

出國報告（出國類別：開會）

參加第 4 屆亞洲環境永續發展會議  
(ACESD)及參訪日本國家環境研究所  
(NIES)

服務機關：科技部新竹科學工業園區管理局

姓名職稱：殷志鴻科長、盧宥宇技正

派赴國家：日本

出國期間：108 年 11 月 08 日至 108 年 11 月 12 日

報告日期：109 年 01 月 21 日

## 摘要

為進行國際廢水處理技術及資源循環技術交流，規劃本行程赴日本橫濱市參加第 4 屆亞洲環境永續發展會議(2019 4th Asia Conference on Environment and Sustainable Development)，會議中包含「廢水處理」、「再生水回收管理」、「污泥處理技術」、「廢棄物管理」等議題進行實際應用案例分享與討論，有利於污水廠管理及未來處理設施之規劃，另外亦探討亞洲各國所面臨氣候變遷所衍生的環境問題、影響範圍及控制技術，可供本局作為園區事業環境政策管理所借鏡；此外，本次行程亦赴日本國家環境研究院(National Institute for Environmental Studies, Japan)參訪該國資源循環及廢棄物管理技術實際研究案例。

本次參訪主要目的：

- (一) 瞭解各國環境保護學術研究單位近年關注的議題及實際應用案例。
- (二) 瞭解各國學術研究單位近年關注的議題及實際應用案例。
- (三) 研討新穎污水處理技術，並評估可應用方案。
- (四) 萃取國外污水下水道系統管線維護最新技術應用實例。
- (五) 瞭解新興資源循環管理方案及廢棄物處理技術。

本次參訪建議：

- (一)鑒於全球水資源管理日益重要，加上氣候變遷及污染等議題，可利用水源亦在全球逐漸減少，再生水技術發展將為未來趨勢，本局未來規劃銅鑼污水廠第二期工程-高導電度處理設施功能提昇為國際上重要之高級處理技術，將高導電度之事業廢水處理至符合灌溉用水的標準，未來與園區再生水回收管理亦可結合。
- (二)新竹園區污水處理廠 AO-MBR 污泥特性，因國內外尚未有足夠之研究，致污泥凝絮性尚未穩定，現階段採測試調理參數及藥劑方式尋覓最佳污泥調理方式，未來可參採會議上研究之工作方法，以產出污泥之 AO-MBR 系統中各項參數做為參數條件，分析出不同參數下污泥特性的變化，以數據方式建立整體系統最佳化操作。
- (三)藉由參訪日本國家環境研究院-廢棄物實驗室，擷取以系統設計全球供應鏈模式、

行為模式、永續性評估等，瞭解物質循環動力學並評估其對環境、經濟和社會的影響。另交流廢棄物處理或物質循環之科技發展，分成廢棄物能源發展技術、廢棄物至物質技術、永續土地掩埋技術等，最後進行風險分析評估化學暴露、有害廢棄物流向分析、高階化學或生物分析等三面向。加上配合行政院環境保護署推動循環經濟政策，以此未來可規劃園區事業廢棄物再利用媒合輔導。

(四)本局提出之「科學園區循環經濟推動策略(108 年版)」，其三大策略為持續推動源頭減量及資源回收再利用、教育宣導循環經濟理念，鼓勵園區事業推動循環經濟及推動科學園區能資源整合，推動過程中面臨包含推動有害事業廢棄物減量方式、推廣教育宣導所轄事業綠色設計理念、推動事業單位自主性推動循環經濟協議等困難，本次會議上各國皆有提出循環經濟的研究，其工作內容可做為調整循環經濟績效指標之參考。

## 目錄

壹、目的.....	5
貳、行程簡介及議程 .....	6
參、過程.....	9
肆、心得與建議 .....	44

## 圖目錄

圖 1 日本橫濱市海外移住資料館(JICA).....	7
圖 2 國家環境研究院 (NIES) .....	8
圖 3 Porf. Mikio Ishiwatari 進行「填補亞洲財政防洪缺口」專題演講 .....	9
圖 4 Porf. Kei Nakagawa 進行「日本農業區硝酸鹽類地下水污染案例研究」專題演講 .....	10
圖 5 澳洲學者 Vu Hien Phuong 進行交流 .....	11
圖 6 泰國 Prince of Songkla 的學者 Kanyarat Saritpongteeraka 進行交流.....	12
圖 7 馬來西亞 Teknologi 大學學者 H. Hassan 進行交流 .....	13
圖 8 中國大陸 Zhejiang Academy of Agricultural Sciences 大學的 Meihua Deng 進行交流 .....	13
圖 9 斯里蘭卡的 Moratuwa 大學學者 Himahansi H. Galkanda 進行交流.....	14
圖 10 印尼 Regional Planning and Development Board of Kolaka Regency 的專家 Gazali 進行交流 .....	15
圖 11 Dr. Kosuke Kawai 進行「亞洲永續都市固體廢棄物管理」專題演講....	16
圖 12 Porf. Kei Nakagawa 進行「太陽能對建立未來乾淨能源社會的重要性及我們的太陽能汽車應用方法」專題演講.....	17
圖 13 Dr. Mitsuo Yoshida 進行「社會發展與環境」專題演講.....	18
圖 14 Qun Ye 發表「模擬水動力學與換水時間對鄱陽湖水利計畫影響的研究」主題.....	19
圖 15 Abdullah G. Yilmaz 發表「阿拉伯聯合大公國沙迦地下水位的時空趨勢分析」主題.....	20
圖 16 K. Hirota 發表「使用機械化學處理的鉛石砂選擇性移除海水中的磷」主題.....	20
圖 17 Atul Mishra 發表「家庭灰水再利用：水危機的新思維」主題.....	21
圖 18 Xiaoxiao Li 發表「中國河流及湖泊管理機制發展分析-以流域負責人制度為背景」主題.....	22
圖 19 Mirza Naseer Ahmad 發表「巴基斯坦，旁遮普邦奇尼奧特地區的地下水污染問題」主題.....	23
圖 20 Thi-Hong-Hanh Nguyen 發表「2018 年 1 月東海漏油污染後續追蹤」主題.....	24
圖 21 Hien Thi Thanh Ho 發表「壬基酚污染食品消費對健康風險的綜合評估模型：以越南龍安省為例」主題.....	25
圖 22 Cheerawit Rattanpan 發表「泰國董里省沿海地區遊客的廢棄塑膠減量行為」主題.....	26
圖 23 Khamkhan Ittiprasert 發表「循環經濟原則下泰國石油化工的永續利用」主題.....	27
圖 24 Xiaoe Yang 發表「優養化水域的水體修復與固碳」主題 .....	28

圖 25 Nour S. AbdelRahman 發表「綠色永續植物性抗氧化劑聚合物」主題	29
圖 26 Kojiro Nakaaze 發表「使用氫氧化鉀回收竹子技術」主題.....	30
圖 27 日本國家研究院內部研究中心分布概況.....	31
圖 28 國家環境研究所參訪與交流.....	32
圖 29 國家環境研究所參訪影片.....	32
圖 30 國家環境研究所低碳研究項目影片內容.....	33
圖 31 低碳研究項目圖示.....	33
圖 32 資源循環研究項目圖示.....	34
圖 33 自然共生研究項目圖示.....	35
圖 34 健康與環境安全研究計畫項目圖示.....	36
圖 35 環境-經濟-社會整合研究項目圖示.....	37
圖 36 物質循環與廢棄物管理研究室設立歷史及組織介紹.....	38
圖 37 研究室組織架構介紹.....	38
圖 38 研究內容海報介紹.....	39
圖 39 熱處理小型煤廠外觀.....	40
圖 40 熱處理小型煤廠內容講解.....	40
圖 41 熱處理小型模廠處理流程介紹.....	41
圖 42 模擬掩埋廢棄物狀況之小型模廠介紹.....	42
圖 43 模擬掩埋廢棄物狀況小型模廠好報及其內容介紹.....	42
圖 44 芒果樹於溫室中培養狀況.....	43
圖 45 30°C 下芒果樹培養狀況.....	43

## 壹、目的

科技部新竹科學園區管理局(以下簡稱本局)所轄包括新竹園區、竹南園區、龍潭園區、銅鑼園區、宜蘭園區及新竹生醫園區等 6 大園區，其中除新竹生醫園區外其餘園區均設有污水處理廠，園區事業廢水於前端於廠內進行分流或前端處理後，集中至園區污水處理廠進行處理，而近年來因氣候變遷及政府政策之變革、再生水及能資源循環議題漸受重視及配合各園區環境影響評估規範等，本局污水處理廠管理及污水處理技術近年須持續精進及更新，如新竹園區污水處理廠於 107 年間啟用生物薄膜系統(Membrane Bio-Reactor)去除水中氨氮污染物；銅鑼園區污水處理廠刻正建置第二期工程-高導電度處理程序，讓排放廢水導電度符合灌溉用水標準。

另本局為有效協助園區事業所產出的事業廢棄物有效回收再利用，並配合行政院環境保護署推動循環經濟政策，參照日本以建構「循環型社會」廢棄物資源回收量，減少中間處理所衍生的資源消耗，尋覓及建構資源生命途徑，為此，該署訂定「資源回收再利用推動計畫」，以期我國於達到 2050 年零廢棄、零污染，資源永續循環再利用的終極目標。

為進行國際廢水處理及資源循環等環保議題政策及技術交流，規劃本次赴日本橫濱市參加第 4 屆亞洲環境永續發展會議(2019 4th Asia Conference on Environment and Sustainable Development)及日本國家環境研究所(National Institute for Environmental Studies, Japan)進行參訪，以國際議題進行實際應用案例分享與討論，作為本局未來各項環保管理政策及技術參考。

## 貳、行程簡介及議程

### 一、亞洲環境永續發展會議(Asia Conference on Environment and Sustainable Development, ACESD )

亞洲環境永續發展會議為民間企業、學術和政府中的專家學者論壇，集合亞洲國際間環境永續發展的議題或方式，進行跨國的交流及討論，並彙整會議中討論的議題、交流的技術等編輯並發行《國際環境永續發展雜誌》年刊，首屆會議於 105 年在香港舉行，並於 106 年、107 年及本年度每年定期舉辦。

第 4 屆亞洲環境永續發展會議(2019 4th Asia Conference on Environment and Sustainable Development)108 年 11 月 9 日至 11 月 12 日於日本橫濱市海外移住資料館(JICA)舉辦(圖 1)，本次行程搭乘 108 年 11 月 8 日上午 8 時 50 分之航班赴東京羽田機場，並轉乘當地客運及地鐵赴橫濱市並辦理住宿及整備事宜；9 日上午赴會場進行報到並收集整備會議資料，會議議程詳如表 1 所示。

