

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別:開會)

參加北美水環境聯合會的技術展覽和會議

(Water Environment Federation's Technical Exhibition and  
Conference)

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：黃士昕 薦任技佐

派赴國家/地區：美國

出國期間：108年9月20日至9月27日

報告日期：108年10月

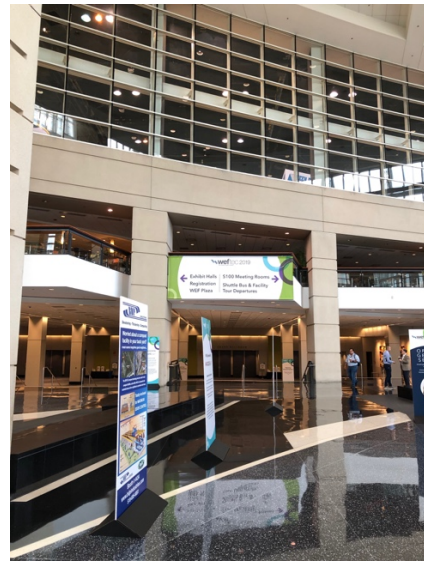
公務出國報告簡表

出國計畫名稱：參加北美水環境聯合會的技術展覽和會議(WEFTEC)		
出國人姓名/職稱/服務單位： 黃士昕/薦任技佐/行政院環境保護署水質保護處		
出國日期： 108/9/20~108/9/27		
活動日期	活動內容	活動地點
108.09.20 晚上	啟程，出發至美國芝加哥歐海爾國際機場，抵達美國下榻飯店。	臺灣、美國
108.09.21	調整時差、會議資料整理。	美國芝加哥
108.09.22	參觀美國推動以生態工法淨化河川水質水庫之計畫規劃與污染整治技術	美國芝加哥
108.09.23	參加 Stormwater Congress Luncheon，展現大數據進行智能雨水收集及排水系統	美國芝加哥
108.09.24	1.參觀本會議舉辦污水處理技術競賽，全世界各國廢水處理專家展示一系列處理廢水程序及科技，展現確保快速、安全下得最佳處理程序 2. 參加研討會議，討論大都會區雨水下水道建置，解決雨水管理急迫性問題	美國芝加哥
108.09.25	參加原水殘留物及污泥處理討論會議及水處理業者面臨的挑戰討論會議。	美國芝加哥
108.09.26	探訪親友	美國芝加哥
108.09.27	啟程回國	美國芝加哥
108.09.28	上午 4 時 55 分抵達桃園國際機場	臺灣
行程成果評估及心得建議：		

本次出訪美國北美水環境聯合會的技術展覽和會議，位於美國伊利諾伊州芝加哥麥考密克展覽會議中心，主要以北美洲國家為主舉辦之技術展覽及分享，另有中國、日本、韓國及臺灣等超過 800 家企業展出與眾不同的水處理設備，從儲水設備、淨水設備及流程、管閥管路安裝及抽水設備、熱水解處理設備及水質監測儀器等皆有展出（詳附錄 1），其中我國參加展覽僅有一家為克瑪里能源科技股份有限公司(Green Power Engineering Corporation)，主要做廢水曝氣處理及氣體供應，為剛成立之公司，另有超過百場技術研討會議，依不同主題請北美各大學專家學者及廠商報告最新研究技術，因展覽攤位及技術研討會議無法每場參加，本報告採部分參與議題進行分享及探討。



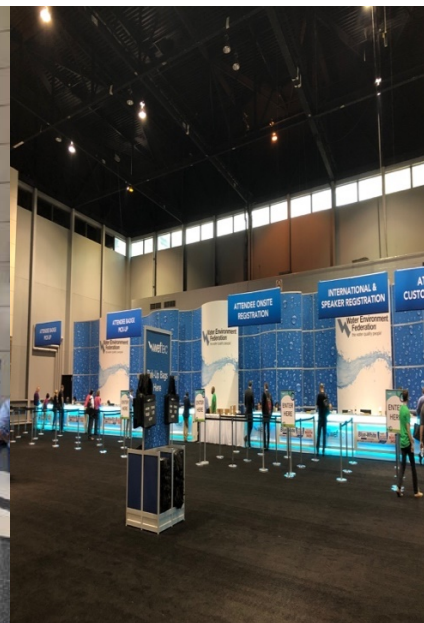
開會會場門口



會場室內景觀



會場室內景觀



報到領證件櫃檯



展覽會場指引 (8,729 個攤位)



會場注意事項標誌

## 摘要

本次透過北美水環境技術及研討會議(Water Environment Federation's Technical Exhibition and Conference, 簡稱 WEFTEC)廢(污)水技術展覽及技術研討會議了解美國及其他國家水處理技術, 作為精進臺灣水質淨化管制之目的。

北美水環境技術及研討會議(Water Environment Federation's Technical Exhibition and Conference, 簡稱 WEFTEC)為北美同類型中規模最大非營利技術及研討會議, 也是全世界最大型年度水質討論會議, 每年吸引來自全國超過 2 萬 2,000 名水質保護專業學者、工程師、政府官員、廠商營運商及其他等專業領域人員參加, 提供全球水質保護專業人員一個平台討論新研發處理技術及學術分享, 包含收集原水系統、節能與管理、過濾科技、淨水廠營運及處理、雨水排水系統、水資源再利用及相關研究, 在此也為水質保護領域業者提供展示的機會, 提升供應者最大曝光程度, 使本行業需求者及供應者建立聯結, 互相切磋, 分享最新知識及業務開展。開會主題包括:

- (一) 收集系統: 管理、運營和維護、基礎建設、流域管理和法規。
- (二) 節能與管理: 資源回收, 熱電聯產, 沼氣優化。
- (三) 膜技術: 應用於廢水和水回用之創新、性能優化且符合法規技術。
- (四) 工廠運營和處理: 水和廢水處理之創新技術與流程, 包括營養去除和氣味控制之具體可行方案。
- (五) 法規: 下水道溢流 (SSO, Sanitary sewer overflow)制度, 污染總量管制(TMDL, Total Maximum Daily Loads) /流域制度, 營養鹽交易制度和排污許可證制度 (NPDES, National Pollutant Discharge Elimination System)第二階段等。
- (六) 研究: 水及廢水處理領域的先進程序應用和近期發展
- (七) 殘留物和生物固體: 於符合土地申請、調查、法規、政治及民眾觀感程序下, 進行焚化、掩埋、再利用等處理方式。
- (八) 雨水: 處理、綠色基礎建設、潮濕氣候管理及模式模擬。
- (九) 公用事業管理: 適用於基礎建設、技術、適法性和安全性的資產管理和財務規劃, 包括環境管理系統(EMS)。
- (十) 水再利用/回收利用: 調查、規範、新興技術和實務可行的程序。
- (十一) 水質和流域管理: 雨水、潮濕天候及流域議題。

