

出國報告（出國類別：考察）

## 113年度考察日本東京下水道之再生能源及永續循環推動政策

服務機關：內政部國土管理署

姓名職稱：陳悅蓉 內政部國土署下水道建設組副工程司

仲闓立 內政部國土署下水道永續營運組幫工程司

派赴國家/地區：日本

出國期間：113年7月29日至8月2日

報告日期：113年11月11日

# 摘要

本次考察行程自 113 年 7 月 29 日至 8 月 2 日，共計 5 日，此行除前往日本東京下水道展參訪，及拜會日本下水道協會、荒川水循環中心及首都圈外圍排水道，日本在下水道技術創新與碳減排管理方面處於領先地位，其在產業界、學術界和政府部門之間的合作成效顯著，而日本下水道展為日本下水道業界每年舉辦之大型國際展覽，展示最新的污水處理技術、管線建設與修繕、污泥處理及下水道資訊化管理技術，2024 年日本下水道展於 7 月 29 日至 8 月 3 日在東京台場舉行，爰本署規劃參訪該展覽，並拜會日本下水道協會、荒川水循環中心及首都圈外圍排水道，進行深度交流，藉以吸取在總合治水、污水處理、公私協力下水道管理之最新經驗。

# 目次

頁碼

壹、 考察目的 .....	1
貳、 考察行程 .....	3
參、 考察過程 .....	5
肆、 心得及建議 .....	52
附錄 日本下水道協會回覆 QA .....	56

# 圖目錄

圖 1 考察行程區域示意圖 .....	4
圖 2 本次展覽標誌.....	5
圖 3 本次展覽攤位介紹 .....	5
圖 4 日本下水道展現場參訪照片 .....	7
圖 5 積水化學集團與日本 SPR 協會展示管道修復系統特色工法.....	8
圖 6 現行管道修復工法與 SRR-NX 特殊工法差異示意圖 .....	9
圖 7 衛星偵測水管洩漏的機制.....	10
圖 8 分析結果影像（突出顯示可能漏水的管道部分） .....	10
圖 9 下水道調查資料的 3D 模型展示.....	11
圖 10 基礎資料庫應用於防災模擬圖 .....	12
圖 11 聲學調查設備.....	13
圖 12 聲學資料的機器學習模型來預測和偵測下雨天期間的水入侵概念圖 .....	13
圖 13 聲學數據之滲水檢測技術實際操作圖 .....	14
圖 14 聲學 AI 分析技術特點.....	14
圖 15 B-DASH 執行示意圖 .....	16
圖 16 神戶市水再生中心磷回收肥料產品 .....	21
圖 17 本次下水道展 水 ing 公司展場規劃圖 .....	22

圖 18 大同特殊鋼株式會社展位圖片 .....	23
圖 19 大同特殊鋼株式會社炭化爐漫畫展示.....	23
圖 20 超高溫碳化技術處理流程圖.....	24
圖 21 使用超高溫炭化爐設備循環模式圖 .....	25
圖 22 JFE 公司水質自動監測設備.....	26
圖 23 ，東亜ディーケーケー株式会社展位照片.....	27
圖 24 日本下水道團展場實景.....	29
圖 25 日本下水道團出版有關下水道技術手冊.....	29
圖 26 參訪人員交流過程 .....	33
圖 27 日本下水道協會講授有關下水道建設與操作維護責任及經費歸屬	33
圖 28 日本下水道協會岡久宏史理事長 .....	34
圖 29 久保田公司展區 .....	34
圖 30 壽命延長效果模擬範例 .....	35
圖 31 四足機器人.....	36
圖 32 東京都台場有明再生水中心及虹下水道博物館外觀.....	37
圖 33 虹的下水道博物館大廳互動式電子螢幕.....	38
圖 34 當日博物館學童體驗活動.....	38
圖 35 下水道小鎮模擬水的來源及流向 .....	39
圖 36 家戶污水下水道系統模型圖.....	39
圖 37 全國人孔蓋海報 .....	40

圖 38 展示流入家戶污水下水道的各種垃圾.....	41
圖 39 公益財團法人埼玉縣下水道公社荒川左岸南部支社匾額.....	42
圖 40 緩步動物軍家族吉祥物角色.....	43
圖 41 荒川流域下水道紀念人孔蓋展示 .....	43
圖 42 荒川水再生中心前處理設施.....	44
圖 43 荒川水再生中心中央管理室.....	45
圖 44 荒川水再生中心生物處理單元皆加蓋避免異味飄散.....	46
圖 45 經處理後放流水已無異味.....	47
圖 46 首都圈外外圍排水道之地下蓄水池豎井實景 .....	49
圖 47 首都圈外外圍排水道之設置構造 .....	50
圖 48 負責維護管理的河村建設株式會社操作情形 .....	51

# 表目錄

表 1 考察行程表.....	3
表 2 聲學 AI 分析技術特點翻譯.....	15
表 3 實施創新污水處理技術示範計畫（B-DASH 計畫）列表.....	17





## 壹、 考察目的

台灣正面臨氣候變遷帶來的多重挑戰，從防範極端降雨、確保水資源供應，到推動淨零碳排放政策，下水道工程在其中扮演了關鍵角色。依據我國「全國國土計畫」，氣溫上升、極端降雨和海平面上升將對國土空間規劃產生深遠影響，不僅加劇都市防洪壓力，還威脅公共衛生與水資源管理。過去十年來，台灣極端降雨事件顯著增加，導致都市淹水問題頻發，直接影響民眾生命財產安全，下水道作為關鍵基礎設施，不僅負責解決淹水問題，也在保護水質、維護公共衛生及減少碳排放方面發揮了重要作用。因此，下水道系統的發展必須與國土規劃和碳中和目標緊密結合，以達成永續經營和減碳的雙重目標。

為了達到 2025 淨零碳排放的國家願景，在下水道政策推動上亦須進一步強化各項管理措施，包括下水道使用費收取、水資源回收再利用、雨污分流及流出抑制設施設置等議題。根據「下水道法」第 4 條第 1 項的相關規定，內政部（國土管理署）作為中央主管機關，負責全國都市計畫區及指定地區內的雨水與污水下水道建設及管理業務，隨著工程技術的快速發展，如何引入國際先進經驗並結合國內需求亦為重要課題。

日本在下水道技術創新與碳減排管理方面處於領先地位，其在產業界、學術界和政府部門之間的合作成效顯著。每年舉辦的日本下水道展是該領域的全球盛會，展示最新的污水處理技術、管線建設與修繕、污泥處理及下水道資訊化管理技術，2024 年日本下水道展於 7 月 29 日至 8 月 3 日在東京台場舉行，爰本署規劃參訪該展覽，並拜會日本下水道協會、荒川水循環中心及首都圈外圍排水道，進行深度交流，藉以吸取在總合治水、污水處理、公私協力下水道管理之最新經驗。

此次考察將有助於本署學習如何通過技術創新和營運管理，進一步推動我國下水道系統與淨零碳排放目標相結合，實現區域性下水道計畫的全面升級，並提

升污水處理與都市防洪的效能，透過借鑒日本的成功經驗，本署將能更有效地研擬下水道政策、建設計畫和都市總合治水方案，為台灣在面對氣候變遷與碳中和挑戰下，打造具備韌性且永續的下水道系統提供堅實的基礎。

## 貳、 考察行程

本次考察行程自 113 年 7 月 29 日至 8 月 2 日，共計 5 日，此行除前往日本東京下水道展參訪，及拜會日本下水道協會外，另安排參觀荒川水循環中心及首都圈外外圍排水道。行程安排如表 1 所示，考察行程區位如圖 2 所示。

表 1 考察行程表

日期	行程摘要
113 年 7 月 29 日 (星期一)	搭機前往日本東京都 (桃園機場→日本成田機場→日本東京都)
113 年 7 月 30 日 (星期二)	1. 參觀 2024 東京下水道展 2. 虹的下水道博物館 3. 拜會日本下水道協會
113 年 8 月 1 日 (星期三)	1. 參觀 2024 東京下水道展 2. 拜會荒川水循環中心
113 年 8 月 2 日 (星期四)	參觀首都圈外外圍排水道
113 年 8 月 3 日 (星期五)	回程返國 (日本成田機場→桃園機場)

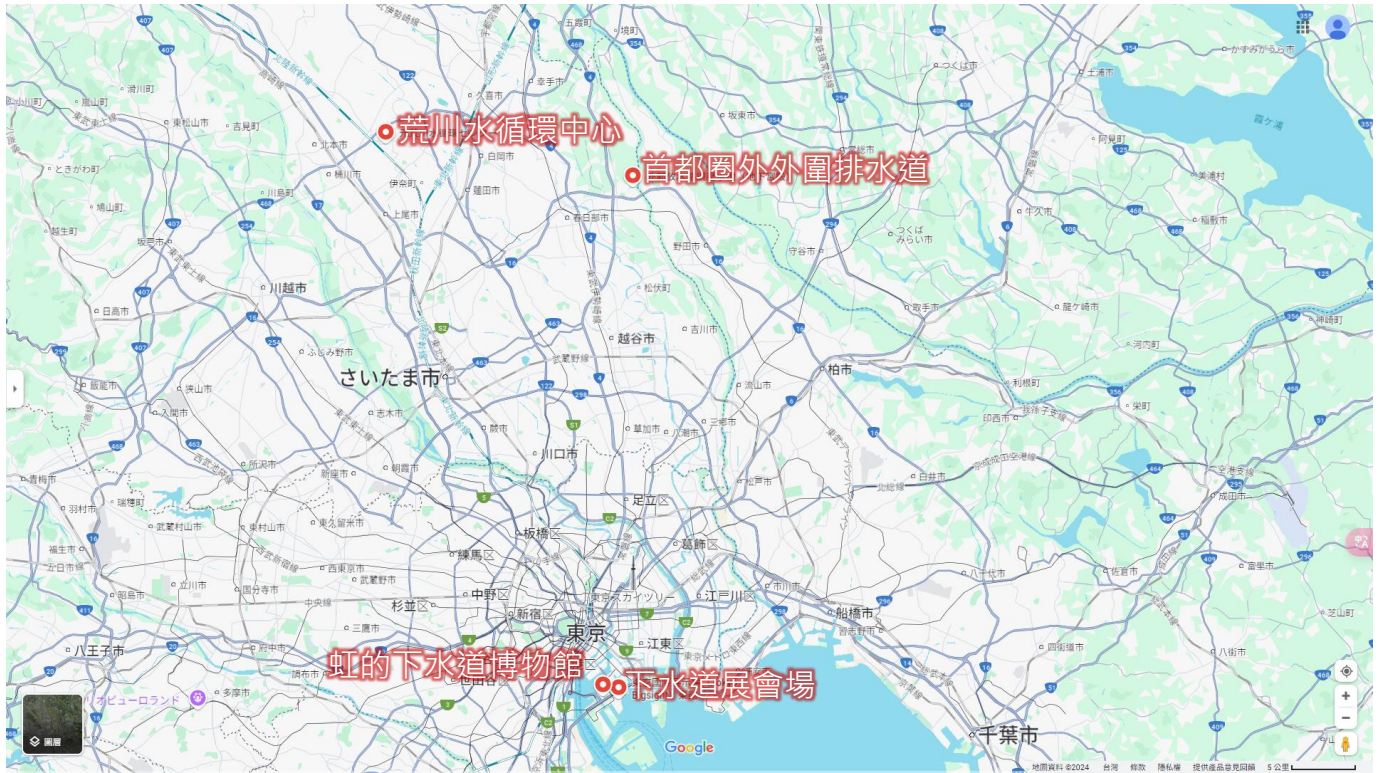


圖 1 考察行程區域示意圖

(資料來源：google map 網路圖資)