表 1 第 4 屆亞洲環境永續發展會議議程

#### PROGRAM AT A GLANCE

Saturday, November 9, 2019			
9:30am-1:30pm	<i>Arrival and conference materials collections</i>		
1:30pm-2:00pm	Opening Ceremony: Welcome speeches of Conference Co-Chairs		
2:00pm-2:45pm	Keynote Speech I		
2:45pm-3:30pm	Plenary Speech I		
3:30pm-4:00pm	<i>Coffee Break and Group Photo</i>		
4:00pm-6:00pm	<i>Parallel Sessions</i>		
	Session ESD-1	Session ESD-2	Session NEA-1
Sunday, November 10, 2019			
9:30am-10:15am	Keynote Speech II		
10:15am-10:45am	<i>Coffee Break</i>		
10:45am-11:30am	Plenary Speech I		
11:30am-12:15am	Plenary Speech II		
12:15am-1:30pm	<i>Buffet Lunch</i>		
1:30pm-3:30pm	<i>Parallel Sessions</i>		
	Session ESD-3	Session ESD-4	Session NEA-2



3:30pm-4:00pm	Coffee Break		
4:00pm-6:00pm	Parallel Sessions		
	Session ESD-5	Session ESD-6	Session NEA-3
6:00pm-6:30pm	Technical Committee Meeting		
6:30pm-21:00pm	Closing Session & Gala Dinner		
<b>Monday, November 11, 2019</b>			
8:00am-3:00pm	Technical Visit to National Institute of Environmental Studies (NIES)		

資料來源：<http://www.acesd.org/>



圖 1 日本橫濱市海外移住資料館(JICA)

## 二、日本環境國家研究所(National Institute for Environmental Studies, Japan)

日本政府於 1970 年初期因光化學煙霧事件，於 1971 年 7 月設立環境署，並

同年 11 月成立於國家環境研究所（NIES）及其委員會，至今成立 40 餘年間，因環保意識發展，其研究領域涵蓋了從日本到全球的環境問題，發展解決環境問題模式。該院研究人員八成以上具有博士學位，專長包含環境工程、經濟學、醫藥學等，發展跨學科環保工作，並以基礎研究解決複雜環境議題，包括全球變暖；臭氧層消耗；空氣污染和其他形式的污染；內分泌干擾物等化學物質對人類健康和生態系統的風險；廢物管理處理和回收；以及生物多樣性的保護等。

本次行程於 108 年 11 月 11 日赴日本環境國家研究所參訪，該所位於日本筑波市茨城縣內(圖 2)，距橫濱市約 1 至 2 小時車程，參訪該所物質循環及廢棄管理研究室及複合式植物實驗室。

表 2 108 年 11 月 11 日國家研究院參訪行程

時間	行程
8：00-10：00	車程
10：00-10：15	介紹國家環境研究所
10：20-10：50	物質循環及廢棄管理研究室參觀
10：55-11：25	複合式植物實驗室
11：25-15：00	用餐及返回橫濱市



圖 2 國家環境研究院（NIES）



## 參、過程

### 一、第 4 屆亞洲環境永續發展會議

1 專題演講為「填補亞洲財政防洪缺口(Filling Financial Gap of Flood Protection in Asian)」及「日本農業區硝酸鹽類地下水污染案例研究(Groundwater Nitrate Pollution of an Agricultural Area in Japan : A Case Study in Shimabara Peninsula)」，以下分項簡要說明：

1.1 「填補亞洲財政防洪缺口(Filling Financial Gap of Flood Protection in Asian)」為日本學者 Porf. Mikio Ishiwatari (圖 3)研究因應全球氣候變遷，在亞洲各國所面臨的水資源循環所造成的災害，包含了洪水、乾旱及強降雨，因災害風險估算政府應投入的投資。



圖 3 Porf. Mikio Ishiwatari 進行「填補亞洲財政防洪缺口」專題演講

1.2 「日本農業區硝酸鹽類地下水污染案例研究(Groundwater Nitrate Pollution of

an Agricultural Area in Japan : A Case Study in Shimabara Peninsula)」為日本學者 Porf. Kei Nakagawa (圖 4)之研究，指出世界上很多區域地下水中硝酸鹽的污染相當常見，而日本 Shimabara 區域的 Nagasaki 正面臨此問題。這個研究區域的飲用水來源來自地下水並且硝酸鹽污染相當嚴重，因此自 2011 年以來，針對此居住區域的私人飲用水源、公共飲用水水源(泉水、河水)、地面水體等皆進行調查，作為有效手段對付地下水中的硝酸鹽類，調查污染來源是不可或缺的手段。目前為人所知的氮氮污染來主要自化學肥料、家畜廢棄物、家庭污水等。研究中除了說明現今主要的硝酸鹽污染狀況，且一併介紹藉由腎固醇辨識硝酸鹽污染源之方法。



圖 4 Porf. Kei Nakagawa 進行「日本農業區硝酸鹽類地下水污染案例研究」專題演講

2 學術研究交流分為「氣候變遷」、「廢水處理」及「智慧儲電」三項議題，由報名人自行選擇一項議題參加，本行程擇定參加人員業務最為相關之「廢水處理」議題，該議題共有 8 項學術研究發表，以下簡要概述：

2.1 「追溯胞外高分子聚合物及可溶性陽離子在二階段厭氧消化反應中(Fates of Extracellular Polymeric Substances and Soluble Cation in two-stage Anaerobic

Digestio)」由澳洲 University of Technology Sydney 的學者 Vu Hien Phuong 進行交流，探討鑒於隨著污水處理廠使用二階段厭氧消化處理的普及逐漸取代傳統一階段消化反應，而二階段厭氧消化反應中並未有較多控制參數的調查，此研究中指出污水處理廠之污泥亦會隨著消化過程中，改變其胞外高分子聚合物(EPS)及陽離子組成後，使其改變生物膠羽凝絮特性，並影響污泥沉澱，增加化學化凝的加藥量。最後，建議二階段厭氧消化控制酸化相可有效降低可溶性 EPS 的產生，並可讓化學混凝加藥量最小化。



圖 5 澳洲學者 Vu Hien Phuong 進行交流

- 2.2 「溫度和氧化還原趨勢對畜牧廢水水解的影響 (Influence of Temperature and Oxidation-Reduction Potential on Hydrolysis of Swine Manure Wastewater)」由泰國 Prince of Songkla 大學的學者 Kanyarat Saritpongteeraka 進行交流，探討養豬廢水進行加熱及微量曝氣的預處理，來改善底泥水解產生沼氣的效應，研究使用 5 公升反應器，並在 MLSS 濃度為 1% 參數下進行。以 45°C 及 55°C 情形下搭配微曝氣讓 ORP 在 -300 及 -420 Mv 預處理情下，結果顯示水解的 SCOD 釋放在 45°C 增加了 18.5% 及 55°C 增加了 23.1%，微曝氣則可讓水解增加 10.1% 及 21.3%。最後研究指出兩種預處理方法均可在 24 小時內獲得較高的水解效率。





圖 6 泰國 Prince of Songkla 的學者 Kanyarat Saritpongteeraka 進行交流

- 2.3 「高溫及潮濕氣候下車廂微環境中的瞬時 CO<sub>2</sub> 擴散(Transient CO<sub>2</sub> Diffusion from Vehicle Cabin Micro-environment in Hot and Humid Climates)」由泰國 Chulalongkorn 大學的學者 Poonyapat Stitnimankarn 進行交流，研究指出由於乘員的呼吸，車內的 CO<sub>2</sub> 濃度會增加到高於環境水平，當車輛的循環空調系統再以循環(REC)模式運行，幾乎沒有新鮮空氣被吸入車艙內部。通勤結束時從車輛內部逸出累積的 CO<sub>2</sub> 就非常重要。研究探討 CO<sub>2</sub> 通過小孔從內部已滲入車殼外部的因子，因素包括車廂外部的風速、內部的空氣溫度及擴散孔的尺寸，最後顯示，在擴散孔徑尺寸固定下，風速對擴散速率影響最大。
- 2.4 「含鐵天然沸石作為 Blue 4 的高活性多相催化脫色劑(Fe-natural Zeolite as Highly Active Heterogeneous Catalyst in Decolorization of Reactive Blue 4)」由馬來西亞 Teknologi 大學學者 H. Hassan 進行交流，研究指出含鐵天然沸石的非均相反應類似 Fenton 氧化反應的機制使 Blue 4 脫色，研究不同鐵離子含量、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 濃度和 pH 值的影響。最大脫色效率 98.71% 是在 0.6% 鐵離子濃度，16mM 的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 濃度及初始 pH 值 2.5。最後研究也指出含鐵天然沸石可有效的處理含偶氮染料廢水。



圖 7 馬來西亞 Teknologi 大學學者 H. Hassan 進行交流

2.5 「運用集合模式預測土壤污染影響稻米及人類血液中重金屬濃度 (An Integrated Model for Rice and Human Blood Heavy Metals Concentration Predication Driven by Soil Pollution)」由中國大陸 Zhejiang Academy of Agricultural Sciences 大學的 Meihua Deng 進行交流，研究指出面臨土壤重金屬污染，建立一個模式分析農業及工業活絡區域之土壤重金屬污染情形，預測食品及人體之影響。研究測量砷、鎘、鉻、汞及鉛，透過現場監測及文獻數據，建立了水稻在土壤中的金屬累積能力模型及遷移至人體之數據分析，最後評估了潛在的含重金屬之稻米對人體健康的危害風險。



圖 8 中國大陸 Zhejiang Academy of Agricultural Sciences 大學的 Meihua Deng 進行交流

2.6 「分析化學及物理添加劑之功能減少飲用水處理程序污泥產量(Analysis the Performance of Chemical and Physical Additives to Reduce Shrinkage of Drinking Water Treatment Sludge)」由斯里蘭卡的 Moratuwa 大學學者 Himahansi H. Galkanda 進行交流，研究指出關係到公民的安全，飲用水處理程序為國家重大公共建設，而在該程序中末端，產生的固體污泥為全球性的問題，傳統研究為減量並應用於再生材料，本研究為探討化學和物理添加劑之功能，以確保可達減量之目標。方法為分別加入苯乙烯丙烯酸粘合劑作為化學添加劑，另外使用砂和甘蔗纖維作為物理添加劑，並製備 8 種混合物。結果顯示物理添加劑比化學添加劑更為有效達到污泥減量。