(資料來源: <https://www.weftec.org/about/about-weftec/>)

## 目次

壹、前言	1
貳、參加目的	1
參、出國行程與內容概要	1
肆、研討會成果	3
伍、心得	13
陸、致謝	14
柒、參考文獻及資料	15

## 壹、前言

我國 91 年起目前推動河川水質淨化工程 17 年，目前全國超過 100 處現地處理設施營運當中，作為污水下水道建設前保護水質之措施，近年推動結合生態保育、水質改善及周邊地景之水環境改善，營造水環境親水空間，推動全國水環境改善計畫，藉由跨部會合作，集中資源辦理河川及排水污水截流、水質淨化、休憩景觀、植栽美化及污水處理設施，營造 1 縣市至少 1 親水亮點，活化水岸空間，把被頂蓋蓋住的河川重見光明，常見工法礫間接觸、人工濕地及聚落式污水處理設施，透過截流設施，截取河道原水進入處理設施淨化後，排入原河川，是我國在污水下水道及水資源回收處理廠普及前最常見淨水方法。

## 貳、參加目的

為了解其他國家推動水質保護執行經驗，赴美國參加北美水環境技術及研討會議，掌握國際間水質處理方面最新技術及研究成果，作為規劃我國推動水質淨化政策與制度之參考。

## 參、出國行程與內容概要

本次出訪主要以北美水環境技術及研討會議為主，參觀各國水處理技術展覽會及技術研討會議，因展覽攤位及研討會議場次眾多，擬依現場情況調整行程。

表 1、開會行程

日期	行程內容	住宿地點
Day 1 108.9.20 (五)	1.啟程（臺灣桃園機場 PM 8：00—美國芝加哥） 2.預計當地時間 PM8:45 抵達美國芝加哥歐海爾國際機場。 3.搭車前往住宿地點及資料準備。	芝加哥
Day 2 108.9.21 (六)	調查時差、會議資料整理。	芝加哥
Day 3 108.9.22 (日)	參觀美國推動以生態工法淨化河川水庫水質之計畫規劃與污染整治技術。	芝加哥
Day 4 108.9.23 (一)	參加 Stormwater Congress Luncheon，展現大數據進行智能雨水收集及排水系統。	芝加哥
Day 5 108.9.24 (二)	1. 參觀本會議舉辦污水處理技術競賽，全世界各國廢水處理專家展示一系列處理廢水程序及科技，展現確保快速、準確及安全下得最佳處理組合。 2.參加研討會議，討論議題為大都會區雨水下水道建置，	芝加哥

日期		行程內容	住宿地點
		解決雨水管理急迫性問題，包含法規及政策、洪水影響、資金投入、綠色基礎建設效益等。	
Day6	108.9.25 (三)	參加原水殘留物及污泥處理討論會議及水處理業者面臨的挑戰討論會議。	芝加哥
Day7	108.9.26 (四)	探訪親友（行程自理）	芝加哥
Day8	108.9.27 (五)	1.啟程(美國 芝加哥歐海爾國際機場 AM 00:30 (ORD)-臺灣桃園機場) 2. 預計臺灣時間 AM4:55 抵達臺灣桃園國際機場。	歇夜於交通工具
Day9	108.9.28 (六)	AM 4:55 抵達臺灣桃園國際機場	

## 肆、研討會成果

(一) 日本廢污水處理如何面對流量下降及產業萎縮挑戰（日本國土交通省 MLIT，Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism 報告）

### 1. 背景資料

- (1) 日本事業廢水一年產生 40 萬噸廢污水，組成占比農業廢水占比 21%、營造業廢水占比 21%、造紙業占比 8%、金屬業占比 7%、其他占比 23% 及污水處理後之污泥占比 20%，接管政策從 1954 年開始從零接管快速成長至 2015 年接管長度達 47 萬公里，每年接管長度 1997 年來最高點 1.7 萬公里。
- (2) 日本接管率 79%（相當於處理 1 億人口廢污水，另美國接管率 76%），任何形式之污水處理廠 2,134 座，每年可處理 155 億公噸之廢污水（相當每日可處理 4,200 萬噸廢污水）。
- (3) 日本廢污水處理設備分布
  - i. 下水道系統以分流式污水下水道為大宗占 90%，優點在於雨水或表面逕流等非點源污染與點源污染分離、污水下水道溢流或突增風險降低、廢污水無混合現象，減少負面反應生成等優點。
  - ii. 污水處理廠容量以小於 5,000CMD 為大宗占 57%，其次為 10 萬 CMD 至 50 萬 CMD 占比 19%。



- iii. 處理方式以傳統式活性污泥處理 Conventional Activated Sludge system (CAS)與氧化渠(Oxidation Ditch)\*為大宗占比 74%，主要去除含碳有機物。

備註：氧化渠 OD(Oxidation Ditch):建立一個渠道，分別有曝氣設施作為好氧處理單元處理含碳有機物，另設置缺氧設施處理用於脫鎔處理，如以下示意圖 1。

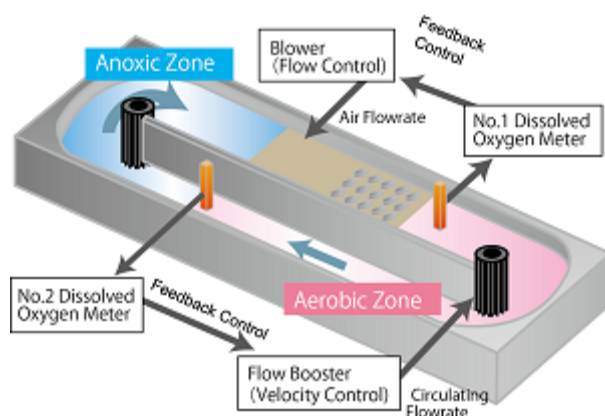


圖 1、氧化渠 OD(Oxidation Ditch)

圖片來源：[http://www.maezawa.co.jp/en/Water\\_Treatment/sewageag.html](http://www.maezawa.co.jp/en/Water_Treatment/sewageag.html)

## 2. 問題分析

- (1) 人口衰退：日本人口在 2008 年來到人口最高點 1.28 億人，接下來年年衰退，2015 年人口 1.27 億人，預計 2040 年衰退 11%至 15%、2060 年衰退 21%至 31%。
- (2) 水資源需求衰退：人口衰退問題為其一，另外日本再生水處理技術先進，如日本東京污水收集率接近 100%，回收再利用率約 9%（資料來源：水再生處理技術說明會講題日本、美國水再生處理技術經驗分享－陳筱華博士 2014 年 10 月 29 日），雖然會場上無公布日本總體回收水比率，但現今比率應超過 10%回收水再利用率。
- (3) 廢污水減少問題：
  - i. 廢水處理廠餘裕量增加，造成能源使用效率下降。
  - ii. 污染物濃度上升，於污水管輸送時容易產生不利化學反應，導致污水管破損。
  - iii. 運營成本 OPEX (Operating Expense)及資本支出 CAPEX(capital expenditure)上升。