## 參、考察過程

### 一、下水道展'24東京

公益社團法人日本下水道協會於7月30日至8月2日首次在於東京都台場舉辦，是日本國內最大的下水道領域展覽，展覽主題包含下水道管道技術、排水設備、污水處理技術、水質監測設備等最新技術和產品展示，另亦有下水道相關的研究發表會、參訪活動等，由日本當地事業、顧問公司、工程廠商等專業團體共同介紹日本下水道相關最新技術、機器設備與政策管理等展示會，本次計有351家公司及團體參展，超過49,031人參觀。



圖 2 本次展覽標誌

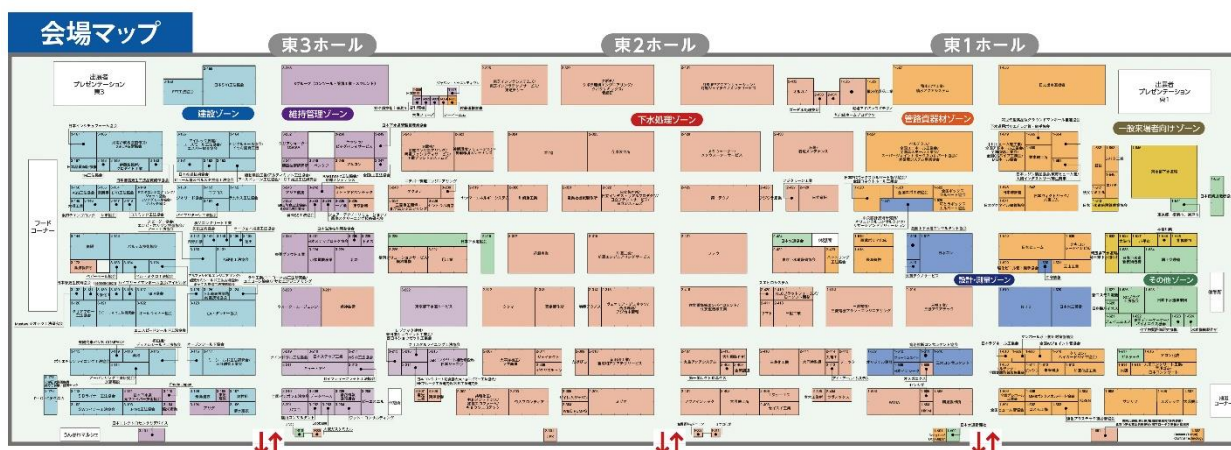


圖 3 本次展覽攤位介紹



本次日本下水道展覽主要分為 6 大主題，分別為設計/勘察區、建築（土木工程/建築）專區、污水處理（機械/電氣）區、管材及設備專區、維修區、其他（排水設備和材料、測試/分析和測量設備以及其他相關設備）區等，現場參訪照片如圖 4。





圖 4 日本下水道展現場參訪照片

本次下水道展出許多新興工法與技術，與國土署相關計畫密切相關，以下就參觀攤位重點技術介紹：

### 1、下水道再生工法(SPR)

日本有許多老舊下水道管路已屆齡更新，但下水道再生牽涉層面廣泛，例如老舊下水道管路多在城市既成區，已經高度開發，又屬交通要道，較難採用明挖覆蓋法、或暫停使用下水道恐大幅影響民眾生活等，故下水道再生工法（Sewage Pipe Renew Method, SPR）的開發相當重要。

過去修復下水道的過程，為了修復破舊的管道，必須挖開道路，造成了交通擁堵、大量浪費和噪音等問題，對周邊地區的影響是不可避免的。本次日本 SPR 協會與積水化學集團展出其管道修復系統特色工法(SPR-NX 方法)，解決了這些問題，該工法係透過特殊構型的 PVC「綁帶」，利用其特殊製管



機依照不同管型將該綁帶鋪設至管壁，之後再灌入高流動性混凝土以完成下水道再生。此特色工法具有施工期間不斷水、下水道管型不限、高耐震性等特色，而其綁帶有特色構型，可有效接合不再分離、高剛性與耐震結構等，可有效提升下水道的持久性及抗災變能力。由於可以在不挖路的情況下進行施工，並且在污水流動的情況下進行，因此對周圍交通的影響很小而且施工簡單。

進行再生工法修復的下水道施工過程，可以應對因管道水深高、暴雨等原因導致水位突然上升的情況，亦可平滑地適應現有管道的彎曲和差異。其強度和流動性更優於新管，並具有優良的耐腐蝕性、耐磨性、抗震性。



圖 5 積水化學集團與日本 SPR 協會展示管道修復系統特色工法





圖 6 現行管道修復工法與 SPR-NX 特殊工法差異示意圖

## 2、東亞灌漿工業公司 (東亜グラウト工業株式会社)

有關下水道管線之探勘工作，該公司展示運用衛星技術進行水管漏點勘查，利用衛星影像分析來搜尋整個目標區域的漏水調查位置，透過分析衛星雷達發射的 L 波段微波拍攝的影像，並偵測自來水或混有土壤的污水特有的反射特性，可辨識半徑 100 公尺內的可疑漏水情況，並透過將聲學勘察的覆蓋距離平均縮小到 1/10，簡化現場工作，並最大限度地提高了短時間內發現的洩漏的絕對數量，包括難以用肉眼發現的地下洩漏。現場調查的結果也可以使用連接 GPS 的智慧型手機等通訊設備在現場輸入，並可與辦公室即時共享，與惡化預測不同，可以提供實際的土壤濕度觀測數據，從而可以在整個區域進行高效且經濟的漏水調查。

此衛星技術可以一次勘察大範圍區域，無論天氣、白天或夜晚，並且可以偵測覆蓋自來水公司整個供水管的漏水情況，使用獨特的演算法和人工智慧分析，識別 100m 半徑內可能發生漏水的區域。政府水務部門可提早縮小漏水排查範圍，提高現場音訊檢驗效率。透過及早發現和修復漏水，提高漏水率，防止因漏水造成的損失和次生災害，縮短調查週期，可望減少時間和成本。



圖 7 衛星偵測水管洩漏的機制



圖 8 分析結果影像（突出顯示可能漏水的管道部分）

### 3、「下水道調查資料的 3D 模型融合」

管道資訊利用有限責任合夥企業由長期從事污水處理局、資訊處理/影像分析系統開發、維護/維修、製造業、污水相關產業等承包商的人員組成，開發有關下水道系統之 3D 技術、3D 測量、結合無人機勘察（影像分析）、維護管理/土木工程設計系統（毫米級差重建圖和處理廠/管道施工圖）的新型污水管道/設施勘察（分析/評估）、首都開發地震響應的“ALPS 施工方法”（粘合施工/地下管線修復方法）。

此次展示的 3D 模型將平時看不到的地下管道，透過融合 3D 模型來視

覺化道路設施、下水管道的形狀和出口，藉由此 3D 模型結合透過執行動畫“下水道腳本”，可以看到看不見的地下管道設施，展示程序以東京台東區藏前地區為背景，從外部和內部體驗約 300m 長的地下管道，在每個景觀視點，可以看到下水管道、出入口以及管道內部通道的詳細形狀，並且可以看到如何使用可視化的地下結構資料。



圖 9 下水道調查資料的 3D 模型展示

模型結合管道測量中用於「重建/修復」的數據與 3D 管道設施創建數據相結合，使整個結構可視化，此模型不僅可以與污水管理者分享訊息，還可以在緊急地震時與救災人員分享資訊，未來將可以檢查地震期間避難場所的排水狀況並模擬重建土木工程設計。

除了 3D 模型外，該公司展示之基礎設施數位資料庫系統將分佈在全國各地的污水管道的設施資訊、各種規格、現場情況照片、所有檢查結果，包括損壞照片，都統一在雲端的系統上管理，並與 VR 連動將其視覺化進行防災，可以用作規劃和維護工作的最佳系統





圖 10 基礎資料庫應用於防災模擬圖

#### 4、建設技術研究所

建設技術研究所作為日本第一家建築顧問公司建築技術研究所（CTIE）的集團公司成立的綜合開發顧問公司，公司業務有三大主軸：水/防災、道路/交通、城市/環境。提供建設項目的發現和形成等綜合服務，包括勘察、規劃、設計和施工管理，了解每個地區的社會問題，全面評估該地區的文化、歷史、經濟和需求，並提出真正紮根於該地區的解決方案。

此次該公司所開發雨天下水道滲水檢測系統係使用人工智慧產生的聲學數據之滲水檢測技術；下大雨時，水可能會從下水道管道設施溢出，因為如果老化的污水管有裂縫或縫隙，或井蓋損壞，雨水就會流入裂縫和縫隙，導致上述現象發生。留下雨天滲入的水會帶來許多缺點，例如，如果流入的水量超過計量，可能會造成洪水破壞，並給泵站帶來沉重負擔；此外，如果累積的沉積物與雨天侵入的水一起被吸入，可能會導致疏浚成本和管道設施的其他維護成本增加，而各城市在雨天期間水入侵的增加可能會導致流域費用增加。陰天雨水流入污水處理廠亦造成處理成本增加，對污水管理帶來壓力。然而，在下雨天使用傳統的流量計和水位計來檢測進入下水道的水需要很高的調查和分析成本，故開發此技術，以快速且節省成本地檢測下雨天期

間的水滲透。



圖 11 聲學調查設備

使用聲學資料的機器學習模型來預測和偵測下雨天期間的水入侵，為了偵測雨天期間的水侵入，此技術模型將重點放在音訊資料上。具體包括流水聲的聲學資料的聲學特徵模式、無降雨時的包括流水聲的聲學資料、與無降雨時不同條件下的流水聲的聲學資料，使用機器學習從系統中提取的聲學特徵模式等進行建模。透過與觀測數據進行比較，利用人工智慧等技術來預測和檢測陰天是否有水侵入。引入此技術後，與傳統方法相比，研究和分析成本降低了約 50%，利用 AI 也顯著縮短了分析時間。

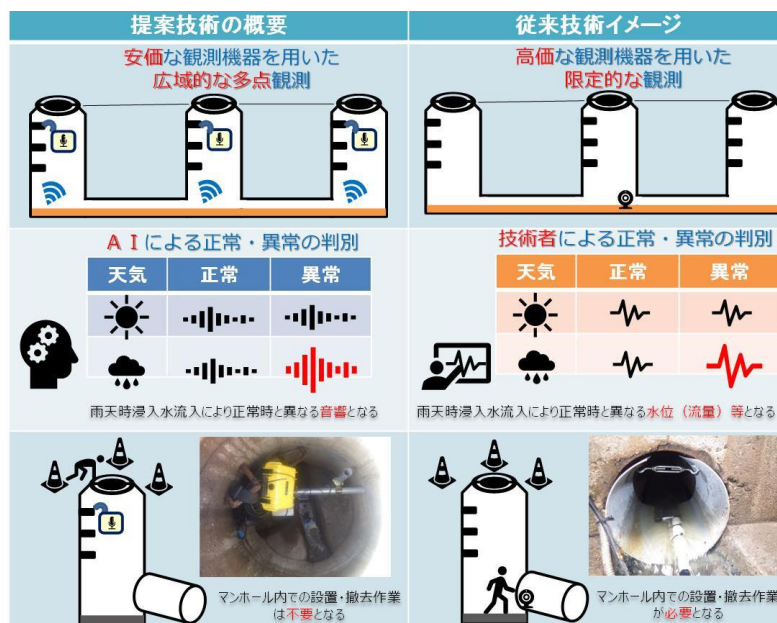


圖 12 聲學資料的機器學習模型來預測和偵測下雨天期間的水入侵概念圖



圖 13 聲學數據之滲水檢測技術實際操作圖

此技術透過使用無需進入檢修孔即可安裝的聲學擷取裝置來取代目前使用的流量計，從而顯著降低單一位置測量的成本，同時確保現場工作的安全。透過利用人工智慧分析所獲得的聲學數據，可以在更短的時間內更準確地呈現分析結果，從而可以在短時間內和大範圍內縮小雨天發生水浸的區域範圍。

