設備，導入園區基礎建設之管理層面，例如將各項設施(備)導入物聯網 (IoT)，或者利用無人機來收集數據和檢查操作，經由累積大數據與分析結果，可進一步應用在預測模式，讓管理操作單位能快速因應設施(備)故障，超前採取行動…諸如此類，應是科學園區未來可以持續努力的方向。

附件一 -東灘 2 污水處理廠洽談照片



圖 1-透過模型解說污水廠地下化配置

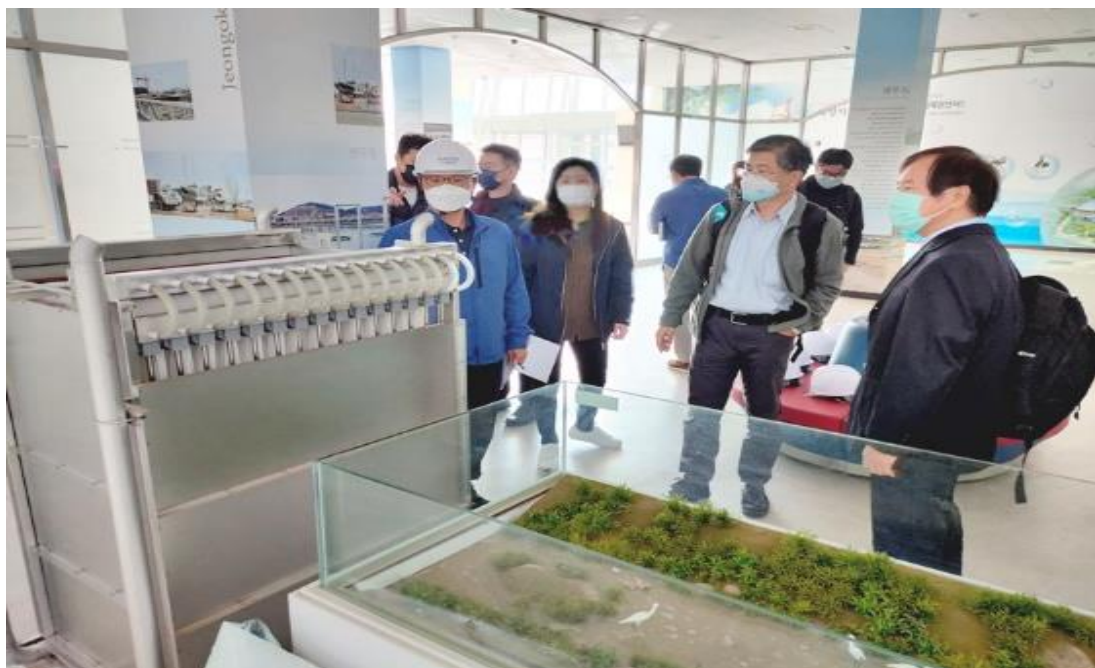


圖 2-透過模型解說污水廠處理流程



圖 3-與東灘 2 污水處理廠方人員合影
(右 1 謝東進組長、左 1 廖春國科長)



圖 4-維護檢查中的 MBR 膜組

附件二-三菱 MCAS、株式會社、鶴見工廠洽談照片



圖 1-Mitsubishi Aqua Solutions 遠端智慧用水監控經驗分享



圖 2-在三菱化學株式會社聽取簡介



圖 3-三菱化學株式會社導覽解說



圖 4-鶴見工廠 MBR 操作技術交流與討論



圖 5-鶴見薄膜製造工廠洽談過程導覽解說



圖 6-鶴見薄膜製造工廠薄膜元件成品

附件三-佐野淨水廠洽談照片



圖 1-與淨水廠人員合影



圖 2-淨水廠內產水水質即時監控系統



圖 3-淨水廠水質生物測試水箱



圖 4-淨水廠 MBR 單元操作機房