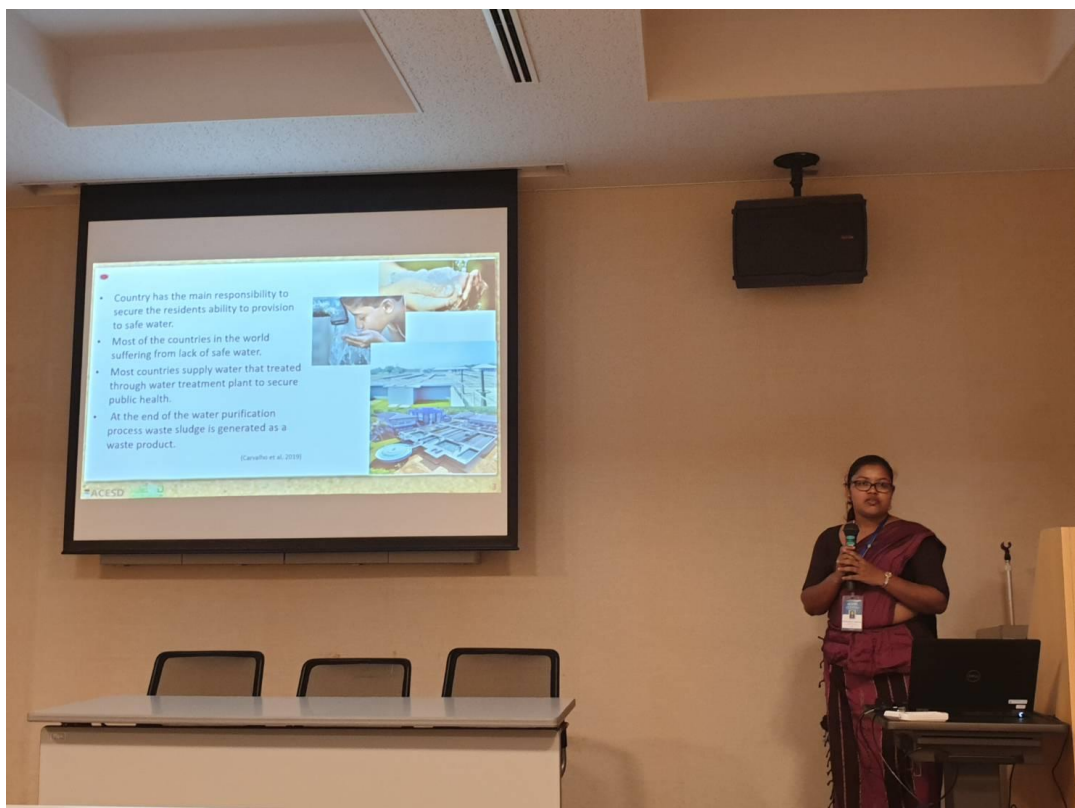


圖 9 斯里蘭卡的 Moratuwa 大學學者 Himahansi H. Galkanda 進行交流

2.7 「印度尼西亞土地分權變化和生態供應系統動態變化：以東南蘇拉威西省為例(Land Cover Changes and The Dynamic of Ecosystem Service Value in Response to Decentralization in Indonesia: A Case Study of Southeast Sulawesi Province)」由印尼 Regional Planning and Development Board of Kolaka Regency 的專家 Gazali 進行交流，研究試圖從環境的角度分析分權政策的含意，利用 GIS 及 LANDSAT 系統圖像處理分析方法，從土地覆蓋變化計算中查核土地覆蓋動態。之後，利用土地覆蓋數據使用利益轉移法計算生態系統供給價值，比



較實施分權前後研究區內的變化。結果顯示，分權化實施後，主要土地覆被類型有明顯變化，農地、建築地及裸露地明顯增加，而林地減少亦為顯著，統計西元 1990 年至 2000 年間，生態系統供給價值約損失 9,900 萬美元，而在 2000 年至 2010 年間，損失更擴大至 1.75 億美元。



圖 10 印尼 Regional Planning and Development Board of Kolaka Regency 的專家 Gazali 進行交流

- 2.8 「發展厚葉馬尾藻奈米材料去除工業廢水中的鉛 (Development of Nanomaterial of Sargassum Crassifolium to Remove Lead from Industrial Wastewater)」由印尼伊斯蘭大學學者 Lily Surayya Eka Putri 進行交流，印尼水污染中重金屬較為嚴重的是鉛及鉻，利用藻類進行生物吸附重金屬為有效的方法，厚葉馬尾藻是該國大型藻類，研究分析不同生物量和劑量的工業廢水中鉛的吸附能力及探討製作奈米及材料，不幸的是，研磨法僅能獲得 10-50um 的顆粒，無法獲得奈米級材料。結果顯示，該項生物具有良好的重金屬吸附能力。

## 二、第 4 屆亞洲環境永續發展會議(11/10)

- 1 專題演講為「亞洲永續都市固體廢棄物管理 (Sustainable Municipal Solid Waste Management in Asia)」、「太陽能對建立未來乾淨能源社會的重要性及我們的太陽能汽車應用方法 (Importance of Photovoltaic (PV) for Creating Future Clean Energy Society and Our Approaches of PV-Powered Vehicle Applications)」、「社會發展與環境 (Social Development and the Environment)」，以下分項簡要說明：

- 1.1 「亞洲永續都市固體廢棄物管理 (Sustainable Municipal Solid Waste Management in Asia)」由日本學者 Dr. Kosuke Kawai (圖 3)進行演講。演講內容為由於人口快速成長，造成亞洲地區都市固體廢棄物大量產生，但主要城市中大部分的衛生掩埋處置都市廢棄物容量有限。諸如堆肥和焚化的廢棄物管理技術，可能有助於減少衛生掩埋處置量並且解決與掩埋有關的問題。但是相對於掩埋，廢棄物管理技術在設置前需要全面的準備，否則該系統仍有可能會失敗。



圖 11 Dr. Kosuke Kawai 進行「亞洲永續都市固體廢棄物管理」專題演講

- 1.2 「太陽能對建立未來乾淨能源社會的重要性及我們的太陽能汽車應用方法 (Importance of Photovoltaic (PV) for Creating Future Clean Energy Society and Our Approaches of PV-Powered Vehicle Applications)」為日本學者 Prof. Kei Nakagawa (圖 4)之研究，指出儘管太陽能(PV) 將成為主要的電力和能源，但仍存在一些重要問題，例如太陽能研發的永續發展及開發新市場的建立。本文強調了加速日本太陽能系統安裝速度，以克服增加核能的困難。日本的累

計太陽能系統累積安裝量由 2023 年 180GW、150GW、110 GW，到 2050 年則分別樂觀與悲觀預估為 370GW 和 170GW。本文還概述了作為太陽能和研發項目領導者的 NEDO 和 JST 其太陽能及研發項目活動，介紹了 NEDO 和 IST 太陽能及研發項目下各種太陽能電池效率的現狀，並討論各種太陽能電池的效率潛力。



圖 12 Prof. Kei Nakagawa 進行「太陽能對建立未來乾淨能源社會的重要性及我們的太陽能汽車應用方法」專題演講

1.3 「社會發展與環境(Social Development and the Environment)由日本學者 Dr. Mitsuo Yoshida (圖 4) 進行演講，其研究指出社會發展與經濟發展是成對概念，而環境永續發展概念則以上述兩者為基礎。這兩種類型的發展與環境永續之間的關聯是通過在社會中建置整合環境管理系統建立的，意味著為了環境永續發展應適當控制人類的生產與消費活動。因此，固體廢棄物管理系統便被視為典型綜合環境管理系統之一，目標在於控制人類產生固體廢棄物的活動，確保公共衛生條件，並以積極的方式保護環境。為了使固體廢棄物管理系統功能化與完善，除了適當的技術引進之外，對於永續發展來說社會共識與合作是不可或缺的。根據與開發中國家合作有關技術專案經驗中，公共共識的建立、人類與社區之間合作方法的提升被視為社會發展過程的關鍵角色。



圖 13 Dr. Mitsuo Yoshida 進行「社會發展與環境」專題演講

2 本日學術研究交流共有六個主題，分別為「水污染與水資源」、「生態系統管理」、「新能源技術」、「固體廢棄物管理」、「環境與永續發展」、「能源管理與工程」等，由報名人自行選擇兩項議題參加，本行程擇定參加人員業務最為相關之「水污染與水資源」與考量掌握國際與廢棄物相關之新穎研究技術及趨勢之立意下，參與「固體廢棄物管理」議題。「水污染與水資源」與「固體廢棄物管理」之主題，分別有 9 項及 8 項學術研究發表，以下簡要概述：

2.1 「模擬水動力學與換水時間對鄱陽湖水利計畫影響的研究(A Simulation Research of Impacts of the Poyan Lake Hydraulic Project on Hydrodynamics and Residence Time)」由中國 Qun Ye (Nanchang Institute of Technology)發表，其內容主要述明：為了分析鄱陽湖水利計畫之對水動力學和換水時間的影響，將二維模型與包含鄱陽湖工程的水力彌散方程結合，模擬衝擊鄱陽湖水利工程的影響。結果表明，初始影響最大，隨著調度水位的降低，水位的影響程度由北向南減小，受災面積逐漸減小並趨於穩定，主要影響水庫河道和一些主要的湖泊地區，減小了水利影響下的空間異質性和流速。根據測得的鄱陽湖地形資料，將該地區分為六個區域。該區域的最短抵抗時間是 V。該區域的最長時間抵抗時間是秋季的 II 和冬季的 IV。在樞紐排程下，鄱陽湖 I、II、III 和 IV 區的抵抗時間影響更大，而 V 區和 VI 區的抵抗時間影響很小或幾乎沒有影響。第三區和第四區的空間異質性大於第二區和第一區。該研究結果可為環境演變的影響及其在水利影響下提供可能的影響。





圖 14 Qun Ye 發表「模擬水動力學與換水時間對鄱陽湖水利計畫影響的研究」主題

- 2.2 「阿拉伯聯合大公國沙迦地下水位的時空趨勢分析 (Spatio temporal Trend Analysis of Groundwater Levels in Sharjah, UAE)」由阿拉伯聯合大公國 Abdullah G. Yilmaz (University of Sharjah) 發表，內容簡述如下：由於降雨有限，阿拉伯聯合大公國 (UAE) 本身即屬於缺水的國家；此外，人口的快速增長，農業和工業活動的增加給阿拉伯聯合大公國的水資源造成了額外的壓力。地下水是阿拉伯聯合大公國最重要的淡水源，其永續和有效管理對國家至關重要，而地下水位趨勢分析是地下水管理的重要部分，因為它提供了有關地下水位趨勢的方向和特徵、允許的排放限值和地下水下降原因等的重要資訊。在這項研究中，採用地下水時空資料分析工具 (GWSDAT) (Mann-Kendall 非參數檢驗用於時間趨勢分析)用於地下水位的時空趨勢分析，學者調查了 15 年內阿拉伯聯合大公國沙迦 11 個地下水井的每月地下水位趨勢，而依據分析結果，在統計上沙迦幾乎所有地下水井中都發現顯著下降趨勢，而隨之地下水產量也大幅下降 (在過去 15 年中，某些地下水井產量下降 90% 以上)。另發現靠近海岸線的井場的地下水位顯著下降，這導致海水入侵和地下水鹽鹼化，而其水質檢測結果  $Cl^-$ 、TDS、EC 等，也隨著越靠近海邊而呈現值越高的現象。因此，越靠近海邊的地下水位的降低，更需要採取行動針對地下水位進行管理，以保護既有地下水水源。