**音響AI解析技術の特徴**

**1 単位調査コストの削減による広範囲調査の実現**

安価な集音装置（右写真）を用いることで調査コストを削減し、より広範囲な調査を実現

市販のボイスレコーダを使用

**2 AI解析による正確・短時間での解析による効率化・迅速化**

雨天時浸入水の判断に必要なデータの整理・分析・評価を**AI解析で一元化**することで、従来技術者が実施していた領域を自動化し、**正確・短時間の解析**を実現

**3 現地作業の安全性の飛躍的向上**

集音装置を足掛け上部に設置できることから、マンホール内での設置及び撤去作業が不要となり、**現場の安全性が飛躍的に向上**するとともに**作業時間の短縮**にも寄与

圖 14 聲學 AI 分析技術特點

表 2 聲學 AI 分析技術特點翻譯

聲學 AI 分析技術特點		
單位調查成本透過減少實現廣泛調查	基於人工智慧分析透過分析效率/加速	現場工作安全顯著改善
節省成本的聲音採集設備，透過調查成本越來越少，廣泛的研究實現	<p>準確且在短時間內確定雨天滲水量所必需的透過 AI 分析來組織、分析和評估數據透過集中處理過程，可以由傳統工程師來執行。</p> <p>自動化以前用於提高準確性和時間的區域實現之間的分析。</p>	集音器可以安裝在腳踏板上方，嚴禁在沙井內安裝、拆卸。這消除了清潔工作的需求並提高了現場安全性，顯著縮短工作時間。

## 5、下水道創新技術實證事業

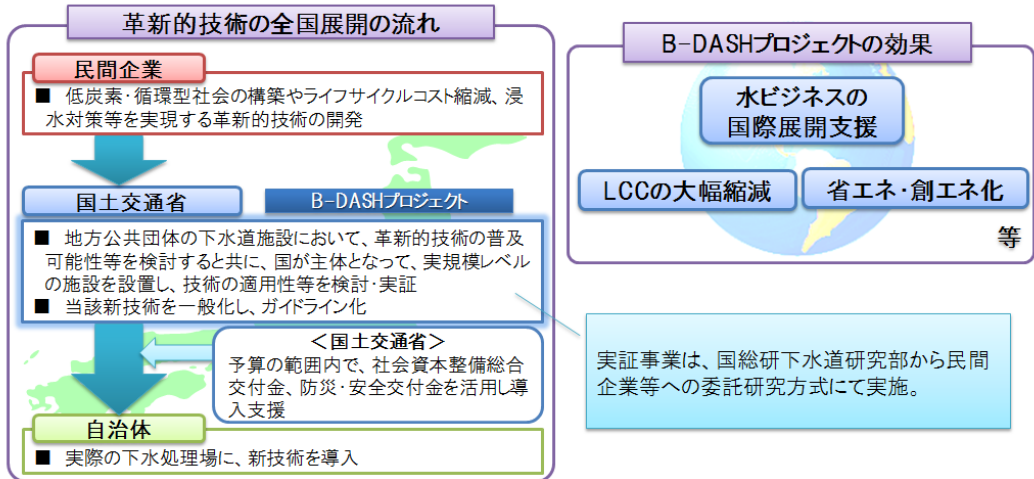
在現代社會，產學研合作已成為推動科技創新與產業升級的關鍵途徑之一，而政府機關在其中扮演的角色至關重要，政府不僅是政策的制定者，更是推動科技進步和經濟發展的核心力量，政策的制定、資金的投入以及組織架構的設計，這些要素對產學研合作的成果產生了深遠的影響，因此政策制定是政府支持產學研合作的首要方式；政府通過制定一系列政策，為產學研合作提供指導方向，並透過財政補貼、稅收優惠等方式，激勵企業和科研機構積極投入科技創新。

故以日本的 B-DASH (Breakthrough by Dynamic Approach in Sewage High Technology) 下水道創新技術實證事業為例，該項目由日本國土交通省和國土技術政策綜合研究所共同推動，旨在透過政策支持，加速下水道相關新技術的推廣與應用。



## 下水道革新的技術実証事業(B-DASHプロジェクト)の概要

- ▶ エネルギー需給の逼迫等の社会情勢の変化を踏まえ、下水道事業においても、革新的技術による創エネルギー化、省エネルギー化、浸水対策、老朽化対策等を推進する必要がある。
- ▶ 下水道における革新的な技術について、国が主体となって、実規模レベルの施設を設置して技術的な検証を行い、ガイドラインを作成し、民間企業のノウハウや資金も活用しつつ、全国展開を図る。
- ▶ また、新技術のノウハウ蓄積や一般化・標準化等を進め、国際的な基準づくりへの反映、実証プラントをトップセールス等に活用するなど、海外普及展開を見据えた水ビジネスの国際競争力も強化する。



## 下水道革新技術実証事業 (B-DASH項目) 概要

- ▶ 考慮に電源供需緊張等社会情勢の変化、在下水道事業上、也有必要通過革新技術推進創能源化、節能化、浸水対策、老化対策等。
- ▶ 對於下水道革新技術,以國家為主體,設置實際規模水平的設施,進行技術驗證,制定指導方針,利用民間企業的經驗和資金,在全國範圍內展開。
- ▶ 另外,推進新技術的訣竅積累和一般化、標準化等,反映到國際標準的制定上,將實證成套設備活用為頂級銷售等,強化面向海外普及開展的水產業的國際競爭力。



圖 15 B-DASH 執行示意圖

B-DASH 項目的核心在於政府對水處理新技術的應用進行總結與推廣，這一過程不僅僅是對技術的評估，更是對地方政府在實際應用中所遇到問題的回饋與調整。透過這種方式，政策制定不僅具引導作用，還能根據實際應



用的效果進行評估和改進，確保科技創新真正促進地方經濟和社會的發展。

在政策支持下，政府的組織架構設計也為產學研合作提供了堅實的保障。政府透過設立專門機構或委員會，協調各方資源，確保產學研合作能夠順利推進。在 B-DASH 項目中，國土交通省與國土技術政策綜合研究所密切合作，整合了來自政府、企業、科研機構的資源，形成一個高效的合作平台，這種多方參與的組織架構不僅增加了技術創新的可能性，也提升了新技術在地方的應用成效；此外，政府的組織架構還發揮著協調與監督的作用，通過政府主導，企業與科研機構能夠在更透明且規範的環境中合作，減少了資訊不對稱與資源浪費的情況。這種組織架構的支撐，使得 B-DASH 項目成功促進地方政府、企業與科研機構之間的溝通，推動技術創新的快速轉化。

B-DASH 項目的成功，是政府在政策制定與組織架構設計方面有效支持產學研合作的典型案例。透過政府的推動，下水道新技術在地方應用的成果得到有效總結與推廣。尤其是在地方政府的支持下，這些新技術能迅速展現出其優勢，推動地方經濟發展並改善環境。從 B-DASH 項目的分析中可以看出，政府不僅是產學研合作的支持者，還是積極參與者與協調者。政府透過政策引導與組織架構設計，不僅提供了必要的資源與保障，還透過實際應用中的反饋，促進技術創新的持續完善與進步。

表 3 實施創新污水處理技術示範計畫（B-DASH 計畫）列表

技術領域	主題	示範技術名稱
污水污泥利用	固液分離/氣體回收燃氣發電	採用超高效率固液分離技術的能源管理系統
		使用沼氣的有效再生能源系統
	將污水污泥轉化為固體燃料	利用水熱處理和載體式高溫消化來抑制溫室氣體的固體燃料生產技術
		餘熱利用型低成本污水污泥固體燃料技術 1
除磷/回收	養分去除與資源回收（磷）創新技術示範研究	

	生質能發電	創新的污水污泥能量轉換系統，完全優化脫水、燃燒和發電。 污水生質發電系統
	氫氣產生	氫能領跑者城市計畫—污水沼氣原料氫能製造技術示範一
	CO2 分離/回收/利用	沼氣中 CO2 分離捕獲技術及其在微藻培養的應用
	沼氣聚集及利用	高效聚合和利用多個污水處理廠沼氣的技術
	污水污泥的有效利用	利用脫水和乾燥系統將污水污泥轉化為肥料和燃料的技術
		自再生熱泵式高效率污泥乾化技術
	就地生產、就地消費能源利用技術	使用高效消化系統利用當地生產和當地消耗的能源的技術實際應用示範項目
	節能污泥焚化技術	兼顧溫室氣體減量的污泥焚化發電技術實用化示範工程
	中型能源系統	高濃度消化節能沼氣淨化高效率能源利用技術示範工程
	小型能源系統	小型污水處理廠低成本節能高濃度甲烷發酵技術示範工程
中小企業污泥減量	中小型地區生質鍋爐低成本污泥減量化技術示範工程	
水處理	除氮	固定床厭氧氨氧化製程高效脫氮技術
	節能水處理	非曝氣循環水處理技術
		採用高效固液分離技術及兩點 DO 控制技術的節能水處理技術
	使用 ICT 的操作控制	利用 ICT 的高效率硝化運轉控制技術
		利用 ICT 進行製程控制和遠端診斷的高效水處理營運管理技術
	水處理小型化	利用 DHS 系統追蹤水量波動的水處理技術示範研究
		採用特殊纖維載體的剩餘污泥減量水處理技術
	節能低成本水處理能力提升技術	最終沉澱池處理能力提升技術示範工程
ICT/AI 控制先進加工技術	單池硝化反硝化製程 ICT/AI 控制深度處理技術示範項目	
可遷移水處理	災害緊急復原污水處理技術實用化示範工程	
管道管理	採用先進影像辨識技術的高效率管路管理系統	

管道/設施管理技術		管道管理系統採用管道入口攝影機檢查、部署廣角攝影機測量和分析技術
		採用可部署廣角相機測量和衝擊彈性波檢查方法的管道管理系統
	管道腐蝕檢查調查	污水壓力管硫酸腐蝕部位高效排除技術
	設備劣化診斷	利用 ICT 掌握並診斷下水道設施劣化的技術演示 利用 ICT 的劣化診斷技術和設備檢查技術示範項目
	腔體探索	車載式深空腔探測裝備實用化技術示範工程
		三維塌陷徵兆診斷技術示範工程
		驗證技術以提高空洞勘探的準確性和日均率，以檢測沉降跡象
	基於 ICT 的污水處理設施管理	利用雲端、從維護管理著手的連續庫存管理系統實際應用示範項目
	利用 ICT 進行管線管理	透過維修管理資訊大數據分析建立有效管理循環示範項目
		利用 ICT 建立綜合分級管道診斷系統示範項目
使用 ICT 進行沙井泵浦管理	利用 ICT 技術的污水沙井泵智慧運作示範（雲端 AI 系統）	
	利用物聯網和人工智慧的高效預防性維護沙井泵維護管理技術示範項目	
防洪措施	利用 ICT 的防洪對策	利用 ICT 的防洪設施運作支援系統
	城市內澇對策	城市局部暴雨雨水管理技術
防滲水措施	使用人工智慧檢測管道異常	人工智慧與水位計、光纖溫度分佈測量系統結合的雨水滲透調查技術實際應用示範項目
		利用人工智慧聲學資料進行雨天入侵水檢測技術實際應用示範項目
其他的	污水熱利用	管道內熱回收技術污水熱能利用示範研究
		小口徑管道污水熱融雪技術實際應用示範工程
		無熱泵實現低 LCC、高 COP 的污水熱融雪系統研究
	再生水利用	採用 UF 過濾膜和紫外線消毒的高度循環水系統