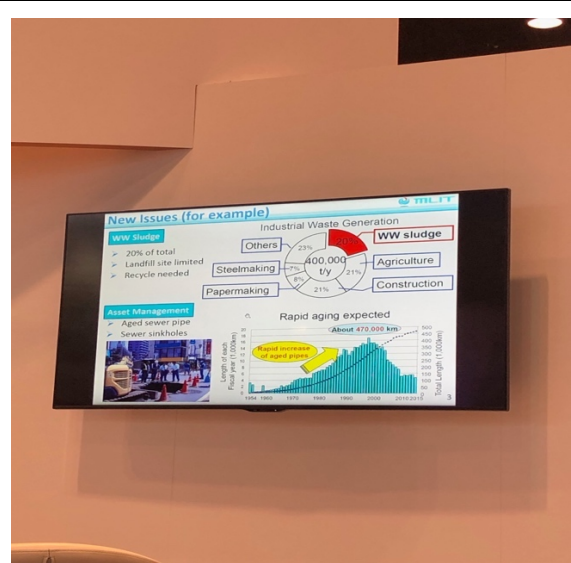
iv. 減少污水下水道使用費收入。

3. 解決方案：

- (1) 增加污水處理廠裝卸單元彈性：污水處理廠設計考量污水收集量變化，處理單元保留增加及減少之彈性，另依廢污水來源，保留可調整空間，例如加裝 Membrane bioreactor(MBR)處理生活污水，提升處理效能。
- (2) 增加污水處理廠處理暫時性高峰流量之負荷：為面對用水高峰時間變化，突發性高流量常常無法掌握，導致污水處理廠暫時性無法負荷，在設計時，須將依近幾年污水流量數據分析，針對水量最高點位為參考，設計應考量未來可加裝或擴增的土地面積或處理單元納入參考。
- (3) 在突增水量狀況下維持原水處理量能方法如下：
  - i. 在初沉池加上過濾輔助設備(filter-aided settler)。
  - ii. 裝設 Integrated Fixed-Film Activated Sludge (IFAS)及 Membrane bioreactor (MBR)利用分散式或固定式介質使生物處理效能提升，可減少水利停留時間，且污泥產生量較活性污泥法相對減少。



日本官員及顧問公司報告會場



廢污水來源分布及每年接管情形

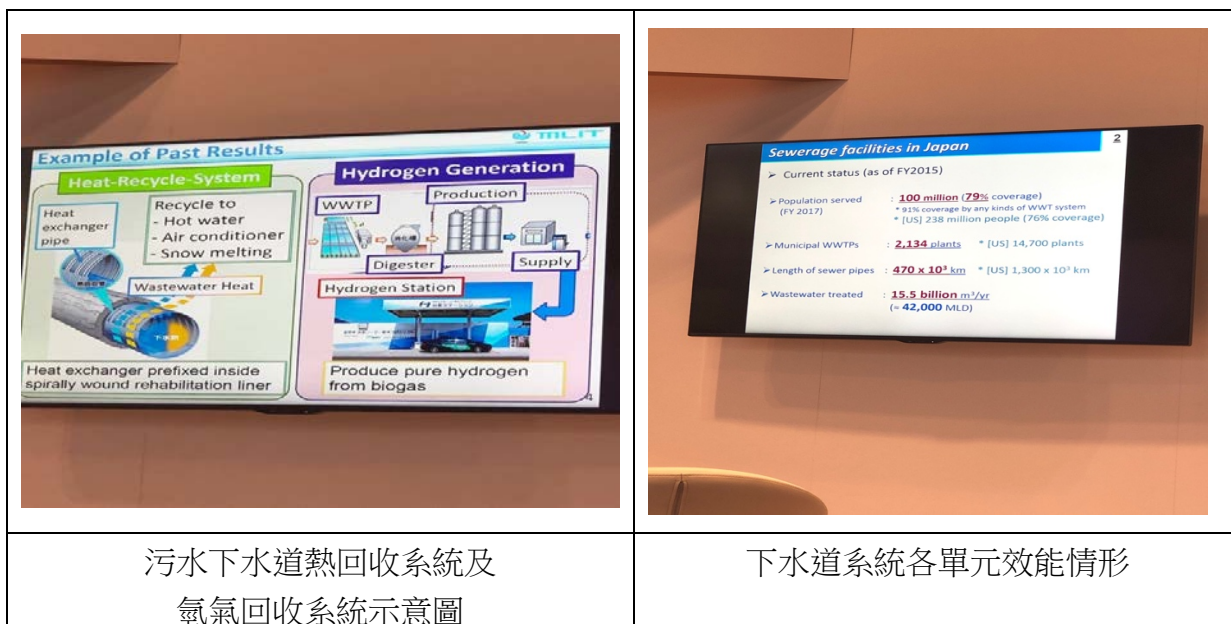


圖 2、日本廢污水處理如何面對流量下降及產業萎縮挑戰報告相關圖說

## (二) 日本廢污水處理技術分享

### 1、基本處理模式

典型廢污水處理模式分為前處理（沉沙池、浮除池）、一級處理（調勻池、初沉池）、二級處理（曝氣池、接觸污泥法）及終沉池，前處理主要去除水中大顆粒粒狀污染物及油酯；一級處理為進生物處理前的調整程序及去除更微小的顆粒，常用加藥混凝等方式；二級處理方法有很多樣，依去除目標污染物需求分為好氧性處理（活性污泥法、生物膜法及安定池法等）、厭氧性處理（厭氧消化法及厭氧分解法）及特殊污染物處理法（薄膜生物反應法、離子交換樹脂等）；終沉池將二級處理產生污泥及原水分離，產生污泥可採回流方式進入二級處理單元繼續處理。