圖表 15 Abdullah G. Yilmaz 發表「阿拉伯聯合大公國沙迦地下水位的時空趨勢分析」主題

2.3 「使用機械化學處理的鋯石砂選擇性移除海水中的磷(Selective Removal of Phosphorus from Seawater using Mechanochemical Treated Zircon Sand)」由日本 K. Hirota (Nanchang Institute of Technology)發表，內容簡述如下：本研究為使用機械化學處理的鋯石砂選擇性去除海水中磷，該產品在海水中的吸附量與在 pH 7 的水溶液中的吸附量相同，這意味著磷可以在鹽濃度高的溶液中選擇性吸附在該產品上。依據結果發現，海水中的吸附等溫線適用於 Langmuir 模型而不是 Freundlich 模型，計算出的最大吸附量為 0.01 mmol/g 且二階模型比一階模型更適合海水中磷的吸附動力學。使用色譜柱可以從深海水中回收磷，其中氯化物和硫酸鹽不影響除磷，而碳酸根離子影響機械化學處理的鋯英砂的除磷效果。



圖 16 K. Hirota 發表「使用機械化學處理的鋯石砂選擇性移除海水中的磷」主題

- 2.4 「家庭灰水再利用：水危機的新思維(Reuse of Household Grey Water : A New Paradigm for Water Crisis)」由印度 Atul Mishra (National Institute of Technical Teacher's Training & Research) 發表，內容簡述如下：由於水資源的減少，水資源匱乏在印度是極為重要的問題。由於人口成長及城市興起，因此在城市中水的重複使用與處理更需要關注，水資源保護及尋找灰水的二次使用替代新鮮水源的可行性以減少新鮮水源在城市中的需求，便變得相當重要。據估計，僅在多層建築物中將用於非飲用水經過處理的灰水進行回收就可以大大降低總體需求。因此本篇研究著重於回顧並提出對建築物有效、永續及經濟可行的灰水回收系統。這篇期刊介紹所謂的家庭灰水管理，即所謂結合減少使用及回收兩種方法，該過程在灰水回收中的關鍵步驟，並且在各種農村和城市社區條件下都具有極高成本效益。

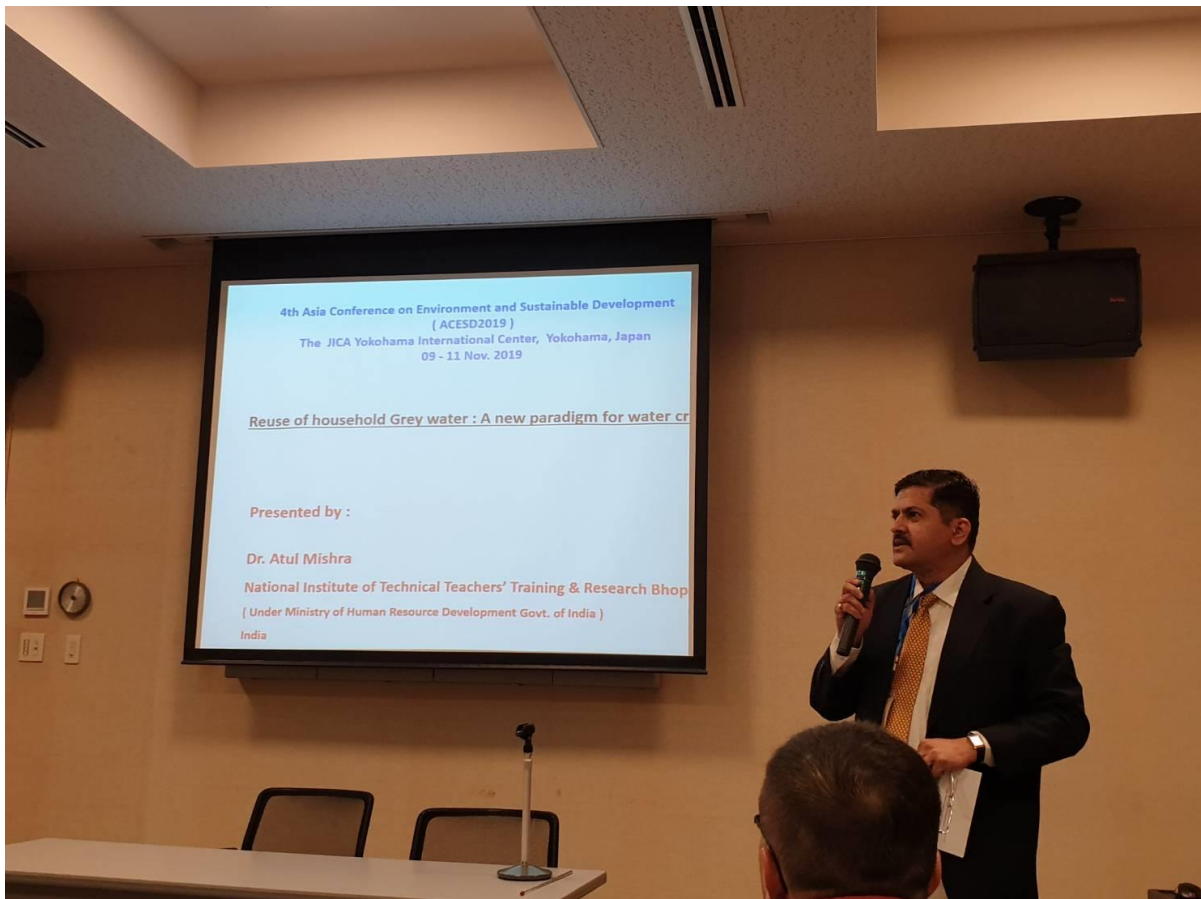


圖 17 Atul Mishra 發表「家庭灰水再利用：水危機的新思維」主題

- 2.5 「中國河流及湖泊管理機制發展分析-以流域負責人制度為背景(Analysis on the development of China's Rivers and Lakes Management Mechanism - Based on the River Chief System Background.)」由中國 Xiaoxiao Li (Development Research

Center of the Ministry of Water Resources of R.P. China , China) 發表，內容簡述如下：中國現今著重於綠色發展，並且大力提倡生態文明的建設。在河流及湖泊管理方面，中國在 2016 年 11 月開始實行流域負責人制度。以黨和政府領導責任制為核心的河流負責人制度，是中國河流與湖泊管理領域的一項重大創新，希望能填補河流與湖泊管理責任系統的鴻溝。到目前為止，在該系統的實施下，江湖景觀發生了巨大變化，水生態和水環境得到了不斷改善，河流和湖泊管理的資金、技術和參與者已迅速擴大。本文結合理論與實踐，分析了中國河流負責人制度在促進江湖管理機制發展之永續性及綠色發展理念。研究表明，在綠色發展理念下，江湖管理機制將有新的動力系統。首先是在外部力量下的單一政府參與，然後是在內部力量下的多主體參與，而形成良性循環。河流負責人系統最初觸發了這一發展，進一步發展需要綠色理念下的一系列力量，包括完善的法律法規、嚴格的執法、統一規劃、產業協調以及相關的配對政、監督政策、評估和評價、促進公眾參與，培養公眾對水的認識，挖掘河流和湖泊管理中的市場機制力量。



圖 18 Xiaoxiao Li 發表「中國河流及湖泊管理機制發展分析-以流域負責人制度為背景」主題

2.6 「巴基斯坦，旁遮普邦奇尼奧特地區的地下水污染問題 (Groundwater Contamination Issue in Chiniot Area, Punjab, Pakistan)」由巴基斯坦 Mirza Naseer Ahmad (Adus Salam School of Science, Nusrat, Jahan College) 發表，內容簡述如下：該研究計畫用於評估巴基斯坦奇尼奧特地區的地下水水質，該地區的大多數人都使用私人井中的地下水。該地區的水質非常差，特別是靠近寒武紀前裸露的山丘。地下水中的 TDS (總溶解固體)、硬度、氯鹽、和鈣離子都很高，而微量元素化學分析表明，As, Mn 和 S 高於建議的限值。砷和



錳污染歸因於水與岩石相互作用；而硫污染則因地下水井淺，可能是由於不當的固體廢物管理和化糞池造成的。分析都市供水的水質結果，有 25% 的水樣具有糞便污染，由於衛生設備的損壞，高 TDS 地下水是造成經濟損失的原因。關於該地區的問題應該要告知當地居民針對水質進行過濾以避免公共衛生問題。



圖 19 Mirza Naseer Ahmad 發表「巴基斯坦，旁遮普邦奇尼奧特地區的地下水污染問題」主題

2.7 「同時提升酸性水解生物油前處理品質及活性生物碳電化學特性(Promotions of Acid Hydrothermal Pretreatment on Quality of Bio-oil and and Electrochemical Properties of Activated Bio-char Simultaneously)」由中國 Yinhai Su (Southeast University) 發表，內容簡述如下：稻殼是中國常見的農業廢棄物，熱解後，可以轉化為生物碳、生物油和天然氣；然而，由於生物質的某些固有缺點，例如高的氧含量和灰分含量，導致熱解產物的產量很差。水熱預處理（HP）已證明其可有效提高熱解產物（尤其是生物油），部分報告尚證實酸性 HP 的優勢，但對於部分的生物碳仍無效用。因此，本研究的重點是酸性和中性 HP 對生物油品質和活性生物碳電化學特性的影響，結果證明，它們對於樣品產

量升級皆為有助益的方法，其中酸性 HP 效果更好，又以無機酸 ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) 的性能優於有機酸 ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )。在高壓過程中，酸性高壓不僅可以更充分地除去 AEMS，而且還可以顯著降低水熱溫度，同時，酸性 HP 進一步升級了熱解產品。檢測生物油中 LG 的相對含量，PTRH115 中獲得最高 (43.0%)，而且活性生物碳被有效地應用於 EDLC 中；在 ACS 的表徵中，中性 HP 賦予它更高的比表面積，而酸性 HP 進一步擴大了其平均孔徑；而在 EDLC 測試中，AC-PTRH115 具有最佳的電化學性能，AC-PTRH115 具有較高的比表面積和較寬的孔徑。