## 6、下水污泥磷回收

磷是糧食生產的重要資源，但目前日本完全依賴進口，近期國際磷價上漲導致糧食價格飆升，國內磷生產已成為日本亟待解決的問題，由於污泥中

含有磷，屬於不可再生資源，日本已有許多廠商投入自污水或污泥中回收磷的技術，且已經進入實際應用階段，故水 ing 公司與神戶市合作於 2012 年開始與當地農業利益相關者合作，利用“KOBE Harvest Project”肥料當地生產和當地消費的模式和經驗，為國內生產磷肥做出貢獻。和穩定供應以及閒置污水資源的進一步利用。

該公司之「從消化污泥中有效回收磷的技術示範計畫」“KOBE Harvest Project”，收集下水道污泥中所含的磷，並將其作為肥料返回農田，促進污水污泥資源用作肥料的技術，該計畫將利用消化污泥中高效回收磷的技術示範，將污水污泥焚燒灰轉化為肥料，自神戶市的水再生中心回收污泥消化液中透過晶析反應回收鳥糞石（MAP），再將其作為磷肥產品提供農用，而分離磷後的污泥則再經由焚化設施產生燒卻灰用作材料化使用。

透過開發之裝置除磷回收效率高、成本低，隨著永續發展目標的推廣和全球局勢導致化肥價格飆升，“KOBE Harvest Project”使用回收磷的肥料，被當地農民廣泛使用，此次下水道展，水 ing 公司亦有於現場展出其各式磷肥產品，及所種出的農產，相當豐富成功，使用肥料種植的稻米也用於神戶市學校的午餐，實現了該地區的資源循環。



圖 16 神戸市水再生中心磷回收肥料產品

水 ing 公司的經營理念是成為一家透過水持續為社會做出貢獻的公司，包含「設備設計與施工」和「設施營運管理和維護管理」，該公司此次展出到 2030 年將做出的三個貢獻領域其展望：

① 創造資源與能源：透過污水污泥資源化、磷回收、沼氣利用等，採取有助於脫碳和資源循環利用的措施。

② 連結未來：利用最新的 AI 技術，實現技術傳承和營運效率（DX），介紹水務 PPP 的支援情況和成果。

③ 保護生命：針對自然災害，將推出有助於防災減災的產品以及緊急情況下的當地支援。



圖 17 本次下水道展 水 ing 公司展場規劃圖

## 7、下水污泥超高溫炭化

大同特殊鋼株式會社與 Tetsugen Co., Ltd.、Green Tech Co., Ltd.、中央大學教育法人、宮城縣氣仙沼市共同提出的「為附加價值和低碳社會做出貢獻的超高溫碳化技術示範計畫」，利用污水處理過程中產生的污泥被碳化並用於燃料、肥料等，為了在 2050 年實現碳中和，污水處理領域需要進一步減少溫室氣體排放。這次採用的提案技術是該公司合作開發的超高溫碳化技術，該技術可以使用超高溫碳化材料作為活性碳的替代品，可以使用「高溫」，目的是透過「高品質和無毒化」來提高獲利能力，從而提高產品的實用價值，並透過提高熱效率來減少溫室氣體排放。





圖 18 大同特殊鋼株式會社展位圖片



圖 19 大同特殊鋼株式會社炭化爐漫畫展示

此次大同特殊鋼株式會社發展超高溫污泥炭化技術，藉由二階段炭化（各自約為 800 度及 1,000 度以上）使污泥有效減量，並產製活性碳或粒狀

土壤改良材料，由於該公司為鋼鐵製造廠，特別研發可用於超高溫度的鋼材，故可以應用在此技術，超高溫炭化技術是一項為廢棄物處理和資源回收帶來創新效果的先進技術，在 1000°C 以上的超高溫、低氧環境下高效處理污水污泥、有機垃圾等，並將其轉化為炭，超高溫炭化技術產生的炭化材料可有效用作活性碳替代品、肥料、土壤改良材料等，以最大限度地發揮廢棄物的價值。生產硬質合金的過程也有望減少溫室氣體排放並減少對環境的影響，超高溫炭化技術是實現永續社會的重要技術，可提高廢棄物處理效率、再利用資源、減少溫室氣體排放。

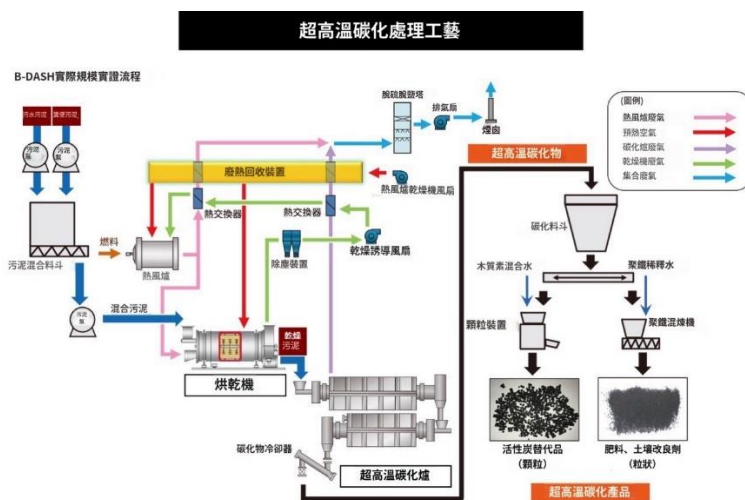


圖 20 超高溫炭化技術處理流程圖

而超高溫炭化技術炭化過程燃料消耗幾乎為零，利用污泥排出的炭化氣體（可燃氣體）的燃燒熱來加熱爐內部，因此炭化過程中的燃料使用量幾乎為零。超高溫炭化爐可以透過最大限度地利用污泥熱能來實現節能運作，透過最大限度地利用污泥產生的熱能，與傳統炭化爐相比，能夠在不增加燃料消耗的情況下實現 1000°C 以上的超高溫炭化。

透過尺寸緊湊的兩級結構（高溫炭化+超高溫炭化）：超高溫炭化爐有高溫炭化和超高溫炭化兩段結構，第一級高溫炭化採用不鏽鋼釜，第二級超高溫炭化採用耐溫 1000°C 以上的陶瓷窯爐，由於第一階段高溫處理的廢棄



物體積減少，第二階段超高溫碳化可以設計得緊湊，這允許在有限的空間內形成兩層結構，從而實現有效的廢物處理。

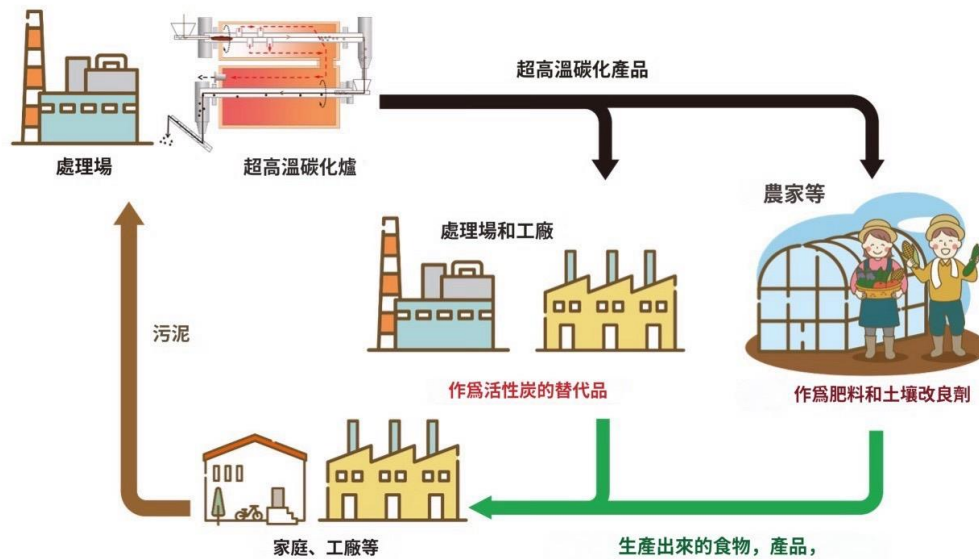


圖 21 使用超高溫炭化爐設備循環模式圖

## 8、先進水質檢測技術(硝酸電極、抗積垢 pH 電極、NADH 電極)

JFE 公司專精水質自動監測設備，本次展出自家自動連續監測系統及各式電極，其中一款 pH 電極具有特殊構造，可以大幅減緩表免積垢之速度，（約一周清洗一次即可）可降低污水處理廠 pH 自動連續監測系統之操作維護成本；另一方面該公司甫推出新款硝酸態氮自動連續監測電極，係藉由離子電極法技術設計，目前尚無實績。

本次下水道展可見多家公司推出硝酸氮連續監測電極，例如 JFE、東亜ディーケーケー株式会社及其他廠商等，可見其具有一定市場價值，然實際與廠商互動，多表示由於其設備單價較高，目前僅有大型都會區有能力負擔採用。



圖 22 JFE 公司水質自動監測設備

另一方面，東亜ディーケーケー株式会社本次展出其新推出的 NADH 電極，該電極係透過螢光法檢測污水中 NADH/NAD<sup>+</sup>狀態，由於生物池在耗氧、厭氧及缺氧狀態會使微生物代謝狀態成不同情形，而產生不同的螢光，可藉此判斷水中的生物狀態，屬於較新興的污水監測技術。



圖 23 ，東亜ディーケーケー株式会社展位照片

## 9、日本下水道事業團

日本下水道事業團係由日本多個地方自治體下水道部門組成，可說是其主管組織，本次有幸與該團人員交流，主要針對日本污水處理廠操作維護模



式及 PPP 導入可能性以及下水污泥肥料化議題進行交流，分別說明如下：

日本污水處理廠操作維護模式與臺灣相似，係由地方自治體擁有，並委託給代操作公司進行操作維護工作，其合約多為 3 至 5 年，由於日本也面臨淨零排放的挑戰，也須制訂節能、節水、減排目標，日本地方自治體多係直接制定目標要求代操公司達成，故無代操作公司不配合之問題。

儘管導入 PPP 制度、大幅提升特許營運年限，可有效提升污水處理廠效率及降低政府負擔成本，但地方自治團體常常擔心可能帶來的較高風險而不願投入，導致該制度在日本目前多使用在污泥處理相關體系。

儘管日本在污泥肥料化方面已經有許多技術與實績，該國仍面臨社會較難以接受污泥肥料化問題，導致目前多僅侷限於小規模試驗，且實際應用上規模仍較小且受限。目前有實際使用下水污泥肥料的區域多屬較偏遠的小型城鎮污水處理系統，因為相較於大城市，其諸如重金屬等污染物的濃度較低，因使用的風險較低。





