

出國報告（出國類別：國際會議）

## 參加第七屆亞洲環境與永續發展 研討會

服務機關：行政院環境保護署毒物及化學物質局

姓名職稱：盧家惠簡任技正、李偉技士

派赴國家：日本

出國期間：111 年 11 月 3 日至 9 日

報告日期：112 年 1 月 6 日

## 摘要

2022 年第七屆亞洲環境與永續發展會議（2022 7th Asia Conference on Environment and Sustainable Development, ACESD 2022）於 111 年 11 月 4 日至 6 日於日本京都舉行，該研討會旨在為來自工業界、學術界和政府的研究人員、從業者和專業人士提供一個論壇，以討論環境和永續發展方面的研發及專業實踐。

另本次順道參訪日本海上災害防止中心(Maritime Disaster Prevention Center, MDPC)，該中心成立於 1976 年，係根據「海洋汙染等及海上災害防止相關法」所指定設立的海上防災機構，並於 2013 年轉型為一般財團法人，具有豐富之海上化學物質災害事故應變與處理經驗，並於近年逐步發展陸上化學物質應變服務。本次參訪為了解其服務內容、民間機構營運及收費機制及事故處理等方面之作法，希望藉由交流獲得相關執行經驗，有助於完善我國毒性及關注化學物質災防體系之充實。

# 目 次

壹、緣起及目的.....	1
貳、出國人員.....	2
參、過程.....	3
一、行程概述.....	3
二、日本環境與永續發展研討會（ACESD 2022）內容.....	4
三、拜訪日本海上災害防止中心及交流.....	15
四、參訪 MDPC 千葉基地 .....	21
肆、心得與建議.....	24
伍、附錄清單.....	26

## 壹、緣起及目的

近年國際對環保議題日益重視，在氣候變遷、環境污染防治、處置、清理及復育、環境永續發展等議題的研究及技術均有長足發展，我國環境保護署在環境保護政策之規劃亦是走在全球前列，在資源循環、溫室氣體減量、污染管制、災害預防管理等政策之推動扮演重要角色，並致力於開發相關技術之發展。本次藉由派員出國參加環境與永續發展研討會，蒐集國際最新環境保護技術資料與趨勢，提供本署化學局後續建構毒性與關注化學物質災防業務完整性參考。

另本署化學局為強化國際化學防救災技術交流，於 107 年促成我國財團法人工業技術研究院與日本海上防止中心簽署合作備忘錄，透過互訪觀摩、舉辦應變研討會、辦理技術交流分享、參加專業技能培訓等作法，開啟我國與日本雙方化學災害應變技術交流長期合作關係。本次出國行程順道安排參訪日本海上防止中心，除維繫日我雙方交流外，亦有蒐集日方在民間應變機構相關服務及營運經驗資訊之任務，以利國內推動及發展專業應變諮詢機關（構）政策及體系，將有助於完善毒性與關注化學物質災防業務的全面性。

## 貳、出國人員

本次代表團由環保署毒物及化學物質局盧家惠簡任技正擔任團長，團員含環保署毒物及化學物質局李偉技士、中國文化大學王子奇校長、工業技術研究院何大成正工程師、林祐任工程師、國立雲林科技大學洪肇嘉特聘教授、林亮均專案助理、國立高雄科技大學陳政任特聘教授、楊惠甯專案經理共 9 人，出國人員如表 1 所示。

表 1 出國人員列表

機關（構）名稱	姓名	職稱
環保署毒物及化學物質局	盧家惠	簡任技正
環保署毒物及化學物質局	李偉	技士
工業技術研究院	何大成	正工程師
工業技術研究院	林祐任	工程師
中國文化大學	王子奇	校長
國立雲林科技大學	洪肇嘉	特聘教授
國立雲林科技大學	林亮均	專案助理
國立高雄科技大學	陳政任	特聘教授
國立高雄科技大學	楊惠甯	專案經理

## 參、過程

### 一、行程概述

出國期間為 111 年 11 月 3 日至 111 年 11 月 9 日，共計 7 日。出國內容包含參加 11 月 4 日至 6 日 2022 年第七屆亞洲環境與永續發展研討會（2022 7th Asia Conference on Environment and Sustainable Development, ACESD 2022），11 月 7 日至 8 日拜會日本海上災害防止中心（Maritime Disaster Prevention Center, MDPC）及參訪 MDPC 千葉基地等，行程規劃如表 2 所示。

表 2 出國行程

日期	行程
11/3(四)	1. 桃園機場搭機前往日本關西國際機場 2. 交通移動前往研討會會場 3. 研討會資料準備
11/4(五)	參加 2022 年第七屆亞洲環境與永續發展研討會 (ACESD 2022)
11/5(六)	
11/6(日)	
11/7(一)	1. 與日本海上災害防止中心（MDPC）理事長伊藤裕康先生及部長清野成直等 12 人進行交流 2. 針對民間應變機構營運方式、陸上化學物質應處等議題進行進行政策及技術交流
11/8(二)	由日方帶領參訪及解說東京灣東側的 MDPC 千葉基地（東京灣第 1 號基地）包含各式浮油回收抽取機械設備、真空汲取設備、攔油系統、真空抽吸收集系統等設施
11/9(三)	由日本羽田機場搭機返程前往松山機場