### 2、創新作法

- (1) 固體分離程序：在前處理或一級處理加上一道快速過濾程序，反沖洗的水回流至沉沙池或初沉池，提升水中固體污染物去除效率，如下圖 3 所示。

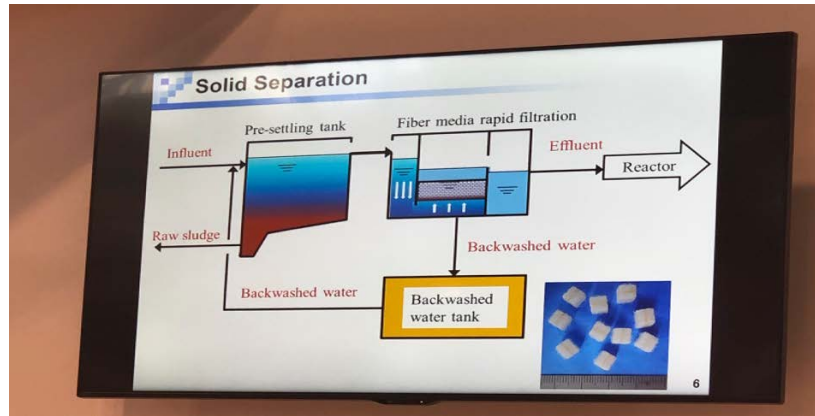


圖 3、固體污染物分離程序

- (2) 二級處理選擇生物去除營養鹽程序 Biological Nutrient Removal (BNR)，兼具好氧及厭氧反應之渠道，可同時處理含碳有機物、氮氧化物及磷，需嚴密控制水中含氧濃度（流速、水利停留時間及流況等）才不會影響生物處理效能，如下圖 4 所示。

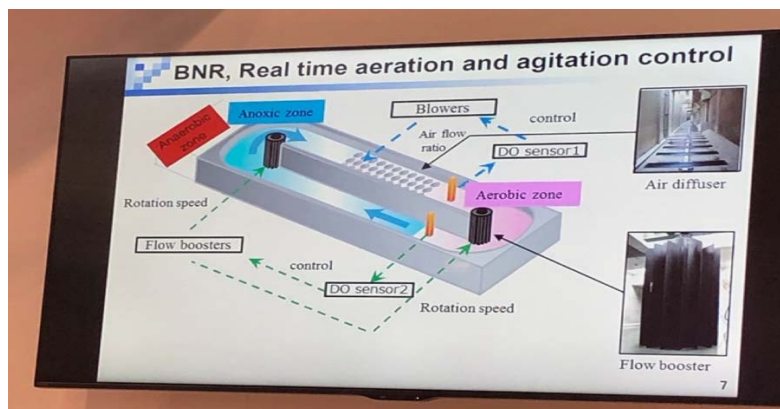


圖 4、二級處理法示意圖

### 3、成果展現

- (1) 以 2 年數據分析，去除效率相當好，BOD 平均濃度可以削減 96.6%、TN 平均濃度可以削減 87% 及 TP 平均濃度則削減 93.3%，如下圖 5 所示。

**Demonstrated results, 2 year study**

■ Target BOD ≤ 15mg/L, TN ≤ 10mg/L, TP ≤ 3mg/L

	Influent, mg/l Ave, Min-Max	Primary Effluent Ave, Min-Max	Final Effluent Ave, Min-Max
BOD	246, 67-580	118, 24-220	8.4, 3.0-14.0
TN	34, 14-59	26, 11-33	4.3, 1.5-6.8
TP	5.1, 2.1-12	3.7, 1.4-6.0	0.34, 0-1.6

圖 5、處理效能比較

- (2) 土地占用空間與 CAS 及 A<sub>2</sub>O 比較，可以發現此創新程序比 CAS 去除效率更好，又兼具 A<sub>2</sub>O 處理能力，占用空間卻沒有增加，如圖 6 所示。

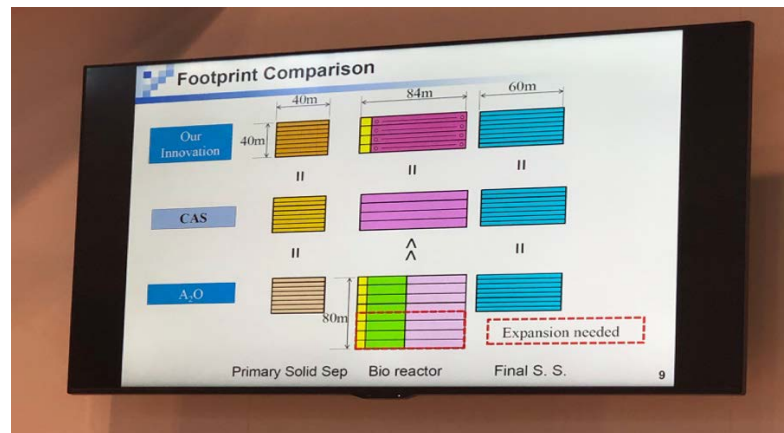


圖 6、各項處理方式占用空間比較

- (3) 以處理效能來說，CAS 改成 OD 形式的 BNR 不用增加占地空間，耗能方面又可低於 A<sub>2</sub>O 程序接近 40%，是一最佳化之處理程序。

### (三) 美國雨水收集議題(Stormwater Collection Issue)

- (1) 在極端氣候之下，在降雨不平均的區域對雨水收集系統需求增加，透過一定的設備、技術及設施將自然降雨收集，並加以處理後再利用，包含灌溉、生活用水、洗車、熱天灑水降溫等，循環利用水資源，不僅解決水資源短缺問題，也為保護自然環境進一分心，在美國是相當熱門的議題，確實影響美國人對於雨水收集。
- (2) 推動雨水收集政策，需考量法規面、政策面、人民認同、技術許可、需求性及理想方案等，法規面需要的是許可，在美國不是每洲規定皆可以自行收集雨水使用，甚至是被禁止的，尤其在缺水環境，政府需要統籌管理水資源，但是實際上大部分雨水還是流入河川或地下水，對於美國人來說並不公平。
- (3) 雨水收集規劃方式探討：
- 需求性：收集雨水之用途確定收集的質與量，進而確定收集方式，比如需要作灌溉用水，那水質不是處理需求，僅需簡單過濾即可使用。
  - 處理方式：依需求性，可設置屋頂雨水收集系統，如綠化屋頂(Green roof)\*，或地面雨水收集系統，如濕地(Treatment wetlands)\*，另依水質處理程度選擇過濾設備，篩除不必要之非點源污染。

- iii. 安全性：收集系統需貼近自然法則，在合理的位置建造大型蓄水設備可解決區域淹水問題，若地點不合宜，則帶來反效果，如同綠色基礎設施 (green infrastructure)\*。

備註：

1. 綠化屋頂(Greenroof):在建築屋頂樓鋪設植被，並搭配排水系統收集雨水，作為灌溉用水，減少雨水逕流及下水道負荷，不僅水資源回收，還可有效調控溫度、空氣清淨及減少溫室氣體等功能，且壽命比一般水泥屋頂來得長，但成本相對高，卻也隨著美國綠色屋頂產業的發展，價格持續下降。
2. 人工濕地(Treatment wetlands):模仿及利用大自然存在濕地之自淨能力，透過物理、化學及生物方法處理原水水質，廣泛地使用在農業灌溉用水，組成包含沉澱池、大型植被區、出水口及側邊疏洪道 (High Flow Bypass)，為臺灣相當常見之現地處理設施，如圖 6。