- 2.8 「2018 年 1 月東海漏油污染後續追蹤 (Hindcast of Oil Spill Pollution in the East China Sea in January 2018)」 由台灣 Thi-Hong-Hanh Nguyen (National Kaohsiung University of Science and Technology) 發表，內容簡述如下：本研究採用集成模型，研究 2018 年 1 月發生在東海的桑吉油輪漏油事件。該模型包括用於氣象預報的天氣研究和預報模型 (WRF)，用於水動力的普林斯頓海洋模型 (POM) 還可使用 OpenDrift 的子模組 OpenOil 進行溢油模型模擬。經由部分實驗的短期追蹤並對照衛星圖像並驗證結果，發現為了得到結果的準確性，需要用於輸入高頻 (每小時) 的資料和高空間解析度模型，並且必須添加風漂移因數。依據 30 天的模擬結果表明，大多數粒子將被運輸到下沉地點的東北部與黑潮匯合。

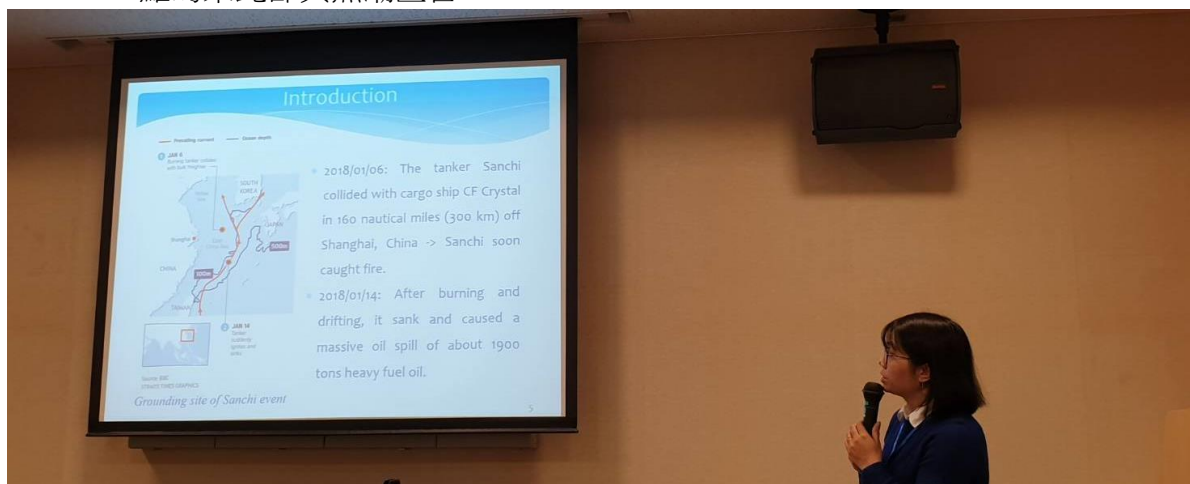


圖 20 Thi-Hong-Hanh Nguyen 發表「2018 年 1 月東海漏油污染後續追蹤」主題

- 2.9 「壬基酚污染食品對健康風險的綜合評估模型：以越南龍安省為例 (An integrated Model for Evaluating Health Risk form Nonylphenol contaminated Food Consumption: A Case Study of Long An Proviencie- Vietnam)」，由越南 Hien

Thi Thanh Ho ( Van Lang University ) 發表，內容簡述如下：利用 fugacity-based 的多媒體模型(食物網路生物蓄積模型)和健康風險模型的集成，來預測 Can Giuoc 河和生物區系中壬基酚 ( NP ) 的分佈，並評估食用漁業帶來的健康風險。在 Can Giuoc 流域的 203 位當地居民中，對 NP 的健康風險模型進行了修改和測試，漁業產品的類型、食物的攝入量和每種類型的攝入頻率則藉由問卷進行調查。結果顯示，健康風險受兩個因素控制：食物攝入量和攝入頻率。當地 45-73% 的成年人中平均 NP 攝入量超過 0.005 mg / kg bw.day，其中孕婦、年輕或准媽媽占 10-21%。該綜合模型可用於地方層面的健康風險篩查和風險溝通。



圖 21 Hien Thi Thanh Ho 發表「壬基酚污染食品消費對健康風險的綜合評估模型：以越南龍安省為例」  
主題

下述為與「固體廢棄物管理」之主題，以下簡要概述當天僅發表之 5 項學術研究：

- 2.10 「泰國董里省沿海地區遊客的廢棄塑膠減量行為(Tourist Behavior of Plastic Waste Reduction in the Coastal Area of Trang Province, Thailand) 由泰國 Cheerawit Rattanpan (SEAN Institute for Health Development, Mahidol University) 發表，內容簡述如下：本研究目的是評估泰國董里省沿海地區遊客減少塑膠廢物的行為。這項研究的參與者包括沿著沿海地區在五個地區旅行的 316 名遊客（153 名男性，163 名女性）。結果表明，有 57% 的遊客表現良好；在統計分析的 14 個變數中，在對多元 logistic 回歸的完整模型進行調整後，發現知識是重要的預測指標。應當推廣減少塑膠廢物的知識體系，以提高遊客對減少早期沿海地區塑膠廢物問題的認識，此外，須更加重視制定和執行，以解決泰國沿海地區塑膠廢物的問題。



圖 22 Cheerawit Rattanpan 發表「泰國董里省沿海地區遊客的廢棄塑膠減量行為」主題

- 2.11 「循環經濟原則下泰國石油化工的永續利用(Sustainable Waste Utilization for the Petrochemical Industry in Thailand under Circular Economy Principle : a case study) 由泰國 Khamkhan Ittiprasert (Chulalongkorn University) 發表，內容簡述如下：為了支持循環經濟，本研究提出替換成泰國烯烴製造產業使用的廢棄物管理及使用方法。廢棄物類型依 GRI 306-2 分類，67% 為能量回收、23 % 焚燒。被石油污染的廢水、黃油、苛性鈉以及生物污泥被視為最大的廢棄



物類型，每種廢棄物都有可能通過增值方法進行回收。對於受石油污染的廢水，使用水力旋流器技術處理具有潛在的應用前景；將回收苛性鈉需要具有高分離效率的分離技術，以薄膜方式過濾為佳；廢水處理廠產生的生物污泥可透過與廢油進行厭氧消化轉化為甲烷氣，隨後將其用於發電。為了提出適用的方案，每個替代技術都以永續指標進行評估，再者，政府部門對特定技術的補貼可以增加技術的永續性、環境、經濟和社會績效。



圖 23 Khamkhan Ittiprasert 發表「循環經濟原則下泰國石油化工的永續利用」主題

**2.12** 「優養化水域的水體修復與固碳(Phytoremediation for Eutrophic Waters Coupled with Carbon Sequestration) 由中國 Xiaoe Yang (Zhejiang University) 發表，內容簡述如下：近年來，水體優養化已成為一個全球性的環境問題，用於修復優養化水域新技術的發展引起了科學家、政府和企業的廣泛關注。由於優養化實際上是一種植物技術，尤其是通過對植物進行生態控制和生態修復的方法，是控制水質優養化的低成本、最有效和可持續的措施之一。本文綜述了開發改良的複雜濕地植物技術以修復優養化和固碳的最新進展，在過去的幾十年中，我們已經開發了有效的技術來建造複雜的濕地，已清潔優養化水域，並大規模應用於 50 多個案例。主要的植物技術包括：(1)農村污水處理的生態工程；(2)通過利用資源植物去除養分來減少農業非點源污染；(3)通過構建增強的自淨植物生態系統對河流/溪流水進行植物修復；(4)在水庫/湖泊淹沒區使用複雜的人工濕地淨化優養化水體；(5)通過構建浮動生態島系統增強水面淨

化能力，對富營養化水庫/湖水進行植物修復。這些植物技術已應用於中國飲用水源水庫的集水區以及大城市廢水處理廠的排放。本文討論了通過增強型複雜濕地修復植物優養化水域的原理和關鍵技術，以結合水體優養化植物整治及固碳作為緩解氣候變化的方法。



圖 24 Xiaoe Yang 發表「優養化水域的水體修復與固碳」主題

2.13 「綠色永續植物性抗氧化劑聚合物 (Green and Sustainable Antioxidant Polymer from Plant) 由阿拉伯聯合大公國 Nour S. AbdelRahman ( United Arab Emirates University ) 發表，內容簡述如下：阿拉伯聯合大公國和周圍的海灣國家，有數百萬棵棗椰樹。棗椰樹殘餘物有著木質纖維素材料中的大量生物質，該生物質主要由含有纖維素和半纖維素的碳水化合物以及木質素組成。儘管來自棗椰樹的大部分木質纖維素含量很高，但目前仍被做為堆肥或燃燒以產生熱量。其實可以將其加工成更有價值的產品，例如燃料和生物基化學品，與其他方法相比，通過熱化學技術的控制使用木質纖維素廢料對環境的破壞較小。腐蝕是由於金屬與周圍環境的反應而引起的對金屬的腐蝕性破壞，腐蝕過程的嚴重後果已普遍成為一個重大問題。通常使用抑制劑以防止或減少腐蝕，不過開發過程中環境可接受及廉價抑制劑至關重要，因為當前使用的大多數化學抑制劑都具有毒性和高成本，例如最常用的防腐劑三丁基錫 (TBT)。因此，應考慮使用天然產物來開發對環境永續的腐蝕抑制劑。這項研究的目的是從阿拉伯聯合大公國大棗棕櫚廢料中提取木質素，並在環保的

多種化學反應下將其轉化為增值產品木質素磺酸鹽（緩蝕劑），隨後對該防腐蝕材料進行防腐測試。目的是通過將阿拉伯聯合大公國棗椰子廢料轉化為防腐化合物，以更環保的方式解決腐蝕問題。