## 二、日本環境與永續發展研討會（ACESD 2022）內容

主題	講者/單位
<p>專題演講：Climate Justice – The Ethics of Sharing the Cost Climate Change Policy</p> <p>主要內容：探討在污染防制政策制定上，以污染者付費 Polluter pays principle（PPP）、受益者付費 BPP beneficiary pays principle（BPP）及有能者付費 APP Ability pays principle（APP）等三種角度來負擔污染防制之可行性及優劣性評估。</p>	<p>Prof. Makoto Usami University of Kyoto, Japan</p>
<p>Session 1（會議 1）：Water Pollution Treatment and Watershed Water Resources Management（水污染處理及流域水資源管理）</p> <p>主要內容：探討光觸媒在水處理及廢水處理的應用、風能發電廢棄玻璃纖維在移除有機廢水上的應用、自然有機物質與三鹵甲烷在湖水中形成的特性研究、糧食/能源/水與區域水資源農業型態之間關聯性研究、應用形態學參數山洪徑流量在永續性上的量化研究、都市湖泊在遭遇降雨逕流量強度的特性研究。</p>	<p>主持人 Prof. Makoto Usami</p>
<p>Session 2（會議 2）：Environmental Pollution Management and Sustainable Development（環境污染管理及永續發展）</p> <p>主要內容：不同程度污染土壤中胡蘿蔔的重金屬攝取研究、都市空氣污染使用 3D 計算流體模式研究、工業城市環境的協同治理方案研究、動態生態系統對應中心化與區域自治研究、使用混合分類法監測埃及西南邊緣的農業永續發展評估、地鐵系統對城市形態變化研究、臺北都會區的計量經濟分析、評估臺中小學飲水機水中的鎳含量。</p>	<p>主持人 Prof. Roberto San Jose</p>
<p>Session 3（會議 3）：Solid Waste Management, Waste Valorization and Circular Economy（固體廢棄物管理、廢棄物資源化及循環經濟）</p> <p>主要內容：印度的甘蔗精煉合成物生命週期評估、從咖啡殼製造還原糖和乙醇中有機酸和無機酸前處理的比較、城市固體廢棄物堆肥系統全尺寸強制曝氣的性</p>	<p>主持人 Prof. Keiji Ujikawa</p>

<p>能評估、榴蓮皮以溶劑前處理提高生物乙醇產量分析、有害固體廢棄物管理研究的系統文獻計量分析、評估如何利用定價模式處理城市固體垃圾以提高回收率減少廢棄物總量、使用環境經濟模型評估永續發展目標政策。</p>	
<p><b>Session 4 (會議 4) : Renewable Energy and Clean Energy Technology (可再生能源及潔淨能源技術)</b></p> <p>主要內容：大規模生產陰極活性材料的製程技術經濟優化評估、中國達到碳中和目標的距離與建議、分析離岸風力發電機支撐式導管架頻率影響的沖刷效應、在跑道池塘中種植微藻的經濟和生命週期評估、離岸風力發電機的支撐式導管架與土壤結構相互作用的時域地震分析、使用海洋熱能和水力差的新能源評估、分析鐵路客運用氫燃料電池及其在沙特阿拉伯的部署、用於管內流體的熱設計新免費軟體分析。</p>	<p>主持人 Dr. Usama Mohamed</p>

(一) 專題演講-氣候正義－氣候變遷政策分攤成本的倫理學 (Climate Justice – The Ethics of Sharing the Cost Climate Change Policy)

日本京都大學 Makoto Usami 教授以污染者付費(Polluter pays principal, PPP)、受益者付費(Beneficiary pays principal, BPP)及有能者者付費(Ability pays principle, APP)來探討在氣候變遷的議題中，以哲學的角度切入國際間各國針對付費機制的探討，並以生活中的案例來舉例說明。污染者付費就是一個家庭中有兩個小孩傑克與珍妮，傑克弄髒了房間，就請傑克來整理房間，就是所謂的污染者付費(PPP)，而雖然傑克弄髒了房間，但是這個房間傑克與珍妮都會使用到這個房間，因此請傑克與珍妮一起都要整理房間，就是所謂的受益者付費(APP)，但是若是傑克雖然弄髒了房間，但是因為要出去旅行，有一個禮拜都不在家，因此請珍妮幫忙整理房間，就是所謂的有能者付費(APP)，透過深入淺出的說明，並整理現有國際情勢，講者的建議是針對現在可確定的責任前提下，可以 PPP 的角度來作費用的收取，但針對歷史排放的狀況由於情況難以釐清，各國都有自己的論述，因此可以採取整合 BPP 與 APP 的方向作為日後的策略。

(二) Session 1 : Water Pollution Treatment and Watershed Water Resources



## Management (水污染處理及流域水資源管理)

### 1. 探討光觸媒在水處理及廢水處理的應用

廢水處理需要通過使用先進技術來解決水中污染物，由於全球化的影響，有機污染物和新興污染物是當前重要的水污染物，對人類和環境造成危害。然而，常規處理不適合用於去除這些污染物，而光催化是一種通過光和催化劑將有機污染物降解為無害副產物的環保、成本效益和高效的處理方法，使其成為一種具有前途的技術。在可用的光催化劑中，納米銀顆粒(Ag NPs)顯示出良好的催化和化學穩定性。納米顆粒的合成正在轉向對環境友好且避免有害化學物質的生物合成，藉由此種契機研究發現了由生物合成的 Ag NPs。通過不同的技術成功合成了各種生物材料，如植物、水果、生物聚合物、廢棄物和微生物。結果顯示，生物合成的 Ag NPs 對先前研究的有機污染物降解具有顯著的光催化性能。講者建議通過降低帶隙能量和摻雜支持材料來進一步改進作為光催化劑的 Ag NPs 以獲得更好的回收率。本篇綜述討論了從具有光催化特性的各種生物材料中合成 Ag NPs 的光催化機制和方法，作為克服水污染問題的方法及其挑戰和建議。

### 2. 風能發電廢棄玻璃纖維在移除有機廢水上的應用

大量玻璃纖維廢料的回收利用已成為重要環境問題之一，在本研究中，開發一種新穎且具有成本效益的合成方法，從玻璃纖維廢料中製備  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  納米顆粒包覆的介孔類沸石奈米材料( $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{MZN}$ )，此種材料可作為吸附劑和催化劑，用於去除 MB 和環丙沙星(CIP) 等有機污染物。研究結果顯示，此種方法通過回收其他玻璃基廢料製造具有介孔沸石奈米材料，從而進一步去除廢水中的有機染料和其他新興污染物，實現環境永續應用。