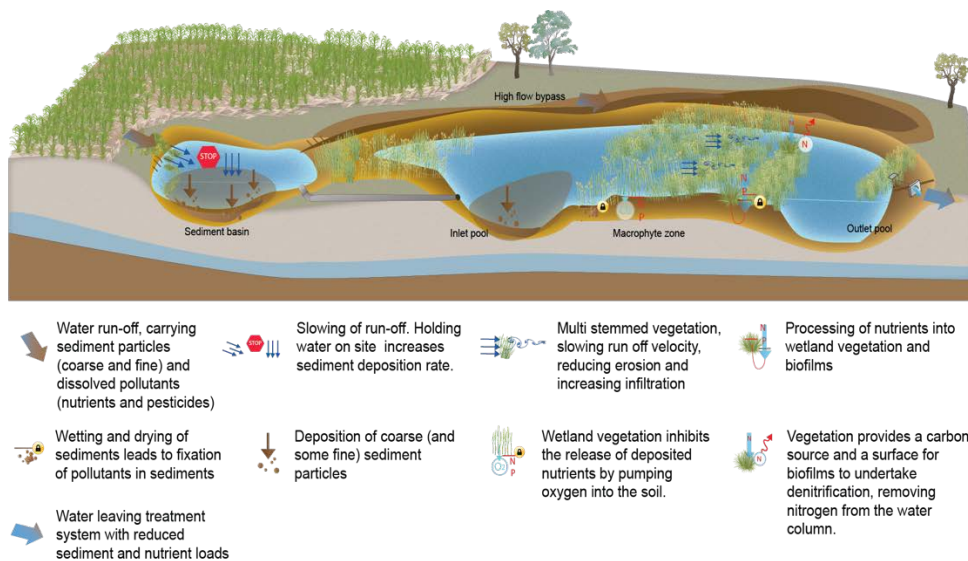


圖 6、人工濕地示意圖

圖片來源：

<https://wetlandinfo.des.qld.gov.au/wetlands/management/treatment-systems/for-agriculture/treatment-sys-nav-page/constructed-wetlands/>

3. 綠色基礎設施(green infrastructure)：泛指增加綠色植被空間之基礎建設，常見包含綠色屋頂、雨水花園、生態滯留池、沼澤、透水性佳路面、池塘、樹箱過濾設施(Tree Box Filter) (如圖 7)、斷開落水管(Downspout Disconnection) (如圖 8) 等設施，又可稱為低衝擊開發設施(Low Impact Development)。

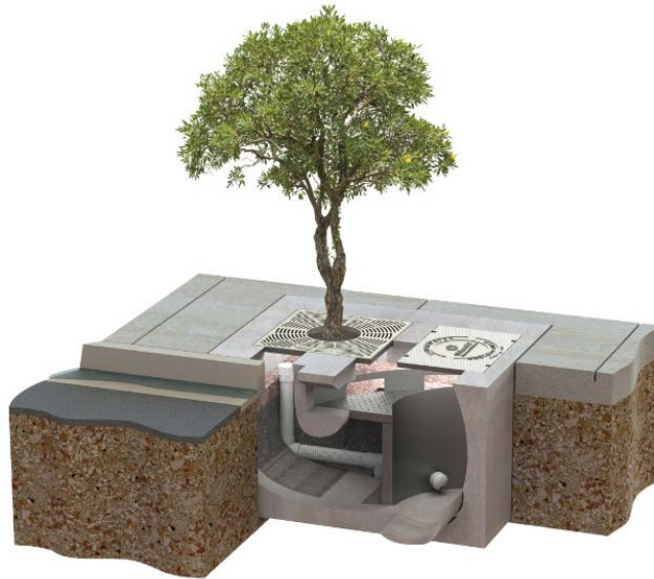


圖 7、樹箱過濾設施 Tree Box Filter 示意圖

圖片來源：

<https://www.waterworld.com/sponsored/oldcastle/article/16225654/oldcastle-infrastructure-biopod-box-filters-help-reclaim-a-lost-neighborhood-college-park-georgia>

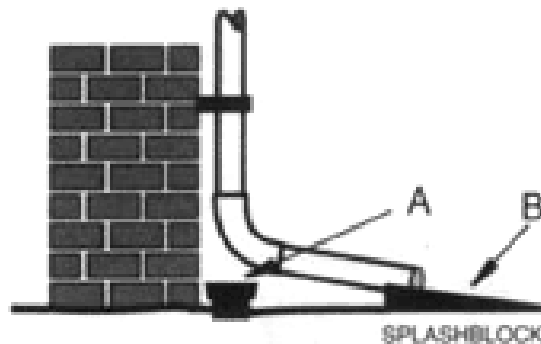


圖 8、斷開落水管(Downspout Disconnection)

圖片來源：[https://www.chicago.gov/city/en/depts/water/supp\\_info/conservation/downspout\\_disconnection.html](https://www.chicago.gov/city/en/depts/water/supp_info/conservation/downspout_disconnection.html)

- (4) 美國加利福尼亞州參議院第 985 號法案修改「雨水資源計畫法」,要求公家機關制定雨水資源計畫(Storm Water Resource Plans),以協助開發多種收益雨水管理解決方案,聖地牙哥郡為其中一個城市,其相關領域專家制定水資源評估計畫(Source Water Assessment Program),其中列出區域雨水收集及可行性研究評估(Regional Storm Water Capture and Use Feasibility Study),量化可以使用土地、雨水收集與利用機會及不可抗力因素、短中長期優先方案及替代方案,並經過重複篩選及評估,提出該郡最適合的 8 種雨水收集方式,並依短中長期、天氣因素、成本及可行性做比較,提供專業領域學者參考,將這些工具納入雨水收集計畫中。

(5) 8種方法介紹：

- i. 人工濕地(Treatment wetlands)
- ii. 灌溉(Irrigation)
- iii. 可攜帶式污水處理設備(WWTPS for Portable)
- iv. 回收是污水處理設備(WWTPS for Recycle)
- v. 私人使用(Private Use)
- vi. 注入地下水(Injection to Ground Water)
- vii. 滲濾(Infiltration for Hydrology)
- viii. 乾旱原水分流(Dry-Weather Flow Diversion)\*