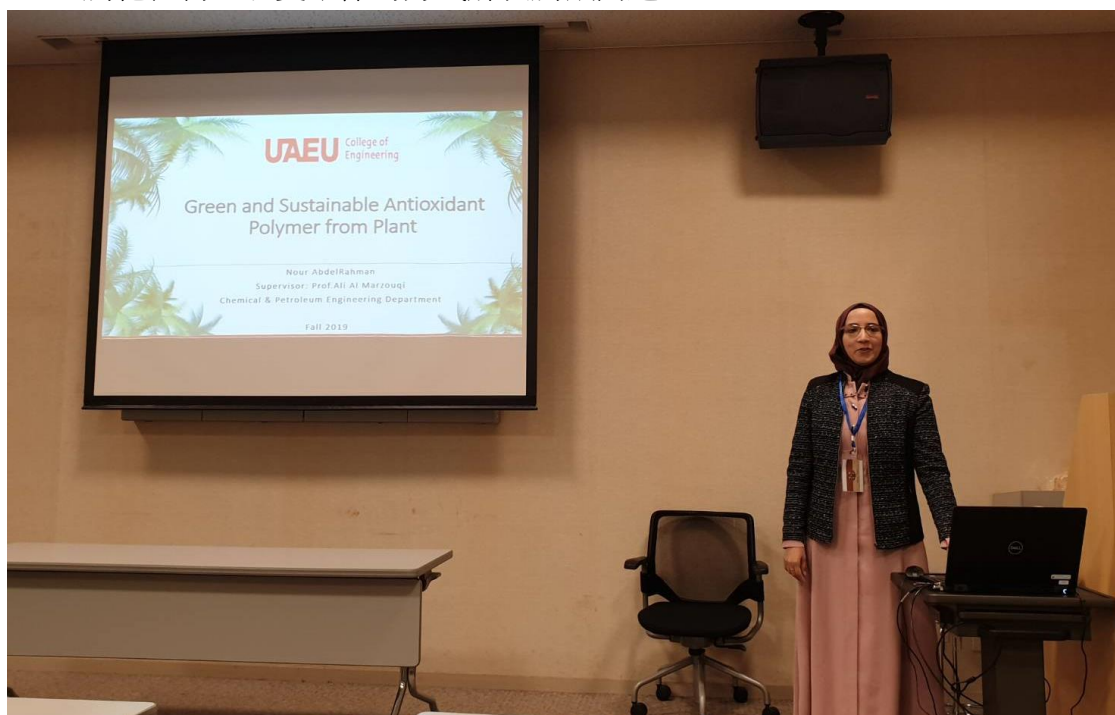


圖 25 Nour S. AbdelRahman 發表「綠色永續植物性抗氧化劑聚合物」主題

2.14 「使用氫氧化鉀回收竹子技術(Recycling Technology of Bamboo Using Potassium Hydroxide) 由日本 Kojiro Nakaaze (Chiba University) 發表，內容簡述如下：日本的竹子產業正下滑，但竹林的數量卻正在增加。在維護竹林的同時，伐木後會產生大量未處理的竹子廢棄物，因此，若在採伐後能重新利用廢棄的竹子，將對環境有所助益。在這項研究中，我們旨在開發一種使用氫氧化鉀回收廢棄竹子的新技術。通過在惰性氣體下用氫氧化鉀熱裂解竹子，同時進行有機物的熱分解和使用鹼度將竹子內部二氧化矽成分的析出，以回收可燃氣體、木炭、二氧化矽成分。本題目研究了竹子的熱分解行為、熱解後木炭的性質、在氫氧化鉀溶液下萃取之二氧化矽，並研究了竹子循環處理的最佳條件。結果發現，當在高於 500°C 下用 3g KOH 將 1g 竹子熱解時，萃取出大部分二氧化矽且產生大量燃料氣體，並且獲得比表面積為約 1,000 平方米/克的碳化材料。



圖 26 Kojiro Nakaaze 發表「使用氫氧化鉀回收竹子技術」主題



### 三、日本國家環境研究所(NIES)參訪



圖 27 日本國家研究院內部研究中心分布概況

本次 NIES 之參訪行程總共分為三部分：第一部分為針對 NIES 進行概要說明(影片介紹)，第二部分為參訪物質循環與廢棄物管理研究室、第三部分為生物生態系統環境研究中心參訪，以下分別簡要說明參訪行程內容：

#### (一)國家環境研究所參觀影片介紹

National Institute for Environmental Studies (NIES)自 1974 年成立以來致力於解決各類環境問題，是日本唯一一家橫跨各個領域的綜合性研究機構。2015 年度起成為國家研究開發法人，以研究開發成果最大化之新目標邁開步伐。

國家環境研究所，具備四大核心主題方面的研究活動，包含：

- 1.俯瞰整個環境科學領域的廣泛性研究
- 2.推進從基礎到社會應用的綜合性研究
- 3.拓展和充實研究網絡
- 4.執行解決廣域環境問題的高水準研究

通過上述四大核心主題方面的研究活動，並依據累積的科學知識，國家環境研究所發表若干研究成果，更加奠定了其在日本核心研究機構的定位。

此外，為了解決環境課題，NIES 專門設定針對課題型研究項目，推動聯手合作及資源整合綜合研究活動。課題型研究項目包含低碳研究項目、資源循

環境研究項目、自然共生研究項目、安全保障研究項目、整合研究項目等五大領域，致力實現中長期環境目標相關研究活動，以發揮研究成果的最大化，實現跨領域的綜合性研究。



圖 28 國家環境研究所參訪與交流



圖 29 國家環境研究所參訪影片

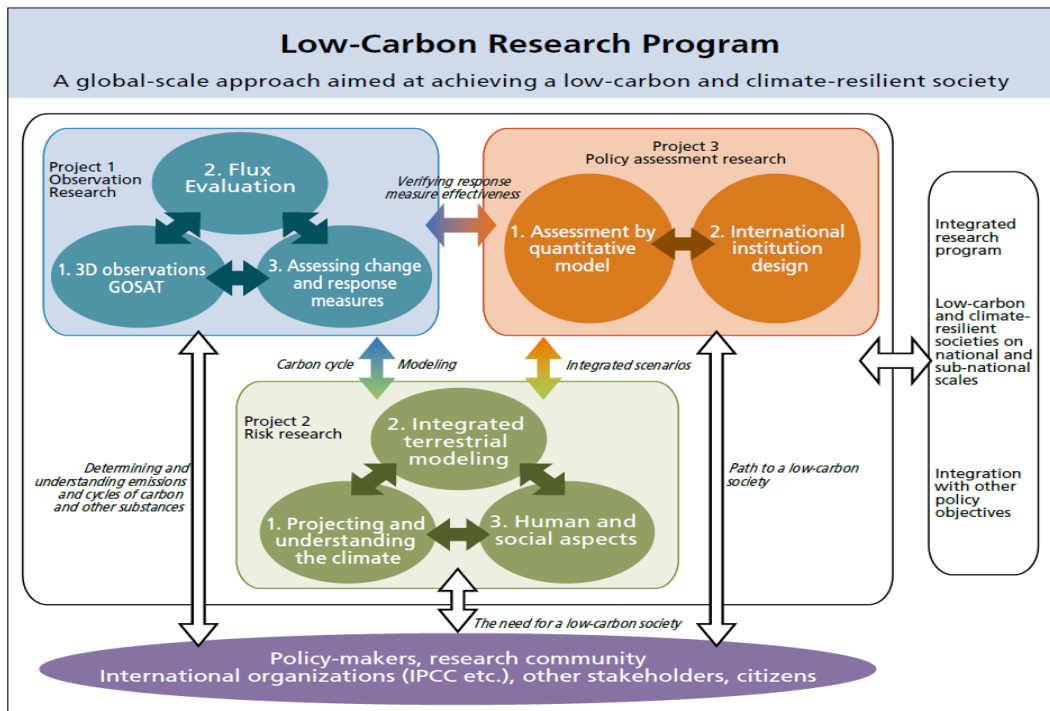
以下針對課題型研究項目內容進一步介紹：

## 1. 低碳研究項目：

自工業革命以來，地球表面溫度持續上升，低碳研究項目之目標為在本世紀末將溫上升控制在 2 度以內，而展開之一系列研究計畫。其以再確立的科學依據前提下，估算引起全球變暖的溫室氣體量，並為此實施以亞太地區為中心之觀測影響及對策評價，開發可高度信賴全球規模的溫室氣體監測系統，在組合各種評估模型之基礎上，探討構築低碳社會的必要性及可行性，並積極推行印證理論依據的綜合性研究活動。



圖 30 國家環境研究所低碳研究項目影片內容



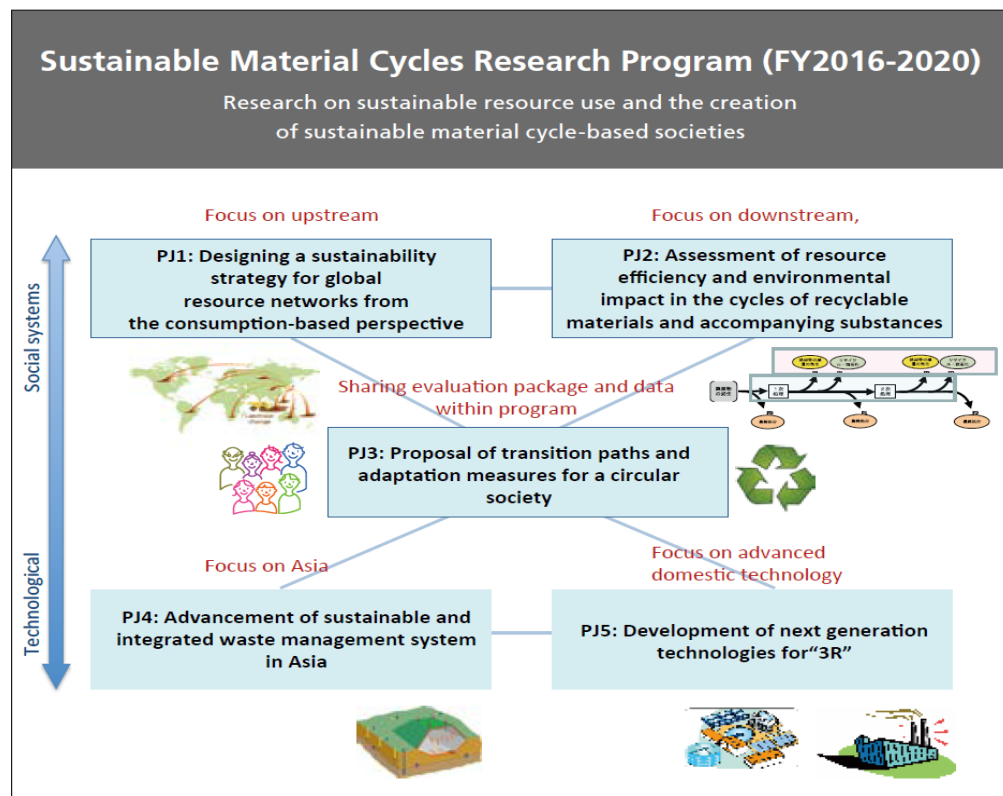
資料來源：NIEA 會場提供之手冊資料

圖 31 低碳研究項目圖示



## 2.永續資源循環研究項目：

永續資源循環研究項目主要內容是以實現資源再利用為目標，通過資源供應鏈構造及其形成原因評估物質及服務的生命週期對資源保護和環境保護影響，致力於適應人口減少等社會變化及轉向循環型社會轉型的活動。此外，其尚包括推動以日本為首的亞洲區域永續綜和廢棄物處理系統與低碳社會等相協調的廢棄物減量、再利用與回收等。