### 3. 自然有機物質與三鹵甲烷在湖水中形成的特性研究

水源中天然有機物質(NOM)的特性可能對調節 NOM 和限制消毒副產物的產生具有重要意義。NOM 替代措施。本篇研究評估由宋卡湖盆地(SLB) 南部不同水源中三鹵甲烷相關的 NOM 質量(THMs)和氯化物的產生。經過調查，運河中的 DOC 濃度最高 (5.12-5.89 mg/L)，其次是水庫 (2.05-2.32 mg/L) 和井 (2.12-2.23 mg/L)。NOM 存在於水井中，並且芳香蛋白和 SMP 樣化合物在運河中占主要比例。THMs 濃度最高

的是運河 (560-736 mg/L)，其次是水庫 (146-390 mg/L)，最低濃度是水井 (120-312 毫克/升)。作者推斷因陸地和微生物為 NOM 的來源有助於 NOM 的產生。

#### 4. 糧食/能源/水與區域水資源農業型態之間關聯性研究

農業在印度的糧食、能源和水(FEW) 關係中發揮著至關重要的作用，其農業消耗了可用水總量的 80%，而將農作物用作生物燃料原料的潛力加深印度對水資源危機的擔憂。本篇作者對此進行一項研究，其中製定了優化模型，以在從事生物燃料生產的人從農業階段獲得的利潤與用水量之間進行權衡。目前的研究使用水文模型 (SWAT) 將先前研究中的三種種植模式與該地區的實際種植模式 (基本案例) 進行比較，並獲得可用於改進優化模型的信息。

#### 5. 應用形態學參數山洪徑流量在永續性上的量化研究

雖然山洪對生活的各個方面造成了嚴重的損失，但對於一個遭受短缺和缺乏安全供水的乾旱地區來說，山洪是寶貴的淡水來源，因此，對山洪徑流量 ( $R_v$ ) 的研究更值得關注。本研究旨在使用數字高程模型 (DEM)、地理空間技術 (Arc GIS)、水文建模和回歸分析來了解流域形態參數對未測量流域中產生的徑流量的影響。研究區是位於埃及東部北部的乾旱地區，由 56 個盆地組成，所有盆地的派生數據分為訓練和測試數據集，這些參數使用多元回歸分析，得到了 6 個形態學參數的方程式和一個使用訓練數據計算徑流體積的降水調整項。該方程式可用於計算測試數據集的徑流量，其結果顯示與當前監測的徑流量記錄顯著一致，顯示山洪徑流量的可靠模型或預測因子。量化徑流量有助於優化確定集水設施的容量並擴大淡水資源以實現永續發展目標。

#### 6. 都市湖泊在遭遇降雨逕流量強度的特性研究

氣候變遷對地球的大部分地區產生了嚴重的影響。因此，許多城市地區經歷了與過去相比無與倫比的洪水規模，本研究旨在根據徑流深度對城市流域進行分類。為了估計徑流深度，使用 ArcMap 描繪了一個數據高程模型 (DEM) 來識別盆地、子盆地、流向和流線。研究結果將徑流深度計算分為 10 類，其結論有近三分之二的研究區域已被估計的徑流飽和。此外，只有不到十分之一的盆地可承受超過 500 毫米的徑流深度。本研究可助決策者加強對所研究流域內徑流聚積點的保護措施。

### (三) Session 2 : Environmental Pollution Management and Sustainable

#### Development (環境污染管理及永續發展)

##### 1. 不同程度污染土壤中胡蘿蔔的重金屬攝取研究

在不同的農產品及工業產品中的重金屬可輕易的透過環境污染而進入食物鏈中。而這些重金屬首先將先對植物生長造成問題，進而可能透過飲食攝取對動物和人類的健康造成危害。這些重金屬會干擾正常的身體機能。本研究透過人工造成的不同程度污染，來評估種植的胡蘿蔔對重金屬的吸收。由結果觀察到 Cu、Zn、Pb 的吸收順序為  $Zn > Cu > Pb$ ，而在胡蘿蔔不同部位，重金屬濃度高低順序為側根 > 莖葉 > 主根。

##### 2. 都市空氣污染使用 3D 計算流體模式研究

研究主要目標是模擬西班牙馬德里 4 平方公里市區的空氣流動和污染，以應用於計算流體動力學 (CFD) 的真實 3D 地理資訊，本研究使用 PALM4U10 公尺分辨率網格模型，以 WRF/Chem 模擬的氣象學和空氣污染數據作為邊界條件，高分辨率的模擬可揭示空氣污染的詳細地理分佈模式。結果顯示，污染物的濃度受城市 3D 佈局的異質性的強烈影響，高層建築對城市風型影響很大。本研究展示了 CFD 模擬在城市空氣質量建模中的潛力，未來可提供都市規劃者作為都市規劃的參考資訊。

##### 3. 工業城市環境的協同治理方案研究

透過觀察，社會企業責任(Corporate social responsibility, CSR)的倡議並沒有顯著幫助永續環境議題，特別是在工業的重點城鎮。協作治理策略(collaborative governance strategy)被認為是解決企業、政府和社區之間協調和溝通困難的一種選擇，通過協調合作努力實現城市環境管理的目標。本篇研究旨在確定企業實體實施環境 CSR 的不同形式，並創建環境管理中的 CSR 協同治理模式。這項定性調查是在 2020 年在印度尼西亞的工業城市之一芝勒貢市(Cilegon City)，調查來自三個國家共 20 名利害關係人，包含政府、公司和社區。根據研究發現，環境領域的 CSR 實施涵蓋清潔生產、生態辦公、能源和自然資源保護、廢棄物管理、可再生能源、氣候變遷調適和環境教育，商業實體在這方面對於建立起始條件方面發揮重要作用，而政府則提供促進性領導和 CSR 論壇啟動制度設計。