圖 24 日本下水道團展場實景



圖 25 日本下水道團出版有關下水道技術手冊

在此次展覽中，日本下水道事業團充分展示了其在資訊化技術（BIM/CIM）與下水道全生命週期管理領域的深厚積累。事業團作為匯集眾多企業項目信息的專業團體，在數據積累方面具有無可比擬的優勢。這種優勢體現在數據的廣度與深度上，並展現於下水道系統設計、建設及維護的全面性與精確性。透過 BIM（建築信息模型）和 CIM（城市信息模型）的應用，事業團得以將下水道各個環節數位化，實現更高效、更精準的管理。

例如，數位化技術能提升下水道設計和施工的精確度，並模擬設施的運行狀態，提前預測可能出現的問題。這種前瞻性管理為設施維護提供了科學依據，有助於延長下水道系統的使用壽命，並顯著降低運營成本。透過對設施生命週期的全方位管理，事業團不僅提高了運營效率，也為地方政府與相關企業提供了可靠的決策支持。

此外，下水道事業團也承擔著培養地方專業人才的重要使命。他們通過舉辦各類培訓班、研討會及技術交流活動，將最新的管理理念和技術知識傳授給地方工作人員，幫助提升基層員工的專業素養，從而促進整個行業的服務水準及管理效能提升。

## 10、日本下水道協會

日本下水道協會在此次展覽中展示了其在專業領域的創新成果，例如在大數據應用方面取得了顯著進展。例如，協會開發的下水道處理費預算模型，能夠綜合考量水質、水量及處理成本等多項因素，為地方政府制定合理的水價策略提供科學依據。此模型提升了水務管理的透明度，為地方政府在資源配置和費用調整上提供了精確的參考，確保了公共資源的高效利用及社會公平。專業協會團體在技術創新上的努力，與企業的技術突破有所不同，他們更注重從服務層面推動整個行業的進步。協會透過開發並推廣這些基於大數據的工具與模型，使下水道行業在管理水平上得到了全方位提升。通過這種方式，協會不僅在技術上引領行業發展，亦在專業服務領域展現了獨特的創新特色。

日本下水道事業團與下水道協會在此次展覽中的表現，充分證明了專業協會團體在推動行業進步中扮演著不可或缺的角色。透過技術引領與人才培育的雙重努力，這些協會為行業的可持續發展與創新進步提供了強有力的支援與保障。

此外日本下水道協會特地借本次機會與台灣下水道協會參訪團進行交流，其中主要探討日本下水道建設及操作維護費用分擔議題、下水道應對洪水之手段、下水道系統面臨人口減少之應對策略等問題，分別說明如下，此行前本次參訪團亦提出相關建設及管理下水道之提問，日本下水道協會回覆之答覆表如附錄。

#### (1) 下水道建設與操作維護責任及經費歸屬

在日本，下水道建設主要由地方自治體負責，而下水道所在位置依土地劃分可分為自有地（例如私人住宅區）及公有地（例如公有道路），在建設階段通常係由公部門（地方自治團體）預支經費（例如借貸）以支應建設費用，該費用包含在私有地及公有地的建設費，待人口移入區域後，在分擔位於私有地的下水道管路建設經費（在公有地建設的下水道則完全由公部門負擔）；另一方面下水道的維護及營運費用則同樣係由私有地的個人負擔之。

此外，日本下水道法第十條訂有規定，若該區域已建設下水道系統，家戶應於三年內接入系統，否則必須面臨罰鍰，這點與臺灣下水道法相關規定吻合。

#### (2) 下水道應對洪峰之策略

由於極端氣候逐漸成為常態，又東京的下水道系統係採雨污合流制，故強降雨將對其下水道管網及污水處理廠造成負擔，目前已經發展出一套面對洪水的戰略，主要可分為「貯留」及「入滲」。「貯留」係指建築物應設計污水貯留設施，在面臨洪水等必要的時候將其貯存在其中，待洪水消去後再排出，藉此避免下水道系統超過負荷；而「入滲」則係在建築物設計透水度較高的區域，在發生洪水時使污水及雨水進入該地土地，以減少下水道系統負擔。

目前「貯留」設施已規範在日本建築或水利相關規範中，故必須要強制

執行，而「入滲」設施則屬建議設置性質，故該國設置率並不高。

### (3) 下水道應對人口減少策略

日本為東亞最早進入高齡化社會的國家，且其污水接管率高，故目前已有部分較偏遠地區的下水道系統開始面臨人口老齡化及人口減少問題，一方面缺乏操作人員、一方面因人口下降使得地下水道系統處理費收入降低，使營運產生困難。

目前日本持續思考應對人口減少時代下的下水道操作營運策略，主要可以分成兩個方向應對，分別是「廣域化」及「共同化」，前者是指將原分屬兩不同主體的系統結合，以擴大處理範圍（例如將 A 市與 B 市的污水系統結合，共同管理）；而後者則是指將原分屬兩不同主體的系統共同營運，以減少單一系統所需的管理及維護成本。此外，亦可透過導入 PPP 制度（官民聯攜，Public Private Partnership），使民間資本及高效率管理制度進入系統。

另一方面亦可透過提升處理系統的效率或提高污水系統使用費以減緩人口減少對下水道系統營運管理的影響，但日本仍在持續檢討精進應對策略中。





圖 26 參訪人員交流過程



圖 27 日本下水道協會講授有關下水道建設與操作維護責任及經費歸屬



圖 28 日本下水道協會岡久宏史理事長

#### 11、污水處理廠營運數據平台

久保田與其子公司久保田環境工程公司(東京中央區)合作開發了 KSIS BLUE FRONT，是一個集中管理污水處理廠和其他設施運營和維護所需數據的平台。



圖 29 久保田公司展區

在展區上，久保田公司公佈了 Casys Blue Front 的一項新功能，該功能

可模擬和比較設施在其使用壽命期間的更新成本以及早期維修後的更新成本，預防性維護可以降低更新成本。

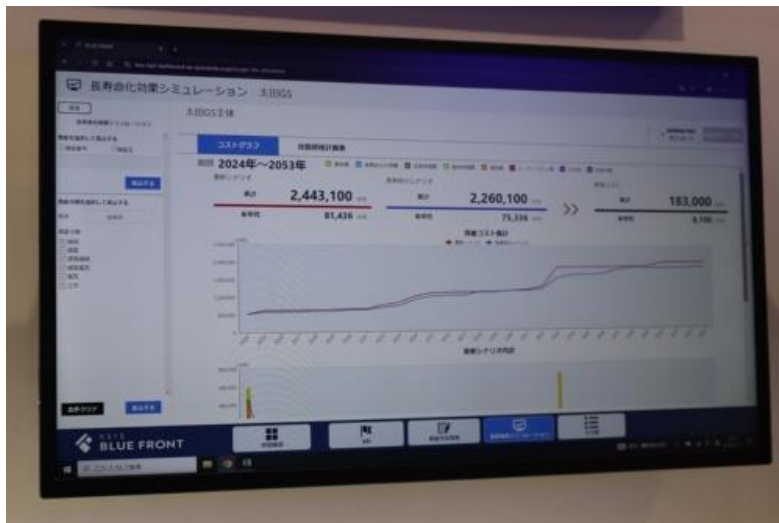


圖 30 壽命延長效果模擬範例

久保田公司表示，如果在推進水務 PPP 項目時使用模擬功能，將能夠在當地政府的預算範圍內提出並實施預防性維護型更新工作。此外，兩家公司本次亦展現利用四足機器人實現污水廠和其他設施的自動檢查。污水處理廠透過自動化等手段，每年可望降低成本約 1500 萬日元，相當於 3 名廠區人員的人力成本，透過安裝在四足機器人上的攝影機讀取儀表值來獲取檢查數據，最終利用 Casys BlueFront 提高壽命延長模擬結果的準確性。



圖 31 四足機器人

## 二、虹下水道博物館

虹的下水道博物館是由東京都下水道局所營運，透過寓教於樂的方式向民眾宣導下水道之重要性的一座博物館。該館位於東京都台場有明再生水中心，該中心為全面地下化設施，與有明清掃工廠（焚化廠）共享基地，而有明再生水中心地面層除有部分作為處理設施使用，其餘作為下水道博物館及回饋民眾開放空間使用，例如健身房、泳池等。



圖 32 東京都台場有明再生水中心及虹下水道博物館外觀

虹的下水道博物館主要面向兒童，館內大廳設有互動式電子螢幕，彷彿置身於下水道當中，閃躲蜂擁而至的污水，再向內走去，則有東京都下水道系統的大尺寸模型，及下水道建設材料（如管材等）、人孔設計、下水道建設及更新工法及下水道建設歷史等。而該館最特別的是設有體驗空間，定期或不定期舉辦各種活動，讓小朋友親自體驗擔任下水道操作、維護的工作，參訪當日正逢該館舉行活動，係由工作人員帶領小朋友體驗檢驗污泥中微生物的工作。





圖 33 虹的下水道博物館大廳互動式電子螢幕



圖 34 當日博物館學童體驗活動

館內設有探索下水道世界的體驗設施，例如以下水道小鎮為背景，真實地再現了下水道管道和泵站，展示污水流向和處理方法的展覽，可以看到水從哪裡來、流向哪裡，還有一個區域重建了一個處理污水的水回收中心。另外，還設有根據季節變換主題的各種說明板和特別展覽。在下水道管道展覽的後面，還有一個展覽，用色彩繽紛的模型，以簡單易懂的方式解釋污水的流動。



圖 35 下水道小鎮模擬水的來源及流向

博物館內亦設計建築物內部的下水道管道，讓民眾親眼看到污水的流動，再現了家庭的管道系統，可以從浴缸、廁所和水槽放水，並觀察污水如何流動。



圖 36 家戶污水下水道系統模型圖

虹下水道博物館中，來自全國各地的獨特人孔蓋海報。



圖 37 全國人孔蓋海報

有關下水道之堵塞多是因為用戶使用習慣問題，如將廚餘、毛髮、雜物等排入所致，而高油脂亦會遇冷易結塊造成管線堵塞，故目前我國依據建築技術規則排水設備篇第 36 條規定，建築物排水中含有油脂、沙粒、易燃物、固體物等有害排水系統或公共下水道之操作者，應在排入公共排水系統前，裝設截留器或分離器。





圖 38 展示流入家戶污水下水道的各種垃圾

另一方面，館內還設有放映空間，放映各式以下水道及污水處理相關的影片及動畫，並展出東京都下水道局的各式刊物，供民眾自行取閱，使該館不僅面向兒童，連成年人也可以從中學習到想當豐富的知識。

虹的下水道博物館透過寓教於樂的方式，藉由體驗設施與活動，使家長及兒童皆參與其中，藉此學習到下水道及污水處理的知識，有助於拉近下水道與民眾間的距離，另外藉由該館的展覽與活動，也使東京都的民眾可以更理解下水道「看不見的建設」的用意及重要性，也讓相關部門的努力視覺化，創造官民之間互動的最佳契機。

### 三、荒川水循環中心

由於荒川水再生中心規模巨大，且歷史悠久，係由公益財團法人埼玉縣下水道公社荒川左岸南部支社管理，該中心亦在下水道環境教育方面付出相當多的努力，例如該中心設有環境教育展示中心，除展示其各種污水處理設備與知識，亦有設計各種特殊下水道人孔，頗具紀念意義。該中心還有自己的吉祥物「緩步動物君」，並舉辦下水道慶典，透過體驗式環境教育拉近民眾與下水道的距離。