(6) 利用短中長期可行性評估（如圖 7），整理出各種方式。

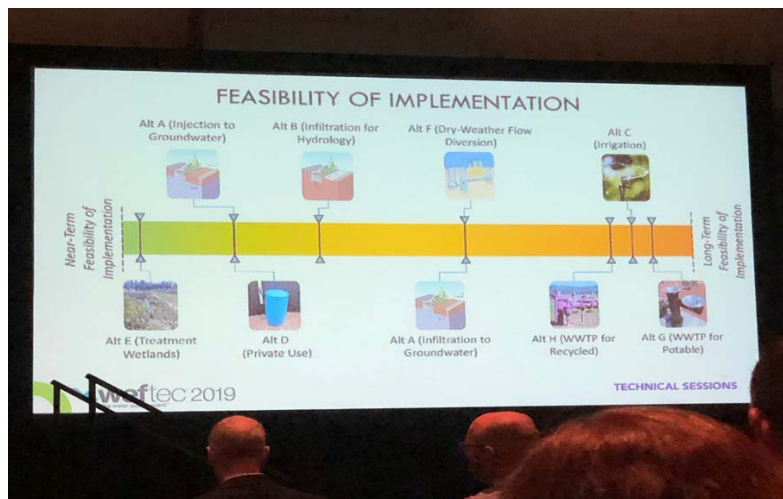


圖 7、處理方式可行性比較圖

備註：乾旱原水分流(Dry-Weather Flow Diversion)為在乾旱時期將雨水導入污水下水道進入污水處理廠處理的一種方式，一般來說，城市下水道系統多為分流式系統，主因是考量污水處理廠負荷及非點源污染不好處理，設置分流系統，可在缺水期間處理雨水，重新進入水資源再利用，但是接受雨水管道分流之污水處理廠必須要有處理非點源污染能力，而且處理成本相當昂貴。

(四) 傳統活性污泥法(CAS)及好氧顆粒污泥法(AGS)處理塑膠微粒表現比較

(1) 介紹

人們使用塑膠製品超過百年，從日常生活中有無意識地排出塑膠類製品污染地面水體，如寶特瓶、塑膠袋、清潔劑、衣服清洗等，藉由污水管排入地表逕流或地下水，進而排入海洋，藉由大自然循環體系，塑膠微粒回到人類體內中，近年在水環境中，去除小於 5 mm 的塑膠微粒方法研討受到關注，但目前尚未太多研究來評估廢水處理塑膠微粒機制及方法，在此項研究，將傳統活性污泥法(CAS)及好氧顆粒污泥(AGS)比較去除塑膠微粒的能力，證明好氧顆粒污泥(AGS)去除效率較傳統活性污泥法(CAS)可保留更多塑膠微粒，因為胞外聚合物(Extracellular Polymeric Substance,EPS)含量高，去除效率較好。



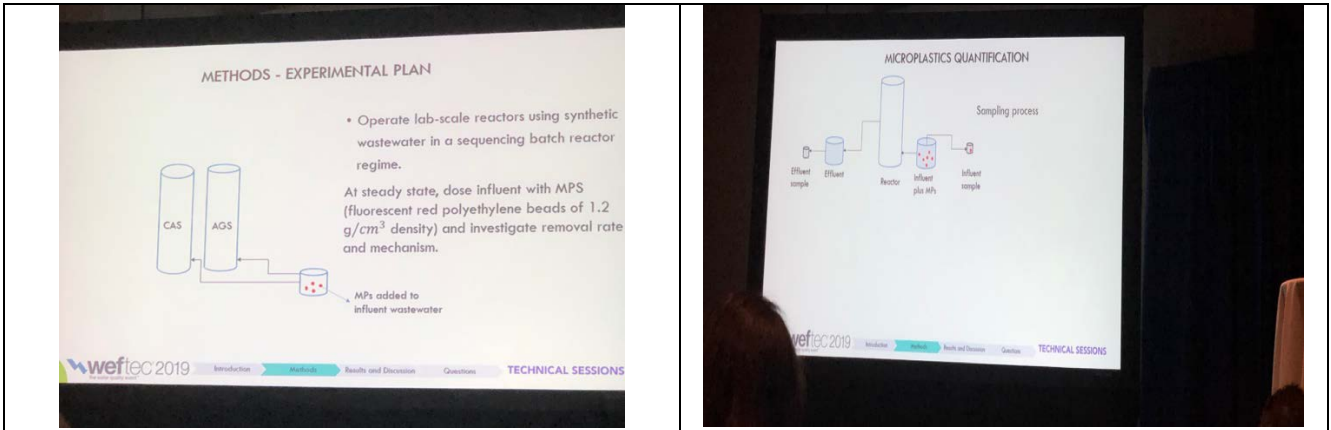
## (2) 檢測方法

- i. 反應器中接種的微生物來自堪薩斯州勞倫斯市的廢水處理廠。
  - ii. 以序批式活性污泥法 (Sequencing Batch Reactor) \*處理 300mg/L 化學需氧量(COD)廢水。
  - iii. 對於兩個反應器，通氣的空氣表面速度為 1.3 cms。兩個反應器的水力停留時間(HRT)和有機負荷率分別為 8 h 和 0.9 kg COD m<sup>3</sup>/ day，兩者均以 4 小時的工作週期順序運行。
  - iv. 每個反應器的容量為 3 L，高度為 48 cm，直徑為 6.4 cm。根據混合液懸浮固體物(MLSS)和出流懸浮物(ESS)的測量，按照標準的水和廢水檢測方法，每週監測食微比(F/M)。
  - v. 兩個反應器均運行 210 天以達到穩定狀態，F/M 達到 0.3 g rbCOD / g VSS 天的目標，且 F/M 維持在穩態。達到穩定狀態後，兩個尺寸分數 (75-90  $\mu\text{m}$  和 125-150  $\mu\text{m}$ )的 fluorescent red polyethylene microspheres(染劑)在進水中滴定為期三週，以評估微塑料的去除情況。
  - vi. 每週三次三次抽取 40 毫升代表性樣品，並使用落射熒光顯微鏡 (Epifluorescent microscopy)和 imageJ 圖像處理軟體對塑料進行計數，從而對進水和廢水中的微塑料進行定量。然後根據進水和出水中塑料的數量對每個反應器中的微塑料去除百分比進行定量。
  - vii. 通過使用三種染料對 EPS 進行染色來檢查塑料在顆粒和絮狀物中的附著情況。螢光異硫氰酸酯(Fluorescein-Isothiocyanate,FITC)(用於染色蛋白)，小麥胚芽凝集素(Wheat Germ Agglutinin,WGA) (用於染色醣蛋白)和刀豆蛋白 A(Concanavalin A,CON A) (用於探測  $\alpha$ -多醣)，使用共聚焦激光掃描顯微鏡(CLSM)可直接觀察染色的 EPS。
- (3) 結果:塑膠微粒在 AGS 和 CAS 的停留在生物膠體濃度分別為 3510 $\pm$ 360 mg /L 和 2540 $\pm$ 190 mg /L (圖 8-C)。穩態污泥如圖 (圖 8-D) 所示。在 561 nm 的激發波長和 1 - 10 ms 的照射範圍下，如圖 8-E 所示。結果表明，AGS 具有平均的微塑料去除率對於 125-150  $\mu\text{m}$  尺寸部分為 100%，對於 75-90  $\mu\text{m}$  尺寸部分為 71.4%，而 CAS 在 75-90  $\mu\text{m}$  微塑料尺寸部分中的平均去除率約為 58.8%，對於 125-150  $\mu\text{m}$  微塑料部分的平均去除率約為 87.8% (圖 8-F)。根據所獲得的數據，AGS 將在污泥中保留更多微塑料的假說被證明是正確的。兩個反應器皆表現去除 125-150  $\mu\text{m}$  的塑膠微粒粒徑效率較 75-90 $\mu\text{m}$  來得好。這可能是因為在固體分離過程中，較大尺寸的微塑料可以更好地與污泥沉降。