##### 4. 動態生態系統對應中心化與區域自治研究

1999 年在印尼施行的權力下放制度導致了政治、經濟、社會和環境等

許多領域的顯著變化，然而，以往關於分權的研究大多集中在政治、治理和經濟領域方面。本研究試圖從環境的角度分析印尼的權力下放和區域自治政策的影響，即分析東南蘇拉威西省土地覆蓋變化的動態和生態系統服務價值（Ecosystem Service Values, ESV）的動態。結果顯示，實施分散化後，土地覆蓋類型的增長/損失率發生了顯著變化。農業用地建設用地增長率在去中心化後裸地面積顯著增加，而森林面積損失率顯著，這項研究揭示了權力下放後 ESV 的顯著損失。在權力下放之前（從 1990 年到 2000 年），ESV 的減少約佔 9900 萬美元，而在 2000 年至 2010 年期間（權力下放後）ESV 約為 1.75 億美元。從這個角度來看，有跡象顯示權力下放對生態系統退化有負面影響。

#### 5. 使用混合分類法監測埃及西南邊緣的農業永續發展評估

農業發展活動對於乾旱和半乾旱地區的永續發展至關重要，本研究使用一種混合圖像分類方法來監測農業擴張，確保其與永續發展目標相符合。在考察現有土地覆蓋（land cover, LC）類型的基礎上，利用常態化差異植生指標（normalized difference vegetation index, NDVI）、裸土指數（bare soil index, BSI）和乾堆積指數（dry built-up index, DBI）等光譜指數得到訓練樣本對於獲得的圖像描繪 2007 年至 2022 年之間的 LC 趨勢，此外，農業用地面積從近 7.64% 增長到約 43.72%，同時降低沙漠土地約 36.30%。然而，城市地區出現了約 0.23% 的小幅增長。據觀察，荒地是新增耕地的主要貢獻者，約佔 37.42%。該研究還顯示，可耕地的增加可能加強了荒漠化、貧困和飢餓，然而，與飲用水和防止含水層水質惡化的永續發展目標之間存在相互矛盾的關係。因此，建議決策者應採取管理政策，如利用溫室農業系統來減輕 LC 改變的負面影響。

#### 6. 地鐵系統對城市形態變化研究

地鐵系統投資後城市形態會如何變化？由於經濟發展通常是過境投資的政策目標，早期系統的城市形態效應及其經濟影響將引起這些國家決策者的興趣。臺北是 1996 年開通的台灣第一條地鐵系統的所在地，可以提供關於其交通投資是否、如何以及在什麼條件下影響城市形態的經驗教訓。這項研究的目的是研究臺北都會區新地鐵站的引入是否通過將人口和工作集中在附近來影響城市形態，以及地鐵站存在的持續時間是否與這種

城市形態影響的程度相關。本研究使用 ArcGIS 辨識在不同時間開通的地鐵站 800 公尺範圍內的 TAZ，並應用差分法分析 TAZ 級別的人口和就業數據，來源包括最近的 2000 年和 2009 年家庭旅行調查。結果顯示，新引入的地鐵站對其附近 TAZ 的人口密度和工作密度沒有影響。儘管研究結果既沒有證實也沒有貢獻關於交通投資與城市形態之間關係的現有知識，但它們支持了對這種關係的學術探索並倡導政策變革。最重要的是，他們提供的證據顯示，應該通過有意的規劃措施來彌補公交投資與城市形態變化之間的脫節，這些規劃措施可以促進以公共交通為導向的發展 (transit-oriented development, TOD)，以塑造經濟繁榮和環境永續的城市。

#### 7. 評估臺中小學飲水機水中的鎳含量

因現有文獻中尚未詳細記錄飲用水被鎳 (Ni) 污染的事件，可能的來源信息不充分，儘管如此，不銹鋼管、水龍頭和管件等多種含鎳管道材料在包括臺灣在內的不同地區的飲用水配送系統中越來越受歡迎，越來越多地使用這些材料可能會導致飲用水中的鎳含量更高，從而對消費者，尤其是幼兒構成慢性健康風險。因此，本研究調查了臺灣臺中小學飲用水中的鎳濃度，作為對可能污染的首次此類調查的一部分。本研究採用系統抽樣調查 2019 年 10 月至 2021 年 7 月間，從 21 個行政區的 58 所學校採集水樣。結果顯示，每個學校至少有一個樣本的鎳含量超過台灣環保署標準 (20  $\mu\text{g/L}$ )，最高濃度達到 154  $\mu\text{g/L}$ ，臺中市有近 60% 的地區的小學都出現了一定程度的污染，這表明鎳來源很普遍。在周末和夏季獲得的樣本往往更容易超標，50 年以上的老學校和學生人數較多 ( $\geq 500$ ) 的學校更有可能受到鎳污染。這項研究揭示了飲用水是潛在的鎳來源，並強調了定期評估鎳水平的必要性。

### (四) Session 3：Solid Waste Management, Waste Valorization and Circular Economy (固體廢棄物管理、廢棄物資源化及循環經濟)

#### 1. 印度的甘蔗精煉合成物生命週期評估

甘蔗生物精煉綜合體讓糖廠當前產品多樣化更具潛力，從而有助於抵禦市場波動，它還可促進循環經濟和永續處理製糖過程中產生的廢棄物流向。此項研究開發了五種甘蔗生物精煉複合體配方，旨在生產糖、乙醇和甘蔗渣增值產品。本研究使用 OpenLCA 1.10 軟件和 Ecoinvent® 數據庫的生命週期評估框架，用於評估與這些配方相關的環境影響。

## 2. 從咖啡殼製造還原糖和乙醇中有機酸和無機酸前處理的比較

咖啡飲料消費量的增長導致大量咖啡廢棄物的產生，而關於此類廢棄物管理的資料去很少。通過生物精煉過程，咖啡廢棄物作為一種木質纖維素，可轉化成具有附加價值的生物化學品和生物燃料。在木質纖維素的生物精製過程中，前處理過程是改變木質纖維素結構使其更易受酶促糖化作用的重要步驟。本研究比較了有機酸（草酸、檸檬酸和乙酸）和無機酸（硫酸和鹽酸）前處理咖啡殼對還原糖和乙醇生產的影響。經檸檬酸前處理後的還原糖含量為 27.16 mg，是未處理樣品的 1.62 倍。檸檬酸前處理樣品的纖維素含量增至 38.25%，而未處理樣品的纖維素含量為 13.10%，顯示酸前處理去除了半纖維素。與未處理樣品相比，檸檬酸前處理可將乙醇產量提高 5.1 倍。與無機酸相比，有機酸被證明是一種有效的咖啡廢棄物前處理化學品，且具有較低的毒性和成本。