圖 39 公益財團法人埼玉縣下水道公社荒川左岸南部支社匾額

一進到荒川水循環中心，就被中心的吉祥物所吸引，該廠透過將污水處理過程中出現的微生物例如水熊蟲（Macrobiotus）漫畫化為吉祥物角色，拉近深澀的污水處理知識與民眾之間的距離，此外並製作相關動畫幫助一般民眾來參訪時能更快速了解污水處理的過程。另外，該中心設有常態展，展出荒川流域各管理機構頗具特色的彩繪人孔蓋，也有年度紀念人孔蓋，透過繽紛的顏色讓民眾對下水道系統建立相當的好感。





圖 40 緩歩動物軍家族吉祥物角色



圖 41 荒川流域下水道紀念人孔蓋展示

荒川水再生中心屬於「流域型污水處理設施」，收集荒川流域左岸五個城市，包含川口市、埼玉市、上尾市、蕨市及戶田市等產生之污水，於 1971 年開始運作，荒川流域下水道系統與日本多數系統相同，係屬雨污合流系統，雨水及污水收集後會併同進入污水處理設施，目前該廠晴天進流量達 70

萬噸/日，雨天則可達 100 - 200 萬噸/日，為日本最大規模的污水處理廠之一，該污水廠將所收集之污水處理後放流水排入荒川。荒川水再生中心採用標準活性污泥法，其進流水設計水質為 SS：120 mg/L、BOD：130 mg/L 及 COD：87 mg/L；經處理後放流水水質為 SS：2.9 mg/L、BOD：3.1 mg/L 及 COD：11 mg/L。

荒川水再生中心前處理及初級處理設施設於室內，並由廠房上方通風通道換氣，並無明顯異味發生，且綜觀該廠各單元環境保持相當整潔，可有效避免工安意外發生。此外荒川流域各水再生中心及下水道系統間有物聯網連線，各中心總機房設於荒川水再生中心，並有外包廠商 24 小時全時間監管，避免設備發生異常狀況。



圖 42 荒川水再生中心前處理設施





圖 43 荒川水再生中心中央管理室

荒川水再生中心晴天時處理水量約 6,200 萬立方公尺，其處理程序即我國常見傳統活性污泥法，污水進入處理廠後，首先經過初篩，使大塊碎片去除後進入初沉池，利用重力去除比重高之懸浮物，接著進入其核心設施，即生物反應槽，流入的含有大量微生物的污水和活性污泥與氣泡混合(曝氣)，微生物無法分解的漂浮物，併入含有許多微生物的活性污泥中。在終沉池中，反應池中產生的活性污泥會緩慢流動並使污泥沉澱並與上清水分離。最後，上清水在消毒設施中加氯消毒，然後從出水口排入荒川河。該廠處理污水產生的污泥被送到該廠附設的污泥處理區域，先進行濃縮處理，再送到消化池處理之後將其焚燒，惟本次並未參訪污泥焚燒廠。

在訪視過程中，觀覽到生物處理槽時注意到有加蓋的設計，因國內之污水處理廠較少見此設計，故進一步詢問該廠人員此設計之用意，廠方表示考量該地周邊鄰近民宅，為了避免異味飄散，除前處理設施完全位於室內外，



位於室外之生物處理槽亦全予加蓋，並以臭氣收集系統加以處理，國內在設計污水處理廠若處理設施完全位於室外之情形時，參考鄰近民眾知觀感或腹地條件，亦可以將此加蓋設計納入參考。另一方面，由於該下水道為雨污合流系統，廠方表示若遭遇強降雨，進流量可能達 200 萬噸/日，故該廠設置有雨水貯留設施及繞流機制，當發生極端降雨情形，可將進流水經簡易加氯處理後即予繞流，依規定可免符合放流水標準，但有排放量之限制。



圖 44 荒川水再生中心生物處理單元皆加蓋避免異味飄散

廠方特別在導覽最後停留在放流水槽，說明經處理後放流水無色無味，親自採了一桶水樣提供團員親自體驗，確實已無異味，可見其處理有成。



圖 45 經處理後放流水已無異味

#### 四、首都圈外外圍排水道

此次參訪行程亦前往參觀，世界上最大的地下蓄洪池-首都圈外外圍排水道，在日本首都圈地區，中川和綾瀨川流域被利根川、江戶川及荒川等大河圍繞，地形類似盆地，地勢較低，容易積水，而且，因為河道坡度平緩，河水難以流入大海，所以降雨較多時，河流水位常常居高不下，再加上近年該地區城市建設發展加快，雨水很難滲透到地下，積聚的雨水大量湧入河流，導致河水隨時可能泛濫。故埼玉縣中川河流域和綾瀨河流域多年來遭受洪水和浸水破壞，故歷史上曾多次發生洪澇災害。

東京都會區自 1955 年開始急速都市化發展，使中川、綾瀨川等低窪地區快速聚集大量人口，因該區域位於荒川及江戶川中間的低地區，導致出現強降雨時即會發生嚴重淹水問題。因此 1980 年代政府將中川、綾瀨川指定為「綜合治水對策特定河川」，藉由河道整修（列如截彎取直）、建設排水道及中央排水系統、發展流域對策（例如在校區蓄積洪水、建置整備調整池等）及發展軟體性對策（制定應對淹水政策等），其中在「首都圈外圍排水道」為極為重要之治水建設，該系統為超大型排水設施，透過五個深達 70 公尺、直徑達 30 公尺的豎井系統、位於地下 50 公尺、連通豎井且口徑達 10.6 公尺的隧道系統及調壓水槽組成，蒐集中川、倉松川、大落古利根川等洪水，並藉由 4 座排水量達 50 m<sup>3</sup>/s 的巨大排水泵排出至江戶川，排入江戶川的水最終流入東京灣。



圖 46 首都圈外外圍排水道之地下蓄水池豎井實景

排水道主要由以下幾部分組成，將各條河流溢出的河水引入排水道的「引流裝置」和「豎井」，讓水流入地下、發揮地下河道作用的「隧道」，在地下形成一定空間，以減弱水勢、確保水流暢通的「調壓水槽」，從地下排出洪水的「排水泵浦站」和「排水暗渠」。



其中本次參訪的調壓水槽位於春日部市郊區地下 22 公尺處，該巨大蓄洪池長 177 公尺、寬 78 公尺、高 18 公尺，並設有 59 根支柱以抵抗地下水所帶來的浮力並支撐結構體（長 7 公尺、寬 78 公尺、高 18 公尺，重達 500 噸），該調壓水槽可以承受並減弱洪水自地下隧道湧出時的力量，故具有穩定排水泵運轉之功能，形狀宛如地下神殿，相當壯觀。

前述調壓水槽位於地下隧道層以上，故僅有洪水湧入使水位迅速上升才會進入水槽，依據統計，平均每年該調壓水槽會有七次承受洪水，而待洪水退去後挾帶之土砂石會由人工及機具清出，並用以再利用為建築材料。

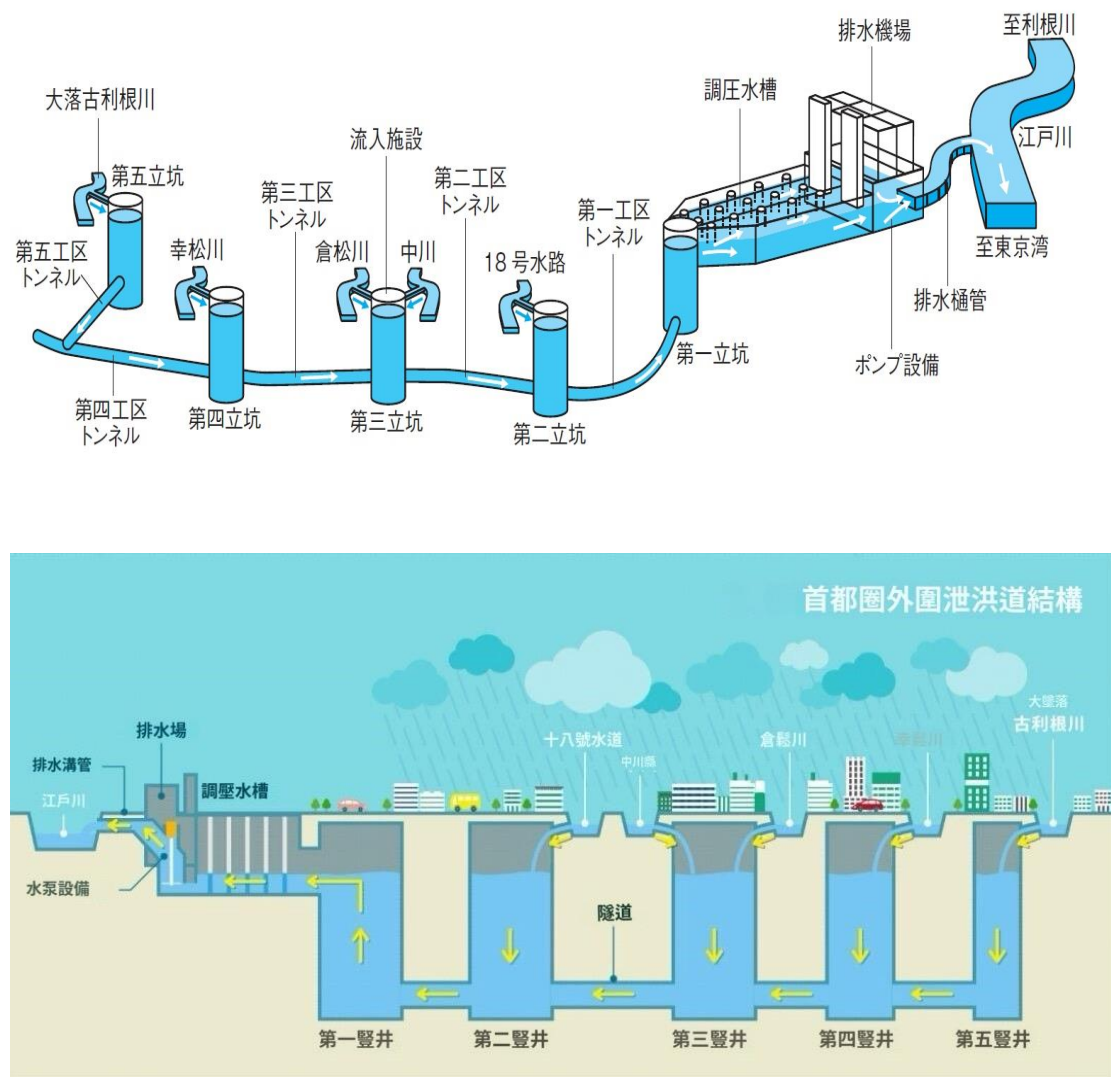


圖 47 首都圏外外圍排水道之設置構造



豎井之體積可以完全容納一架太空梭或自由女神像，在建設階段時即導入許多新工法及技術，如在第三號豎井與第五號豎井，即採用「渦流式沉井工法」，藉此改變流入口的形狀，使洪水可以從沿著豎井壁面留下，減緩落水所造成的巨大衝擊力；另一方面，本次建設亦將隧道建築階段產生的細顆粒掘削土循環利用，作為建設江戶川高規格堤防之材料。

本地下排水系統為世界規模最大之系統，日本政府已將其委外經營，目前係以「地底探險博物館『龍 Q 館』」為名稱，設置有展示式、潛盾機模型、地底探險大廳及地層塔等寓教於樂之場所供民眾免費參觀，另一方面也開放付費導覽，可至地下神宮（調壓水槽）參觀並接受導覽，以便民眾更深刻的認識這一藏在地底下，卻又功不可沒的設施