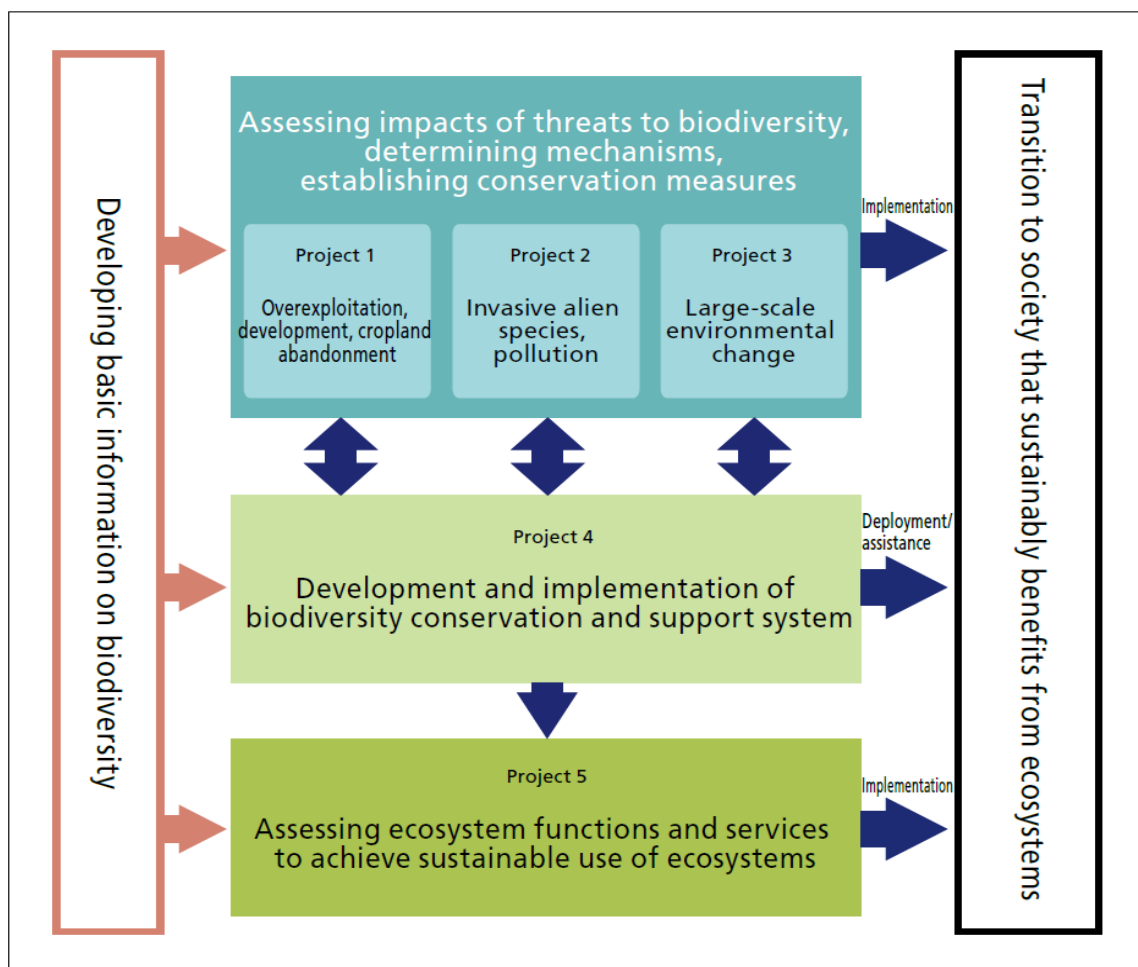


資料來源：NIEA 會場提供之手冊資料

圖 32 資源循環研究項目圖示

## 3.自然共生研究項目：

自然共生研究項目的主要內容是，闡明引起生物多樣性危機的過度開發、農業棄耕、外來種污染及氣候變化等四大主要機制其危害因素對生物多樣性的影響進行研究評估研究和預測，從而構築生物多樣化的保護策略和適應策略保護方案；同時針對生物多樣性的生態環境和生態環境服務進行評估，提供永續之自然共生管理及使生態環境豐碩資源的方案。該計畫還將進一步促進制定和實施管理和保護策略，以制定隔離政策和相關法律，舉例來說希望藉由通過實施 2020 年愛知縣制止生物多樣性喪失的目標行動，實現 2050 年與自然和諧相處之目標。



資料來源：NIEA 會場提供之手冊資料

圖 33 自然共生研究項目圖示

#### 4. 健康與環境安全研究計畫：

該計畫將以評估及管理健康與環境相關風險方法，例如：跨世代及高等生物功能的影響、評估新生態系統衝擊、分析及進一步了解環境化學動力學、PM<sub>2.5</sub>、其他空氣污染物及區域環境水體保護等實施系統性研究。這項研究將藉由八個研究項目完成：化學品對兒童和後代的健康影響、對多種未知化學品的綜合分析、以生態模型為基礎的生態風險評估、生態影響的綜合評估、多維度化學動力學、PM<sub>2.5</sub>和其他空氣污染物的狀態及影響、制定改善和評估區域水質的方法、建立評估和管理風險的綜合系統等。藉由這些方法，可以針對目前尚未建立該系統的方法、監測和預測系統及無全面有效的管理框架，建立完善評估健康和環境風險的系統。



資料來源：NIEA 會場提供之手冊資料

圖 34 健康與環境安全研究計畫項目圖示

## 5.環境-經濟-社會整合研究項目：

該計畫以緩和適應氣候變化為出發點，開發了多層模型，定量分析了社會經濟活動和環境問題的解決方案，包括物質永續循環、自然和諧、健康與環境安全，涉及範圍包括全球、亞洲、日本、市政/地方和民生。其目的是根據從模型評估的結果得出的定性描述情景和定量情景，提出有關長期願景制定和短期計畫的提案。

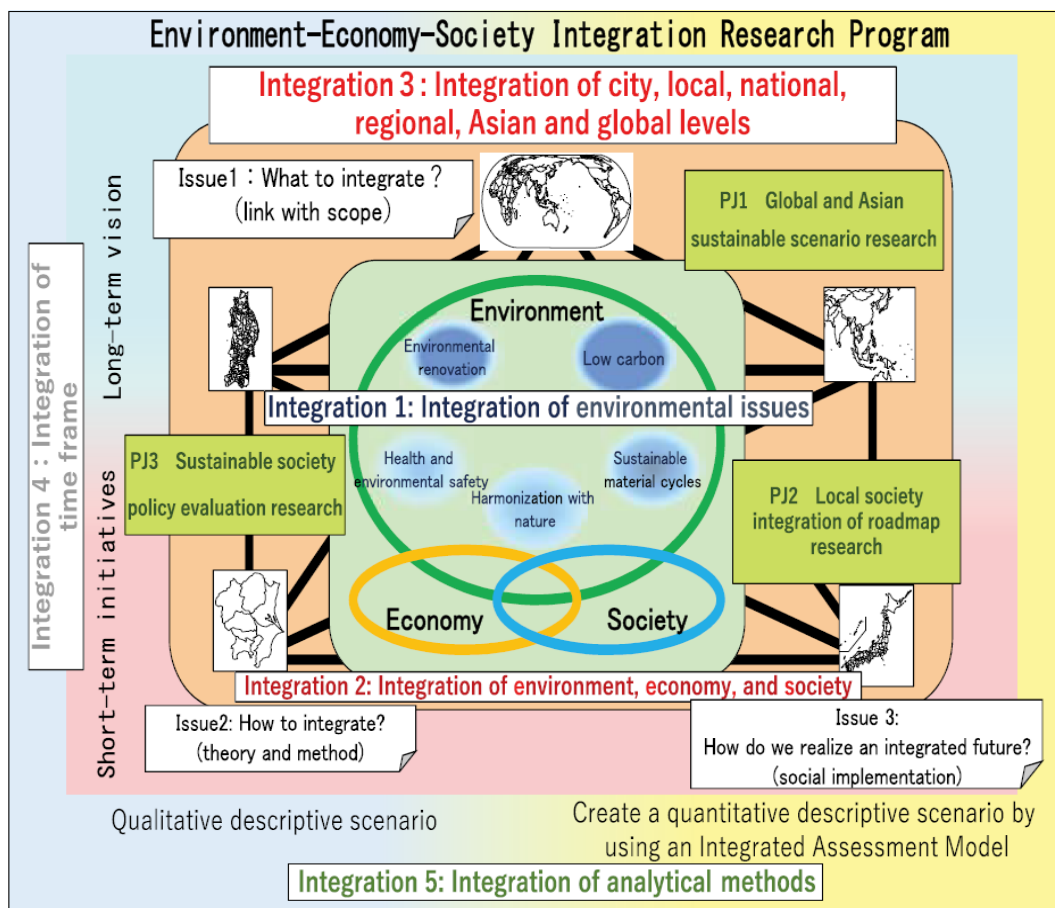
該計畫正在實施以下三個專案（PJ）：

PJ1：用於從全球或亞洲角度進行分析。

PJ2：從區域社區的角度介紹日本的路線圖。

PJ3：用於從政策評估的角度評估永續性。

該計畫尚與其他計畫合作，從環境經濟和社會永續性的角度對每個規模的未來願景進行定量和定性分析，並設計和評估實現預期的未來願景所需的國際和地方/城市政策。此外，該程式將建立有助於實施和實現擬議政策、對措施和技術。



資料來源：NIEA 會場提供之手冊資料

圖 35 環境-經濟-社會整合研究項目圖示

## (二)參訪物質循環與廢棄物管理研究室

帶領參訪人員的 Dr. Kosuke Kawai 先針物質循環與廢棄物管理研究室設立歷史、組織介紹、研究研究室強項等進行書面簡單介紹，後續再進行實驗室參訪，相關說明如下所示：

### 1.設立歷史及組織介紹

廢棄物管理研究部正式於 2001 年 1 月成立，其自隸屬於國家研究院公共健康研究所之廢棄物管理工程部獨立出來，於 2011 年四月，正式正名為「物質循環及廢棄物管理研究中心」。該中心由類似台灣組織架構之計畫主持人、協同計畫主持人及資深研究員組成；其中，計畫主持人轄下掌管五個分部，分別為：永續物質循環部、國際物質循環部、基礎技術及物質管理部、回收及妥善廢棄物處置工程部、國際廢棄管理工程部等組成，總計 40 名研究員；此外，該中心亦在福島縣成立分部。

### 2.物質循環與廢棄物管理研究室強項

該研究室研究強項主打社會系統設計、科技發展、風險分析等三面向，



相關說明如下：

- (1)社會系統設計：可分為全球供應鏈模式、社會行為模式、永續性評估等，主要研究全球物質循環動力學並評估其對環境、經濟和社會的影響。
- (2)科技發展：可分成廢棄物至能源發展技術、廢棄物至物質技術、永續土地掩埋技術等，藉由科技發展，開發資源回收和物料管理所需技術，或研發延長置放廢棄物最終處置之技術。
- (3)風險分析：分為化學暴露評估、有害廢棄物流向分析、高階化學或生物分析等三面向，旨於研究廢棄物產生或處理之過程對環境危害之評估。