## 3. 城市固體廢棄物堆肥系統全尺寸強制曝氣的性能評估

本研究是一項全面的強制曝氣城市固體廢棄物堆肥試驗的結果，該試驗旨在消除傳統城市固體廢棄物堆肥系統中常見的一些問題，例如難聞的氣味、緩慢的降解和過多的滲濾液生成。該實驗在斯里蘭卡的 Mihisaru 城市，整合城市固體廢棄物 (Municipal Solid Waste, MSW) 管理設施中進行。廢棄物成分顯示，部分分離的廢棄物含有大約 85% 的有機物和 75% 的水，在早期分解階段對氧氣的需求更高。因此，設計了一個全尺寸的強制曝氣系統進行曝氣，每天監測水分、流量、氣壓、溫度的變化，同時每隔一周監測廢棄物堆內揮發性固體變化和空氣成分，持續 3 個月。結果顯示，強制曝氣可減少厭氧氣味氣體和滲濾液的產生量，此外還發現強制曝氣可以減少 75% 的料堆翻轉需求，分解所需的總時間減少到 50%。靜態堆肥系統的缺點是成熟堆肥的粒徑較大；因此，建議在高溫分解階段後機械切碎廢棄物，並在自然對流曝氣下穩定直至堆肥成熟。

## 4. 榴蓮皮以溶劑前處理提高生物乙醇產量分析

由於對能源需求的增加以及化石燃料的枯竭，生質能源已經將重點轉移到從廢棄的生物質中生產生物燃料或其他增值產品。泰國作為最大的榴蓮出口國，大量的榴蓮果皮作為廢棄物產生一直是泰國的一個嚴重問題，造成了環境和健康問題，作為邁向綠色經濟的一步，本研究旨在利用榴蓮皮生產生質酒精。榴蓮果皮採用酸性低共熔溶劑氯化膽鹼：乳酸

(ChCl/LA) 以 1:6.5 (w/w) 的固含量在 80 °C 下預處理 5 小時。預處理有效的在生物質中保留幾乎 63% 的纖維素，當水解時導致預處理生物質的葡萄糖產量為 88.7%。除此之外，預處理生物質的發酵研究可以產生 8.4 g/L 的生質酒精，證實了榴蓮皮在生產增值化學品方面的潛力。

#### 5. 有害固體廢棄物管理研究的系統文獻計量分析

全球多個行業的持續發展和快速城市化增加了有害固體廢棄物的產生率。多年來進行了大量研究，以找尋可以顯著減少此類廢棄物的科學有效的管理方案。本研究使用文獻計量分析工具 **Biblioshiny** 進行文獻分析以進一步了解這一領域。分析包括研究的一般特徵、不同研究組成部分（作者、國家、機構和出版物）的貢獻及其社會結構，以及作者的關鍵詞分析。結果顯示，1974 年至 2021 年間，在涵蓋多個學科領域的 422 種科學期刊上發表了 1585 篇文章。對當前研究的貢獻主要來自已開發國家，因為它們同時也是最大的危險固體廢棄物產生國。作者的關鍵詞分析表明，人們非常重視回收利用，以管理此類廢棄物並最大限度地減少對垃圾掩埋場的依賴。

#### 6. 評估如何利用定價模式處理城市固體垃圾以提高回收率減少廢棄物總量

按量付費 (Pay as you throw, PAYT) 是一種用於處理城市固體廢棄物的使用定價模型，用戶根據他們向市政府或地方當局收集的垃圾量收取費用。在實施按量付費系統的情況下，通常免費提供廢棄物轉移服務，如回收和堆肥。該系統基於逐戶垃圾收集，有 5 個物流（食物垃圾、塑料包裝和金屬、玻璃、紙張和紙板以及未分類的垃圾）。研究顯示引入組合系統（逐戶收集和按量付費）後的結果幾乎是立竿見影的。

#### 7. 使用環境經濟模型評估永續發展目標政策。

國民經濟核算體系(system of national accounts, SNA) 和環境經濟核算體系 (System of Environmental-Economic Accounting, SEEA) 已成為一種國際統計標準，作為分析有關循環經濟、氣候變化問題以及與經濟相互作用的綜合政策的手段之一。本研究編制 SEEA 材料/能源賬戶並估算供應使用表，用於分析循環經濟/脫碳社會。基於 SEEA，編制一個環境擴展社會核算矩陣 (Social Accounting Matrix, SAM)，該矩陣將為永續發展目標/應用一般均衡分析編制一個模型。在該模型中，將各物質作為變量同時納入模型，並根據永續發展目標進行循環經濟/脫碳社會的情景分析。

## (五) Session 4 : Renewable Energy and Clean Energy Technology (可再生能源及潔淨能源技術)

### 1. 大規模生產陰極活性材料的製程技術經濟優化評估

隨著電動汽車的發展，近年對電池製造的需求有所增加。在電池製造上，陰極通常約佔鋰離子電池總成本的 50%，是決定新工業基礎設施可行性的關鍵因素。在保持或提高性能的同時提供較低成本的陰極，例如富鎳層狀陰極，在擴大製造過程時具有顯著的競爭優勢。本研究評估了集成工業規模陰極活性材料 (cathode active material, CAM) 生產過程的技術經濟價值，並使用敏感性分析優化操作條件。通過使用 Aspen Plus 軟件開發共沉澱合成路線的過程模型來完成，機理化學、速率動力學和平衡條件是根據以前的文獻、HSC-Chemistry 軟體計算建立，然後整合能量流，增加廢棄物回收和處理過程，以及測試關鍵參數（溫度、pH 值、反應時間等）對 CAM 產量和排放的影響，最後通過經濟分析估算固定和可變成本（包括資本支出、勞動力成本、原材料等），以計算 CAM 成本、工廠總成本和淨現值價值。這項研究可為未來 CAM 製造的永續工業規模流程奠定基礎。