日本近期因珊珊颱風流入首都圈外外圍排水道的雨水造成淤積，善後情形採用水泵抽乾水後，再透過人工清理了底部堆積的泥土



圖 48 負責維護管理的河村建設株式會社操作情形

## 肆、心得及建議

### 一、心得

- (一) 透過參訪虹的下水道館及下水道展，並與日方人員交流，本署深刻感受到日本在下水道領域的專業技術與高度用心，虹的下水道館成功將複雜的技術轉化為易於理解的科普宣傳，拉近了公眾與技術領域的距離，這對本署推動下水道相關政策的公眾溝通提供了寶貴的參考。
- (二) 在展場拜訪日本下水道事業團時，了解到該事業團在日本下水道系統的規劃、設計、維護管理等多項業務中的角色，並與其深入探討了日本國內下水道營運管理的現況及地方政府與國土交通省的分工模式，這也讓本署反思如何藉鑒日本的分工合作機制，進一步強化國內下水道管理系統的專責機構設立與功能分配。
- (三) 在與日本下水道協會的交流講座中，對於針對人口減少區域下水道營運問題的應對方式，特別是「廣域化」及 PPP 模式，有了更深層的理解，該模式透過多市聯合管理及民間企業的參與，協助解決資源分配不均及費用負擔問題，這對於我國未來面臨人口減少的挑戰，提供了有益的策略參考。
- (四) 日本下水道使用費收取模式也為本署提供了啟示，透過模擬軟體服務，地方政府可以依據實際用水量 and 成本分配進行費率調整，這種靈活性有助於提升下水道系統的長期財務可持續性。本署認為可以借鑒此模式，推動國內各縣市政府在下水道使用費的調整上採取更為科學、具數據性之方式進行徵收。
- (五) 針對本次交流中了解到的日本下水道營運專責機構的設置與管理模式，本署反思我國下水道機構的現況，過去國內也曾面臨設立專責下水道

機構的困難與管理混淆問題，未來本署可參考日本模式，探討建立更為明確的分工及責任機制，以強化國內下水道的管理效能。

(六) 展覽中展示的先進技術，諸如連續監測設備及磷回收技術，對於本署未來推動國內相關技術引進和應用具有啟示。這些技術在日本的成功應用，特別是配合更嚴格的環境標準，提供了技術推廣的實例。適逢我國污水處理廠之角色正逐漸由污染處理建設轉向資源循環增值及節能減碳智慧化之概念，本署刻正積極評估將此類技術導入國內，並推動相關產業鏈的建立，例如藉由更耐積垢、更精準的連續監測設備有助即實蒐集完整的水質變化數據，以利建立更加自動化的污水處理系統，甚至達成污水廠數位孿生；另磷回收技術已在日本實證可行，若可導入國內，將有助污水處理廠進一步達成資源循環增值，並利於我國取得戰略物資，降低對進口磷肥的依賴。

(七) 日本下水道系統面臨的挑戰，如人口減少對系統營運帶來的不確定性，亦讓本署深刻反思我國逐步進入高齡社會後，如何在下水道管理中應對類似挑戰。

(八) 在極端氣候挑戰下，日本與台灣在防洪設施管理上有著相似的需求，日本透過地下大規模排水系統應對洪水的經驗，對本署來說具有重要的借鑒價值，雖目前國內亦有建設相當規模之防洪設施，但仍需積極檢討國內防洪設施現況，探討如何提升我國防洪系統的韌性及應對能力，因應氣候變遷所帶來之影響。

(九) 日本在污水處理及洪水防治方面，不僅投入了技術與建設，還藉由環境教育拉近了民眾與基礎設施的距離，這對本署的公共宣傳策略提供了重要啟示，未來在推動相關政策時，應更加重視民眾參與與理解，透過多元化的宣傳手段，提升社會對下水道設施的認識與支持，進而

促進政策的順利實施。

## 二、建議

- (一) **促進產官學協同合作**：日本的下水道管理展現出政府、企業與學術界的緊密合作，國內應進一步加強產官學界的協同機制，尤其在技術創新與系統管理方面，藉由學術研究支持、企業的實際應用經驗及政府政策的指導，促進下水道系統技術的進步和管理的優化，並為未來可能的氣候變遷挑戰做好準備。
- (二) **引進並優化先進技術**：展覽中展示的連續監測技術及磷回收技術等，都是我國已經研發中或可加以引進之技術，建議主管機關與相關單位可積極推展國際合作，並適當引入相關技術，擇合適規模、地理區位之水資源回收中心加以驗證，促進我國污水處力系統的智慧化、自動化、高效化與資源化，從而提高污水處理效能和資源回收利用的水平，並提升國內相關技術之成熟度。
- (三) **針對人口減少和高齡化的長期規劃**：日本面臨人口減少對下水道系統的營運挑戰，透過「廣域化」和 PPP 模式進行應對，台灣邁入高齡社會，也需思考下水道系統如何在這樣的社會變遷下保持持續運行及財務平衡，建議學習日本的應對措施，並針對不同區域制定相應的長期規劃。
- (四) **提升洪水防治能力及基礎設施韌性**：面對極端氣候帶來的洪水風險，日本和台灣都需要加強防洪設施的建設與管理，建議主管機關參考日本建設超大規模排水系統的成功經驗，考慮增加城市地下排水系統或擴建現有防洪設施，以提升城市防洪能力，並配合自動化監控系統，以減少人力需求及提高防洪反應的效率。
- (五) **強化科技防災與韌性城市建設**：隨著極端氣候的影響，科技防災技術

和韌性城市的概念日益重要，故應持續致力於透過科技提升都市防洪容受力，推廣智慧城市及防災系統，尤其在高度都市化地區，應加強短延時強降雨應對措施，以減輕都市型洪災對環境和民生的衝擊。

- (六) **強化公眾教育與意識提升：**日本在下水道領域積極推動科普教育，透過設施參觀、宣傳材料及互動活動，成功讓民眾對下水道系統有更深入的了解。建議國內也可考慮發展類似的環境教育策略，結合多元宣傳形式，將下水道設施及水資源管理知識普及給公眾，進而提高民眾的環保意識與基礎設施的認知，促進政策推行過程中的順利溝通。



# 附録 日本下水道協会回覆 QA

質問団体	質問	回答
国土管理署	ほとんどの下水道および下水道プロジェクトは推進工法を採用して建設されています。「パイプジャッキ一施工」に關連する機械および装置のオペレーターについては、貴国には關連する技能検定試験がありますか？、具体的な検定方法は何か？また、機械のブランドによって操作方法が異なります。技能検定はどのように実施すればよいのでしょうか？	一、下水道工法は推進工法を採用して、計画的に推進工法と相関関係のある人員、資機材の有無や管理の技能検定、具體的作業方法が？ 二、異なる設備の機械操作方式が異なる、如何に實施技能検定試験？ <a href="https://suisinkyo.or.jp/">https://suisinkyo.or.jp/</a>
国土管理署	下水道の建設、運営、管理には巨額の財源が必要です。貴国は推進資金をどのように調達していますか？また、下水道利用者には下水道使用料がかかりますが、貴国の現在の徴収額または料金の計算方法は何か？	一、下水道建設及營運管理均轉讓大財源、貴国如何籌措相關經費？ 二、下水道用戶收取下水道使用費、貴国目前收取額或費率計算方式為何？ <a href="https://www.city.yokohama.jp/kurashi/machizukuri-kankyo/kasen-gesudo/gesudo/kaiji/zaiseikouhou.html">https://www.city.yokohama.jp/kurashi/machizukuri-kankyo/kasen-gesudo/gesudo/kaiji/zaiseikouhou.html</a>
国土管理署	2050年の炭素CO2排出実質ゼロの傾向に対応して、下水道プロジェクトまたは建設区域における炭素削減対策に關連する進展はありますか？	三、國際2050年淨零目標趨勢、對於下水道工程或建設設備之減碳作為、是否有相關進展？ 四、因應氣候變遷、近年常有暴雨發生、我國目前針對建築物開發建設設施(流出抑制設施)、環境其他暴雨期間、應有貯水庫池以及限制排放室間下水道之最大排放量等功、貴國針對本項措施是否有相關進展或具體作法可供參考？ <a href="https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewage/content/001444668.pdf">https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewage/content/001444668.pdf</a> 第34回中日工程技術協会の開会の講演資料にも詳細が記載されています。
国土管理署	気候変動に伴い、近年、豪雨が頻発している現在、台湾の建設事例においては、豪雨時に洪水を貯留する機能を確保し、雨水下水道への最大放流量を制限する施設(流出抑制施設)を設置する必要がありますがある。貴国には、この措置に關して参考となる関連技術や具体的な実施方法がありますか？ご参考にいただけますでしょうか。	同上 1980年代から総合治水計画が策定され、流域対策を推進している。東京都と神奈川の間を流れる鶴見川での対策が有名。流域内の貯留量は約300万m <sup>3</sup> <a href="https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000077810.pdf">https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000077810.pdf</a> <a href="https://www.rnk.or.jp/shutoken/shutoho/20210605.html">https://www.rnk.or.jp/shutoken/shutoho/20210605.html</a>
国土管理署	近年、AI(人工知能)が目玉されていますが、日本は下水道現場の知能管理にAIを活用することについての見解や実施経験について教えてください。	為近年來的熱門話題、請問日本在污水處理廠上利用AI進行智慧管理的看法或實際經驗。 下水道DXの一環である下水道現場運転へのAI導入に向け、国土交通省では下水道革新的技術実証事業(B-DASH)にて、「AIを活用した水処理運転の最適化支援技術」の実証を行っています。また、複数の地方公共団体等でも、実証と共同で下水道現場の運転にAIを活用する実証研究が実施されています。AI導入及び運用に必要な運転データの取得(ベンダーロックイン※解消)に向けた環境整備が困難とされています。このため、国は換気設備を設置し、「AI導入及び運用に必要な運転データの取得(ベンダーロックイン※解消)に向けた環境整備」「信頼性の確保」「透明性の確保」「技術開発・導入促進」の観点から、「下水道現場運転へのAI導入に向けた環境整備に關するあり方について」が提言としてとりまとめられました。 <a href="https://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo13_h_000662.html">https://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo13_h_000662.html</a>
台北市	首都圏外水路網は、大規模災害が発生してから計画して建設された事業だったのでしょうか？それとも都の都市治水長期計画の中で段階的に実施することが予定されている事業なのでしょうか？首都圏外の排水下水道の完成前後で、洪水の頻度と範囲に大きな違いはありますか？洪水の心配がないほど雨が降る頻度は一時間の雨量どれくらい以上は大丈夫ですか？首都圏外の排水水路の計画・建設が進められた際、住民や環境団体からの反対はありませんでしたか、どのようにコミュニケーションをとり、対応すればよいのでしょうか？	一、首都圏外排水水路の整備、是為發生重大災害事件才開始發想規劃推動的工役？或是原本就在首都都市防污治理長期規劃計畫中就已經被訂定預定實施的工役？ 二、首都圏外排水水路完成前完成後、雨水的頻率範圍明顯差別？多少降雨量以下的降雨現在完全不考慮的淹水發生？ 三、首都圏外排水水路規劃推動與同時、是否有民眾或環保團體之抗爭反對？如何溝通處理？ 見字陣にお尋ね下さい。 <参考> <a href="https://www.ktr.mlit.go.jp/edogawa/gakoku/hart/edogawa_hart00572.html">https://www.ktr.mlit.go.jp/edogawa/gakoku/hart/edogawa_hart00572.html</a> <a href="https://www.ktr.mlit.go.jp/edogawa/gakoku/hart/edogawa_hart00823.html">https://www.ktr.mlit.go.jp/edogawa/gakoku/hart/edogawa_hart00823.html</a> <a href="https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/00042478.pdf">https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/00042478.pdf</a>
高崎市	1.現在、都内に設置されている暴水防止のポンプ場は何方があります。設備水量はどれくらいですか？ 2.ポンプユニットは主に立軸ポンプですか、それとも水中ポンプですか？ 3.ポンプ場で暴水防止の動作を行う場合、標準操作手順には大雨予測モードが含まれていますか、それともリアルタイムの水位に基づいていますか？	一、首都圏外設置防洪水站總共有多少站、總抽水容量多少？ 二、抽水機是為立軸軸式抽水機或沉水式抽水機為主？ 三、防洪水站進行防洪水操作時、其標準操作程序是否有加入暴雨預報模式或即時水位為主？ 詳細は東京都下水道局に連絡下さい。インターネット等で調べた情報を参考記載します。 1. 30か所 <a href="https://www.gesu.metro.tokyo.lg.jp/about/pdf/jg06_chapter02.pdf">https://www.gesu.metro.tokyo.lg.jp/about/pdf/jg06_chapter02.pdf</a> 2. 立軸 3. 通常の雨では、ポンプ弁や幹線内の水位に基づき、ポンプは自動運転されています。但し、大雨が予想される場合、自動運転では間に合わない場合は、手動運転に切り替えます。また一部のポンプ所には先行待機型のポンプを導入し、急激な水位上昇時備えています。 詳細は東京都下水道局に連絡下さい。インターネットで調べた情報を参考記載します。 管及率100%、管総延長14,197km。 <a href="https://www.gesu.metro.tokyo.lg.jp/about/pdf/jg06_chapter02.pdf">https://www.gesu.metro.tokyo.lg.jp/about/pdf/jg06_chapter02.pdf</a> 年間維持管理費1409億円 <a href="https://www.gesu.metro.tokyo.lg.jp/about/e3/finance/04gyjsyo/03/index.html">https://www.gesu.metro.tokyo.lg.jp/about/e3/finance/04gyjsyo/03/index.html</a> 主要課題 再構築(老朽化対策)、浸水対策、震災対策、合流式下水道の改善、エネルギー地球温暖化対策 <a href="https://www.gesu.metro.tokyo.lg.jp/about/e4/kaiji-kankyo/kai-kan2023/index.html">https://www.gesu.metro.tokyo.lg.jp/about/e4/kaiji-kankyo/kai-kan2023/index.html</a>
高崎市	1. 東京は世界で最も進歩的な都市の一つであり、下水道の普及と環境状況を理解したいと貴重な経験を勉強したいと考えています。すみませんが、現在の下水道普及率はどれくらいですか？パイプラインの延長は何キロメートルですか？年間どれくらいの維持費がかかりますか？ 現在の下水道普及率はどれくらいですか？パイプラインの延長は何キロメートルですか？年間どれくらいの維持費がかかりますか？ 下水道維持管理において最も困難な問題、または解決しないといけないの問題に遭遇したことがありますか？ 2. 東京都地区における雨水排水設計の保水基準はどのようなものですか？1時間どれくらいの雨量が降りますか？現在までの設計はフラッシングの問題を有効に克服していますか？	四、東京は全球最進歩的城市之一、有很多是貴國可以學習的、地方、想瞭解目前污水管網情形、希望可以從中獲得寶貴的經驗、請問： 目前污水管網普及率多少？管線總長多少公里？一年編列多少維護經費？編列金額是怎麼計算？在維護管理上有没有遇到最難或不可克服的問題？ 五、東京都區雨水排水設計保水標準是怎樣？降雨量是幾少？以目前的設計是否已有效克服淹水問題？ 東京都雨水対策基本方針に基づき、区部全域で1時間50mm降雨への対応を基本に施設整備早期に浸水被害を軽減するため、浸水の危険性が高い57地区を重点化し、うち最大の被害が発生している地区など16地区は1時間75mmで整備水準は減少傾向 <a href="https://www.kansetsu.metro.tokyo.lg.jp/jigyo/river/kariko/ryuki/02/sh5/sh5-2.html">https://www.kansetsu.metro.tokyo.lg.jp/jigyo/river/kariko/ryuki/02/sh5/sh5-2.html</a>
会長	住宅地専用雨水下水道システムの点検作業について	質問書が画像データのため、コピーできませんでした。
国土管理署	B-DASHについて 再生水の活用について	質問書が画像データのため、コピーできませんでした。 B-DASHについての質問は国定有事であるため、わかりません。再生水の活用については、日本では2147箇所の処理場がありますがそのうち300箇所が再生水が活用されています。再利用率は23,044万m <sup>3</sup> /年です。これは年間処理水量の約1.8%に相当します。主な用途は河川維持用水40%、雑排水21.4%、融雪用水18.8%となっています。