## (4) 問題：

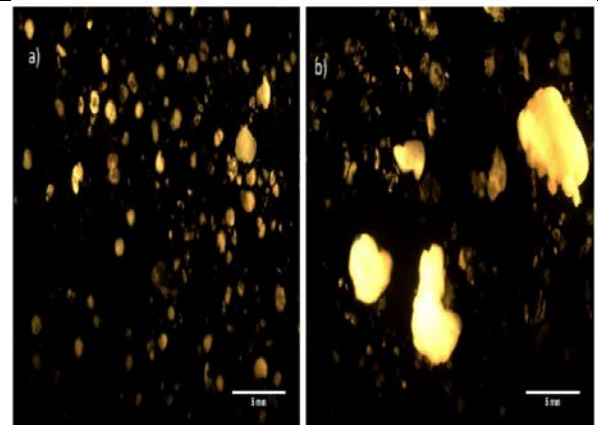
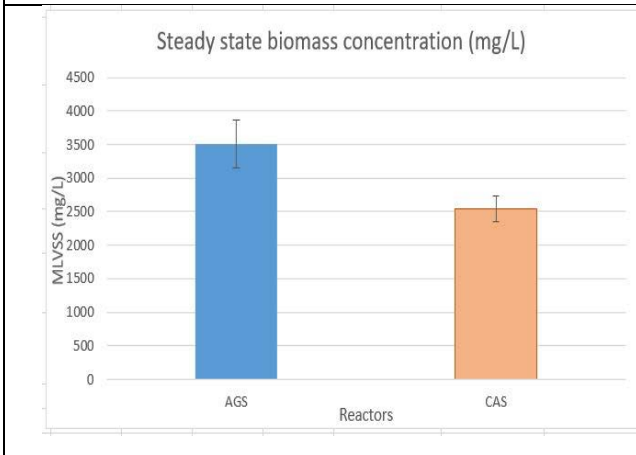
- i. 處理後之污泥吸附塑膠微粒如何處理，去除效率應考慮進去。
- ii. 增加一道回收處理程序，CAS 及 ACG 吸附效率如何?

備註：序批式活性污泥法(Sequencing Batch Reactor)：1914 年就由英國學者 Arden 和 Locket 發明的水處理製程，操作分成 5 個階段，進水、反應、沉澱、出水、閒置，反應以各階段的運行時間、反應器內混合液體積的變化以及運行狀態等都可以根據具體污水的性質、出水水質、出水品質與運行功能要求等靈活變化。



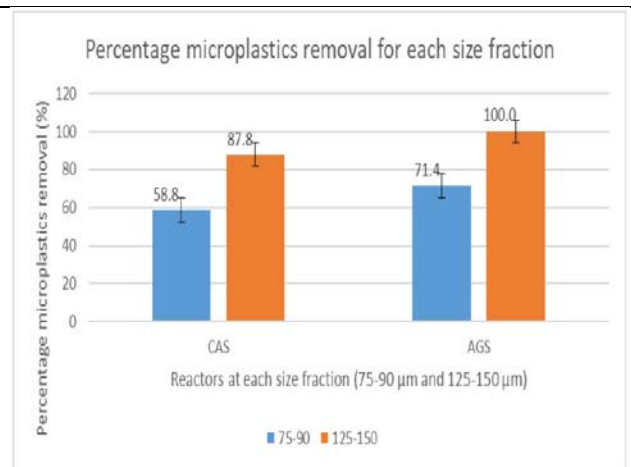
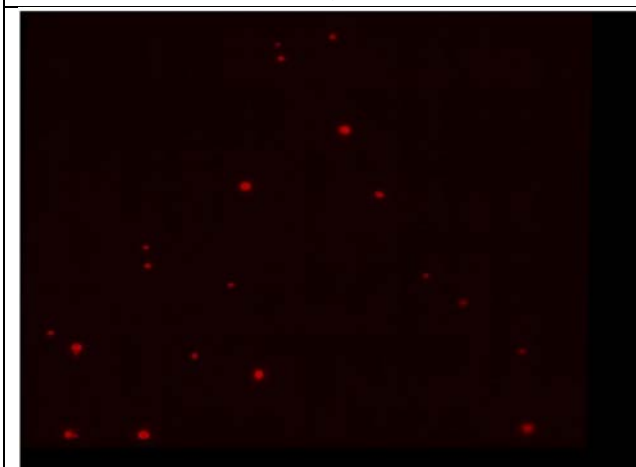
A.研究方法說明