### 2. 中國達到碳中和目標的距離與建議

政府間氣候變遷專門委員會 (The Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 在關於 1.5°C 的特別報告指出，為使全球溫度升高不超過 1.5°C，到 2030 年全球人為二氧化碳淨排放量應比 2010 年水平下降約 45%。為使全球平均氣溫升幅保持在 2°C 以下，到 2030 年全球二氧化碳排放量必須減少約 25%。這些全球目標是通過政府戰略和政策以及低碳技術的可用性來實現，並受制於促進或限制進步的潛在體制、政治、經濟和其他因素以及所採取的路徑。中國作為二氧化碳排放大國，製定了 2030 年二氧化碳排放量達到峰值和到 2060 年實現溫室氣體中和的目標。本研究考察了中國鼓勵清潔能源發展的脫碳戰略，然後分析中國是否走上了低碳能源轉型的正確軌道。

### 3. 在跑道池塘中種植微藻的經濟和生命週期評估

微藻最近變得越來越重要，因為它們可以轉化為生質柴油、沼氣和升質原油，此外它們可用於生產營養品和化妝品領域的各種增值產品。微藻通常在封閉的光生物反應器或開放的水道池塘中培養，這兩種生產系統各



有優缺點，此研究旨在研究在跑道池塘中養殖的好處和缺點。研究結果顯示培養 1 千克乾燥生物質的成本計算為 16.5 美元，觀察到的生命週期氣候變化影響為 19.9 千克二氧化碳 equiv/kg 生物質。這些觀察結果證明，以這種規模培養微藻是非常不經濟的，需要進行一些修改。



圖 1 參加 ACESD 研討會照片

### 三、拜訪日本海上災害防止中心及交流

#### (一) 拜訪 MDPC

日本海上災害防止中心（Maritime Disaster Prevention Center, MDPC）成立於 1976 年，為根據「海洋污染等及海上災害防止相關法」所指定設立的海上防災機構，並於 2013 年轉型為一般財團法人，本次參訪拜會日方人員如表 3。

表 3 MDPC 接待人員

序號	日方與會人員
1	伊藤裕康理事長 (Mr. ITO Hiroyasu)
2	清野成直部長 (Mr. SEINO Masanao)
3	児玉正浩センター長(Mr. KODAMA Masahiro)
4	野中治彦理事(Mr. NONAKA, Haruhiko)
5	北原政和部長 (Mr. KITAHARA Masakazu)
6	山崎亮平課長(Mr. YAMASAKI Ryohei)
7	西岡佑樹 (Mr. NISHIOKA Yuki)
8	後藤田理奈 (Ms. GOTODA Rina)
9	後藤拓也 (Mr. GOTO Takuya)
10	児玉綾子 (Ms. KODAMA Ayako)
11	松田知泰 (Mr. MATSUDA Tomohiro)
12	小澤正典 (Mr. OZAWA Masanori)



圖 2 拜訪 MDPC 合影

(二) 議題交流-我方提問

1. MDPC 之業務範圍：MDPC 提供之服務主要可分為三種類型，分別提供業者危害性物質洩漏及火災等事故之應變服務。第一種為海上災害安全服務 (Maritime Disaster Safety Service, MDSS)，主要針對海岸線之石化公司事故，目前已與約 243 個地點簽訂合約；第二種為陸上災害安全服務 (Land Disaster Safety Service, LDSS)，主要針對陸路危害性物質運輸事故，目前已與約 33 間公司簽訂合約；第三種為危害性物質安全服務 (Hazardous Material Safety Service, HMSS)，主要針對危害性物質之倉儲或暫存場所事故，目前已與港口約 94 個地點及陸上約 29 個地點簽訂合約。MDPC 成立至今已參與船舶擱淺、石化事變等海上災害應變超過 160 件，除此之外也支援 180 件危害性化學物質之應變。除事故應變外，為降低事故應變及災害風險，MDPC 亦積極辦理訓練業務並設有專

業訓練基地對會員提供訓練服務，其訓練內容包含氣體偵測、消防、油品洩漏應變及 HAZMAT 等方面。

- MDPC 之據點分布：MDPC 對於海上事故應變業務，目前在日本共有 44 個據點可提供應變服務，其中直屬 MDPC 的據點共有 3 個，其餘據點為與民間業者合作運作之模式，此 44 個駐點於化學物質事故發生時可提供資材及人力支援事故應變，除 44 個駐點外另有 170 家協力廠商可提供資材調度支援。MDPC 對於陸路事故應變尚處於初步發展階段，目前共有 3 個駐點（北九州、堺泉北、川崎）可提供陸路危害性物質運輸事故應變服務。