<p>1. 下水汚染の低減にはどのような対策が考えられますか、中国の一部の人々は焼却炉排出灰などの焼却に資わせて、そのエネルギー消費についても懸念しています。日本は下水汚染の燃料化燃焼や燃料化燃焼の二酸化炭素削減効果を確認したいと考えていますか、化石燃料の代替は日本は二酸化炭素削減効果を確認したいと考えていますか？</p> <p>2. 中国では下水の汚泥処理を重視した事例があるが、台湾にとって参考となるような、その促進効果は日本側が評価したことがあるのか伺いたい。台湾の農産物では鶏糞、重金属や環境ホルモンなどに対する厳しい規制が行われています。日本はこの規制の再利用率をどのように促進していますか？</p> <p>3. 現在、あらゆる階層の人々が環境化学物質(PFAS)の問題に注目しています。下水処理場がその排出源であることが指摘されています。日本の下水処理場でも、技術的にはポリマーの観点からそれを管理するにはどうすればよいでしょうか？</p> <p>4. ネットワークの排出の削減の進展に伴い、焼却炉焼却技術は徐々に普及してきていますが、現在、日本は焼却炉焼却技術を全面的に導入した下水処理場を計画していますか？あるいは、台湾が学ぶことができる実際のプラントの事例はありますか？</p> <p>5. 日本は数ヶ月前までの下水処理場の試験場を設置していることを聞きましたが、現在の運用状況や関連システムは台湾にとって参考になるでしょうか？</p> <p>6. 台湾における一時的な下水処理場の運営モデルの多くは、中央政府または地方政府から代理事業者に委託され、一定の契約期間内に運営されるものであるが、日本でも台湾で可能な別の運営モデルはあるのかお伺いしたい。からですか？</p> <p>7. 我が国の下水処理場の運営の改正の競争として、我が国における利用客引寄せ促進の選択、例えば引き取り率、利用者排水設備の認定、利用者料金徴収の改善等についてお伺いいたします。</p> <p>8. 日本は下水処理場、公共下水処理場施設から発生する汚泥を脱水または焼却する高効率システムを認定しているとお伺いしていますか、その対策は下水処理場から来ているのでしょうか？</p> <p>9. 公共下水処理場下水処理システムについて、日本は洪水が発生しやすい地域の管理施設に特に、政府の命令を受けて洪水災上および洪水施設の基準を設定する指針を有していると報告されている。中央当局が初めて認定基準または行政基準を公布したのか、それとも現地の状況に合わせて開発されているのでしょうか？</p>	<p>1. 汚泥燃料の燃焼に必要なエネルギーは考慮されています。下水処理場の調査によると燃焼には消化ガスなどクリーンエネルギーが活用されており、化石燃料の使用は削減されています。<a href="https://www.jwat.or.jp/quarterly/1518/pdf/069-033.pdf">https://www.jwat.or.jp/quarterly/1518/pdf/069-033.pdf</a></p> <p>2. リン肥料だけの問題ではなく、汚泥肥料の全量に対し、その安全性に懸念が示されています。国は大規模な調査を実施し、その安全性をアピールしています。<a href="https://www.mhl.go.jp/report/press/mitsukobu13_1h_000667.html">https://www.mhl.go.jp/report/press/mitsukobu13_1h_000667.html</a> <a href="https://www.mhl.go.jp/mitsukobu/sewage/content/00170748.pdf">https://www.mhl.go.jp/mitsukobu/sewage/content/00170748.pdf</a></p> <p>3. PFASについて、調査レポートの発行・発表はこれからです。先月、国の食品安全委員会がPFASの基準設定の考え方を提示した(ITD)として、PFOS:20ng/kg、PFOA:20ng/kg、<a href="https://www.fsc.go.jp/csr/aisa/gha_health_assessment.html">https://www.fsc.go.jp/csr/aisa/gha_health_assessment.html</a> 現在、水産水質基準の設定について報告されています。PFOSとPFOAの各値で50ng/lの基準になるであろうと報告されています。 <a href="https://www.eri.go.jp/content/00026670.pdf">https://www.eri.go.jp/content/00026670.pdf</a> その後、水質環境基準、土壌環境基準の認定が行われると予想され、下水処理場にも影響を及ぼす見込みです。</p> <p>4. 公共下水では残念ながらありません。工場排水処理で実施が進んでいます。 <a href="http://www.jwat.or.jp/quarterly/008/pdf/000-010.pdf">http://www.jwat.or.jp/quarterly/008/pdf/000-010.pdf</a> この考え方もと、現在水質環境基準の設定について、検討が進んでいます。基準はPFOS+PFOAで50ng/lになる見込みです。</p> <p>5. その後、水質環境基準、土壌環境基準の認定が行われ、検討が進んでいます。基準はPFOS+PFOAで50ng/lになる見込みです。</p> <p>6. 日本は水質環境基準の施設で、数ヶ月前の試験場を設置し、様々な新技術の開発評価を実施しています。<a href="https://www.jma.go.jp/company/shusan/ka_doryu/pdf/15-150.pdf">https://www.jma.go.jp/company/shusan/ka_doryu/pdf/15-150.pdf</a></p> <p>7. 日本では、地方自治(都道府県、市町村)から、民間企業に委託して実施するケースが多い。国は、人口減少を踏まえ、下水処理場の管理運営を効率化させるために、コンセッションの実施を検討している。日本は台湾に比べて、自治体の数が非常に多く、競争性が高い。</p> <p>8. <a href="https://www.mhl.go.jp/mitsukobu/sewage/mitsukobu_sewage_1h_000695.htm">https://www.mhl.go.jp/mitsukobu/sewage/mitsukobu_sewage_1h_000695.htm</a></p> <p>9. 7. 官廳の趣旨は、公共下水道への建設物の接続義務をめぐり下水処理場の認定と関係します。日本では、公共下水道が使えるようになった場合、3年以内に接続しなければならないという義務があります。下水道処理10年、新築物については、排水私費、排水公費の運用に使い、適切な料金設定をするように国が自治体を指導しています。 <a href="https://www.mhl.go.jp/mitsukobu/sewage/crd_sewage_1h_000140.html">https://www.mhl.go.jp/mitsukobu/sewage/crd_sewage_1h_000140.html</a> 約25%の自治体は適切な料金設定がされています。</p> <p>8. そのとおりです。</p> <p>9. 余剰は約、2017年、国の関係者においてこれまで、1.5から1.1の削減に上</p>
--	---

財団法人中興工程顧問社