B.研究方法說明



C.塑膠微粒在 AGS 和 CAS 生物膠體濃度比較圖

D. 穩態污泥圖像



E.經 Texas-Red fluorescent 染色呈現紅色塑膠微粒

F.CAS 及 AGS 處理效能比較

圖 8、傳統活性污泥法(CAS)及好氧顆粒污泥法(AGS)  
處理塑膠微粒表現比較相關圖片

## 伍、心得

這是人生首次踏入美國領土參加國際性的會議，北美水環境技術及研討會議 (Water Environment Federation's Technical Exhibition and Conference，簡稱 WEFTEC) 為每年舉辦一次大型會議，雖然以北美水質保護領域專家及廠商為主，但亞洲國家也參與其中包含我國，也是我國提高國際能見度的機會，本次以參加研討會議為主，首先，參與日本國土交通省 MLIT 會同顧問公司報告日本面對污水量減少及產業萎縮問題，乍看之下，污水產生減少應該為好事一樁，卻可以衍生這麼多問題，對於污水處理廠設計上要有長遠之規劃，組合性或可拆卸式污水處理廠是種創新想法，但在拆除一個處理單元時要考量是否可以處理高流量污水進流，保持處理彈性為目標，可觀察日本污水下水道接管率相當普及，相比臺灣接管率可以明顯了解差別，但同時臺灣面對的問題跟日本類似，面對人口衰退，目前設計中不管是現地處理設施或水資源處理中心須保持可變動之彈性，面對水量高低變化及水質變化才有足夠應對能力;第二個主題為日本如何提升污水處理單元處理效能，由上述介紹可以作為水資源處理中心設計之參考，其中比較存疑是總氮消滅效率，因為沒明寫水力停留時間、前處理方式等訊息;第三個主題為美國最熱門話題雨水收集及水資源回收再利用議題，面對極端氣候，缺水區域擴大，美國各州對於綠色基礎設施做了相當多的努力，由政府訂定相關法案，要求各區域擬定雨水收集計畫，並補助各郡政府執行，有些地區則是頒佈法令，由當地企業及人民自發性提供經費建造儲水設施如位於加利福尼亞州的馬利布(Malibu State)，講者雖然開玩笑的說這是規定，不遵守就罰，但是也可以知道缺水問題確實是當地嚴重問題，最後，有關塑膠微粒方面議題，這個對我來說很困難，我沒有相關水質檢測實驗實務，而且相關研究報告不多，大概只能簡單把簡報內容扼要說明，可以了解處理後污泥所挾帶塑膠微粒是另一種污染，雖然微生物吸附去除率良好，但我認為不是最佳處理方法。

這次會議讓我大開眼界，不管是美國芝加哥這座城市、開會現場規模及美國軟硬體實力，感覺自己在語言能力、專業知識及社交能力皆需要加強，另外對臺灣國際會議參與度感受很深，在展覽會場中，數百家公司為展覽自己家的產品可是不遺餘力，也是提供需求者媒合的場合，美國本土產業不說，亞洲國家也不惶多讓，中國、韓國、日本各占一方，雖然廠家數加起來遠不及美國，但是可明顯感受就是中國的企圖心，一系列從集水設備、管線、閥、曝氣機（鼓風機）、熱水解技術、透水磚及 Anammox Technology 皆有設攤，加上多場次演講及推銷，可見中國投入多少資源在這裡，這是我們可以效法的對象，雖然我們資源及國際情勢相對弱勢，卻因為有這樣大型會議才可讓臺灣被世界看見，2年前第90屆展覽會議有99位臺灣人參加，並有設攤，直至今年只剩一個新創公司，我認為相當可惜，因為這是介紹自己及交流的好機會。

最後，我認為臺灣政府機關應更加重視國際或國內交流機會，因為有了溝通交流，才能知道我們與先進國家的差距，有了差距才會進步的動力，也期望未來有更多的經費辦理國際交流，可以派更多專業領域專家、公務人員及廠商參與國際

研討會議及設立攤位，不僅提高我國在國際上能見度，也能與其他國家互相切磋，我認為臺灣並不會輸給任何其他國家。

## 陸、致謝

首先，感謝署長及處長做出勇敢的決定，派我這位菜鳥去美國參加國際性的會議，當時處長詢問時我毫無猶豫地答應，是因為我認為長官交付的任務沒有回絕的理由，且出國機會是相當難得，對此我相當珍惜及感謝。

因為本次會議僅我一位參加，對於會議參觀及內容是相當陌生的，再加上語言上的隔閡，確實對我來說有些困難，第二位特別感謝來自臺灣張建祺博士，他目前在美國華盛頓特區水質保護領域及下水道建設的權威，他已在這個領域超過 30 年的經驗，有了張博士帶領之下，讓我更加了解會議模式及與外國人的應對，也帶著我了解芝加哥之美，另外，他在美國人脈相當廣，只可惜臺灣鮮少請他回來分享，也建議本署或其他相關部會可以邀請他回台交流分享經驗，他絕對是本國與美國間重要的溝通橋樑，對於我國水質保護政策及技術的發展將有卓越的幫助。

最後，感謝林鎮洋老師從中牽線，這個會議如果沒有他，我無法馬上進入狀況，甚至如同迷途的羔羊，希望以後還能跟老師有相關合作機會。



圖 9、與張博士及尊夫人女士之合照

## 柒、 參考文獻及資料

- 一、 <https://www.weftec.org/>。
- 二、 Performance of conventional activated sludge (CAS) and aerobic granular sludge (AGS) reactors for microplastics removal during municipal wastewater treatment – Primary Author, Omolola Odunola, University of Kansas; Co-Author, Samik Bagchi, Digested Organics & Belinda Sturm, University of Kansas; Speaker, Omolola Odunola, University of Kansas。
- 三、 Take My Stormwater... Please! San Diego Region Stormwater Capture and Use Feasibility Study, Speaker, David Pohl, Burns & McDonnell。
- 四、 <https://www.weftec.org/globalassets/assets-wef/direct-download-library/public/wef-2019-media-kit.pdf>。
- 五、 <https://wef.org/about/about-wef/>。
- 六、 California Legislative Information-SB-985 Storm Water resource planning。
- 七、 <https://www.hansenplastics.com/#>。
- 八、 <https://inductiveautomation.com/>。
- 九、 <https://cdw-prod.adobecqms.net/content/dam/cdw/on-domain-cdw/cdw-branded/about-cdw/our-commitment-to-the-environment-2019.pdf>。
- 十、 財團法人中技社－臺灣推動再生水利用所面臨的新挑戰及因應策略專案報告。
- 十一、 日本、美國水再生處理技術經驗分享－財團法人環境與發展基金會副總經理陳筱華博士。
- 十二、 <https://wetlandinfo.des.qld.gov.au/wetlands/management/treatment-systems/for-agriculture/treatment-sys-nav-page/constructed-wetlands/>。
- 十三、 <https://kknews.cc/zh-tw/design/qomvnr.html>。
- 十四、 <https://science.howstuffworks.com/environmental/green-science/green-rooftop.htm>。
- 十五、 <https://www.americanrivers.org/threats-solutions/clean-water/green-infrastructure/what-is-green-infrastructure/>。
- 十六、 [https://www.chicago.gov/city/en/depts/water/supp\\_info/conservation/downspout\\_disconnection.html](https://www.chicago.gov/city/en/depts/water/supp_info/conservation/downspout_disconnection.html)。
- 十七、 <https://www.waterworld.com/sponsored/oldcastle/article/16225654/oldcastle-infrastructure-biopod-box-filters-help-reclaim-a-lost-neighborhood-college-park-georgia>。
- 十八、 [http://www.beachapedia.org/Dry\\_Weather\\_Diversions](http://www.beachapedia.org/Dry_Weather_Diversions)。

十九、改良式序列間歇反應器 MSBR 及序列是活性污泥法 SBR—報告人：李天生，日期：2019.7.9。