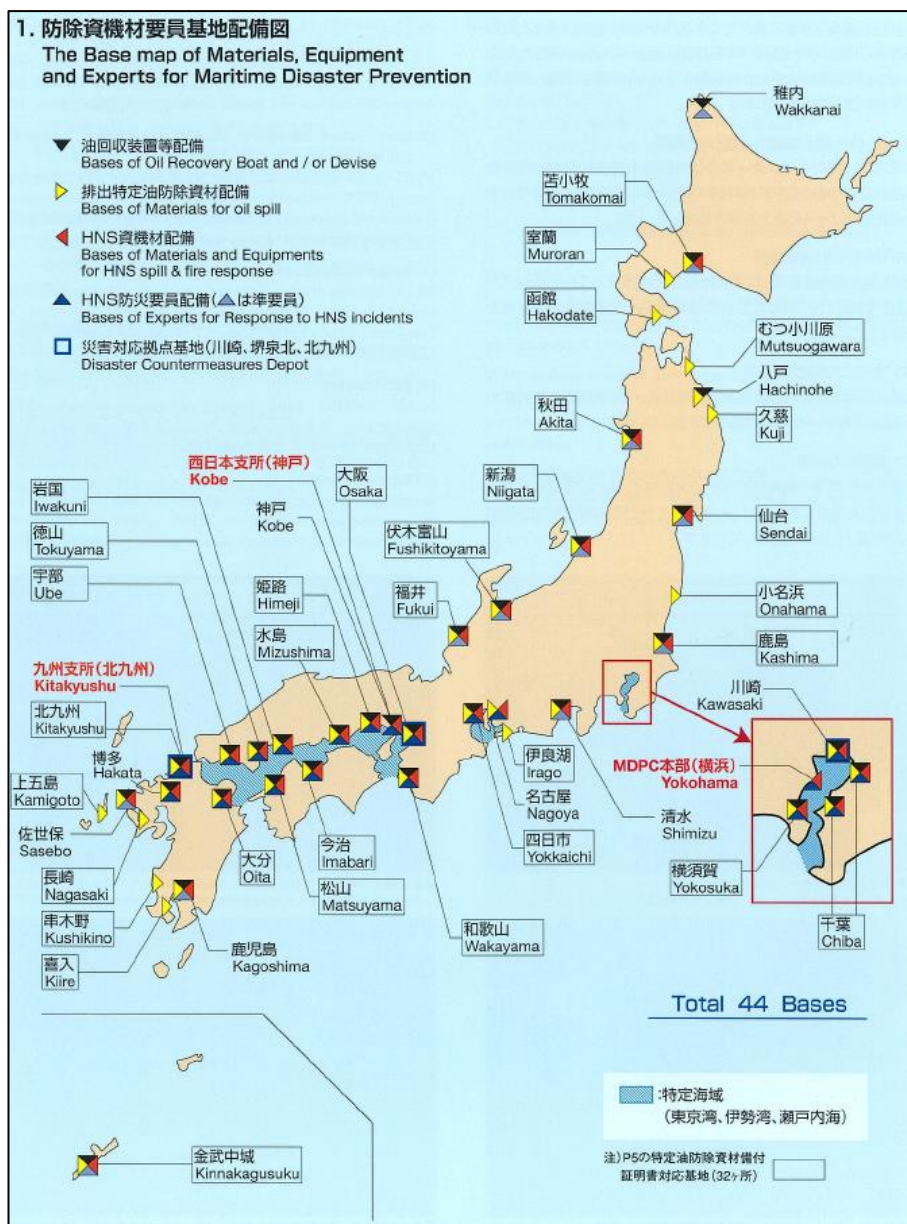


圖 3 MDPC 駐點分布圖

3. MDPC 之營運模式：營運資金主要仰賴於提供業者服務所收取之費用，MDPC 會依業者需求簽訂不同的契約，契約之服務內容除事故應變外，通常包含一年一度的訓練服務。另外，當實際事故發生時，於應變過程所耗用之資材、人力將進行計算並計費（MDPC 建有完善的資材計費軟體），事故後再透過保險或向事故業者收取相當之費用。另其陸上事故應變服務之收費與業者所運送化學品種類及數量無關，主要依據其運送距離長短來計費。MDPC 將其 3 個陸路應變駐點作為圓心，分別向外劃分 3 小時內可抵達範圍及 6 小時內可抵達範圍，業者如欲委託陸路應變服務，則須依運送路線對應 MDPC 劃分之應變範圍，分別與 MDPC 各駐點簽訂委託契約。

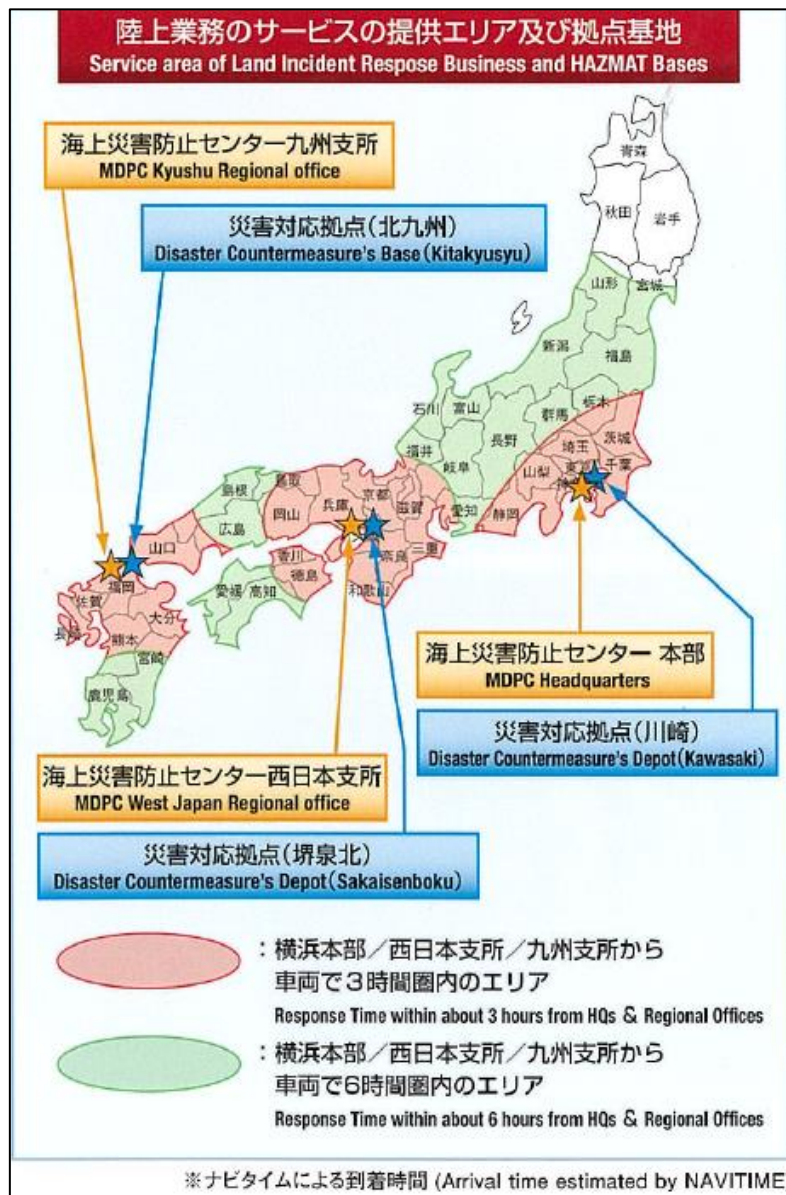


圖 4 MDPC 陸路應變範圍



MDPC 根據過去海上事故應變經驗與我團分享，事故後最難釐清的往往是應變過程中究竟耗費多少人力、物力、資材以及其費用，因此其 ICS 與資材配置之整體規劃便是為了可清楚記錄相關資材使用以及證據保存為目的。另外其針對資材紀錄，亦使用 ICS-219 表格卡片來做第一時間之紀錄（因其卡片為 T 形，MDPC 簡稱其為 T-card），以不同顏色來區分資材類別（如車輛使用紅色，資材、機械使用黃色等），並輔以電腦系統之入案確認。