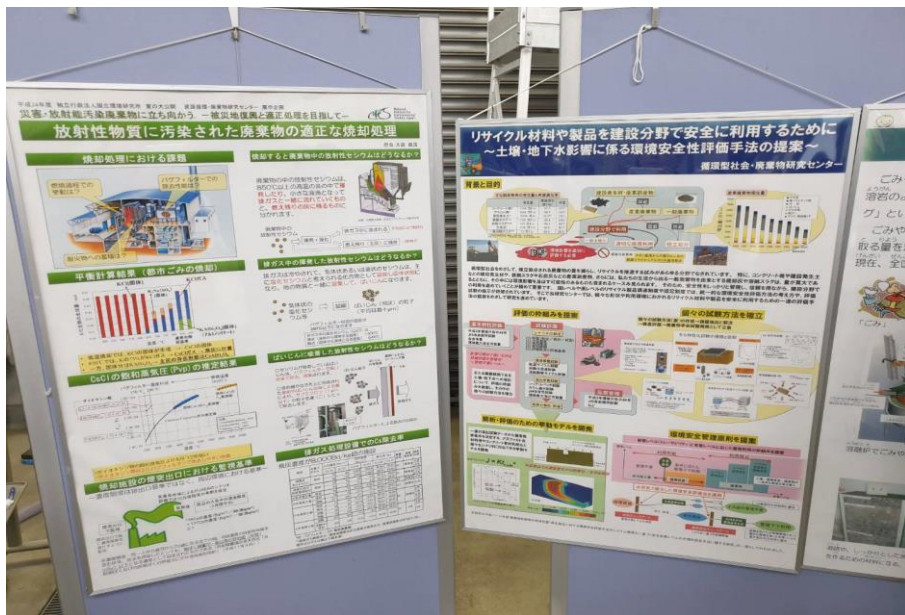


圖 36 物質循環與廢棄物管理研究室設立歷史及組織介紹



圖 37 研究室組織架構介紹



實驗室參訪熱處理試驗小型模廠及模擬土地掩埋廢棄物狀況之模廠。以下將分別簡介參觀之狀況：



圖 38 研究內容海報介紹

#### (1)熱處理試驗小型模廠(Thermal Treatment Testing Plant)

該小型模廠設置主要為評估廢棄物在焚化過程中，廢棄物質變化行為(汽化、蒸發、分解、化學反應、冷凝、去除效果等)。該設備備有旋轉窯(二次燃燒室，可觀察燃燒過程)，燃燒溫度為 1,100-1,200 °C 以達到完全燃燒之目的。該二次燃燒室可彈性提供不同停留時間，並且後端具有煙道氣體處理裝置(例如，酸氣採用熟石灰處理、以袋濾式集塵器除塵、使用活性炭吸附及去除有害廢棄物質(飛灰))。此外，亦以廢棄物在不同氧化或還原狀態下進行試驗，以釐清物質在熱處理或煙道中之表現狀況。



圖 39 熱處理小型煤廠外觀



圖 40 熱處理小型煤廠內容講解

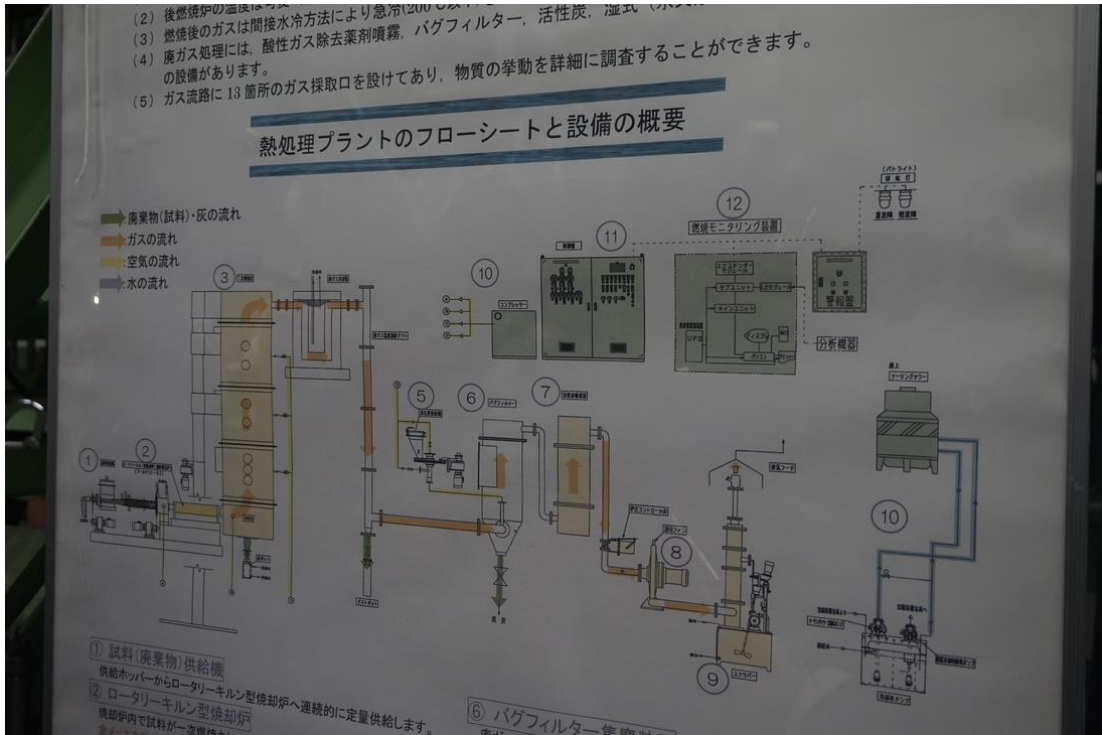


圖 41 熱處理小型模廠處理流程介紹

(2) 模擬掩埋廢棄物狀況之模廠(Landfill disposal simulator)

此實驗之目的為探討不同的物質在掩埋過程中之狀況，評估其安全性、穩定性，及發展出掩埋之技術與系統。該模擬系統具有線上監測系統，並且具有溫度、濕度、及維持厭氧、好氧等之自動控制系統以更貼近真實掩埋狀況。該模廠實驗外觀呈現柱狀，在底部具有高精密規格之量測工具以計算物質在掩埋過程中之質量變化；試驗過程中，藉由模廠科學地釐清，污染物(例如滲出水)在長時間內表現出的變化和行為。





圖 42 模擬掩埋廢棄物狀況之小型模廠介紹



圖 43 模擬掩埋廢棄物狀況小型模廠好報及其內容介紹

### (3) 生物生態系統環境研究中心參訪

該研究中心之參訪由井上智美主任研究員帶領，參觀植物於溫室中培養的狀況。該研究選擇以芒果樹植株進行研究，模擬溫室效應過程中，植物適應的狀況。試驗為區分成不同溫度(攝氏 10、20、30 度)進行比較，試驗迄今約 4 個月。溫室中針對濕度、日照、產氣狀況等進行控制，藉由模擬氣候溫度受溫室效應影響上升後對植物之影響，而影響狀況以植物物理特性進行比



較(例如，存活率)，判斷該植物適應氣候變化之狀況。



圖 44 芒果樹於溫室中培養狀況



圖 45 30°C 下芒果樹培養狀況

## 肆、心得建議

### 一、心得

本次赴日本橫濱市參加第 4 屆亞洲環境永續發展會議(2019 4th Asia Conference on Environment and Sustainable Development)及，進行「廢水處理」、「再生水回收管理」、「污泥處理技術」、「廢棄物管理」等議題進行實際應用案例分享於討論，包含「追溯胞外高分子聚合物及可溶性陽離子在二階段厭氧消化反應中」研究指出污泥胞外高分子聚合物(EPS)及陽離子組成改變導致污泥凝生物膠羽凝絮特性改變，影響污泥調理加藥量等問題，此研究探討問題類似本局新竹園區污水廠 AO-MBR 程序產出之污泥無相關研究數據可參，污泥較為細小不易凝絮，致板框脫水機初期操作上處理量未能穩定，現除使用不同污泥調理加藥劑試驗外，未來亦可參採會議上研究之工作方法，以 AO-MBR 系統中各項操作參數進行試驗，分析出不同參數下污泥特性的變化，以數據方式建立整體系統最佳化操作。

此外，本次參訪日本國家環境研究院(National Institute for Environmental Studies, Japan)學習該國資源循環及廢棄物管理技術實際研究案例進行解說，透過該院物質循環與廢棄物管理研究室裡之熱處理及掩埋小型模廠，瞭解該國現行廢棄物處理之技術。日本與本國相似，在地皆缺乏能源及資源，除源頭仰賴進口外，亦同時推廣廢棄資源循環及再生能源。為此，各項資源循環及再生能源研究未來可於污水廠管理及規劃參考，亦可供本局作為園區事業環境政策管理所借鏡。

### 二、建議

- (一)鑒於全球水資源管理日益重要，加上氣候變遷及污染等議題，可利用水源亦在全球逐漸減少，再生水技術發展將為未來趨勢，本局未來規劃銅鑼污水廠第二期工程-高導電度處理設施功能提昇為國際上重要之高級處理技術，將高導電度之事業廢水處理至符合灌溉用水的標準，未來與園區再生水回收管理亦可結合。
- (二)新竹園區污水處理廠 AO-MBR 污泥特性，因國內外尚未有足夠之研究，致污泥凝絮性尚未穩定影響污泥脫水機的處理效率，現階段採測試調理參數及藥劑方式尋覓最佳污泥調理方式，未來可參採會議上研究之工作方法，以 AO-MBR 系統中各項操作參數進行試驗，分析出不同參數下污泥特性的變化，以數據方式建立整體系統最佳化操作。
- (三)藉由參訪日本國家環境研究院-廢棄物實驗室，擷取以系統設計全球供應鏈模

式、行為模式、永續性評估等，瞭解物質循環動力學並評估其對環境、經濟和社會的影響。另交流廢棄物處理或物質循環之科技發展，分成廢棄物能源發展技術、廢棄物至物質技術、永續土地掩埋技術等，最後進行風險分析評估化學暴露、有害廢棄物流向分析、高階化學或生物分析等三面向。加上配合行政院環境保護署推動循環經濟政策，以此未來可規劃園區事業廢棄物再利用媒合輔導。

- (四) 本局提出之「科學園區循環經濟推動策略(108年版)」，其三大策略為持續推動源頭減量及資源回收再利用、教育宣導循環經濟理念，鼓勵園區事業推動循環經濟及推動科學園區能資源整合，推動過程中面臨包含推動有害事業廢棄物減量方式、推廣教育宣導所轄事業綠色設計理念、推動事業單位自主性推動循環經濟協議等困難，本次會議上各國皆有提出循環經濟的研究，其工作內容可做為調整循環經濟績效指標之參考。