圖 6 T-card

(三) 議題交流-日方提問：日方對於我國民間應變機構是否有政府出資補助、毒化災 5 級制專業訓練民間業者受訓是否需收費、南區毒化災專業訓練場建置資金來源及後續營運模式等皆提出相關詢問，並針對陸上禁水性物質事故應變及交通要道事故應變方式提出案例與我方交流，希望精進其陸路危害性化學品應對經驗及能力。日方亦表示希望未來有機會來訪

我國，於專業訓練制度及訓練場等議題進一步交流。



圖 7 MDPC 議題交流情形

#### 四、參訪 MDPC 千葉基地

MDPC 在東京附近設有川崎與千葉兩個基地，此次現場訪視為位於東京灣東側的千葉基地（東京灣第 1 號基地）。



圖 8 MDPC 千葉基地路牌





圖 9 MDPC 千葉基地相對位置圖

千葉基地配有之設備由日本石油協會（Petroleum Association of Japan, PAJ）提供，並委託 MDPC 代為操作、維護、保養、訓練與演訓。配置於 MDPC 千葉基地的設備均以功能套組為單元放置於貨櫃中，以利事故發生時可快速調度使用。參訪過程由 MDPC 千葉基地的專責主管與總部業務部國際業務課兒玉綾子小姐負責各項設備的功能、目的用途、應變操作等介紹（設備照片詳附錄一）。

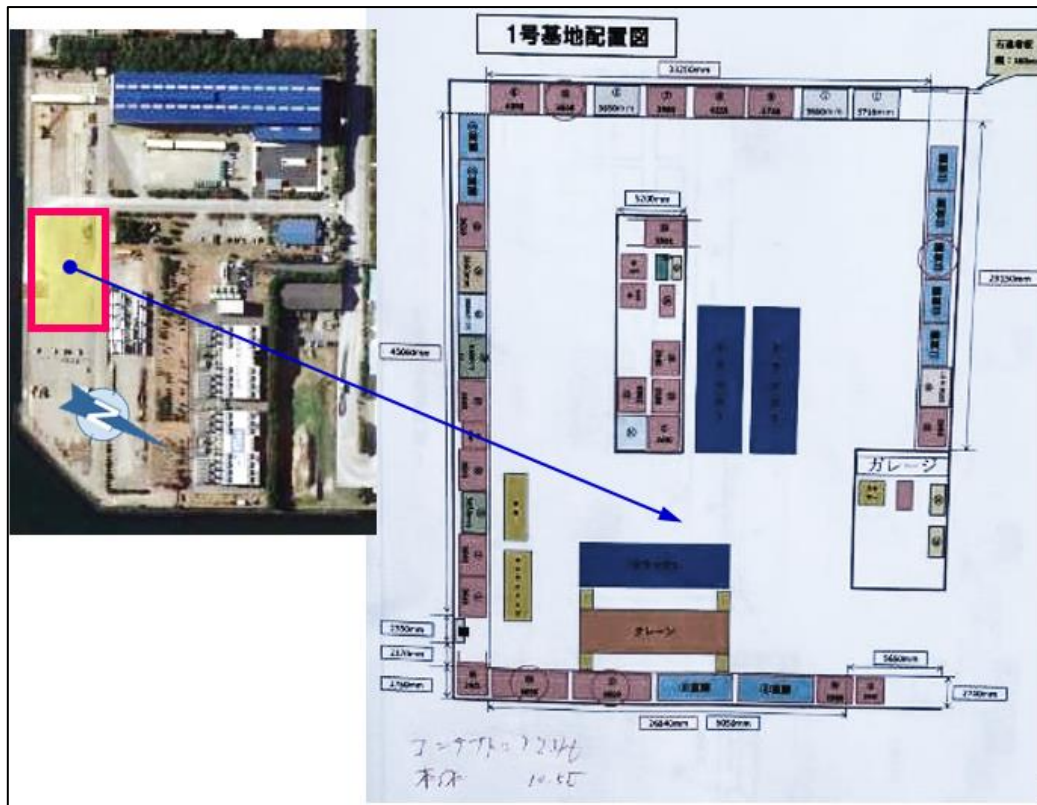


圖 10 MDPC 千葉基地應變設備貨櫃配置圖



圖 11 MDPC 千葉基地場域全景圖

## 肆、心得與建議

### 一、心得

- (一) ACESD 2022 研討會主要範疇包含環境污染管理、永續發展、循環經濟、再生能源及潔淨能源技術等，針對各項環境與永續發展之最新發展理論與技術進行研討及交流。研討會其中一篇專題演講提到各國在減緩溫室氣體時的成本負擔多會考量由三種不同的面向籌措資金，分別為污染者付費原則、受益人付費原則、有能力者付費原則，此三種原則除了是經濟面考量，亦是在道德、哲學及政策問題上的體現，探討究竟應由誰來承擔環境污染的成本及其效益。演講者提及如何將三種原則應用於過去與當前的污染排放成本，並提出綜合三種原則之方案，探討該方案作為因應氣候變遷之政策可行性。由此篇專題演講內容擴展思考，本署設有若干環境保護相關規費或基金之徵收，如空氣污染防治基金、資源回收管理基金、土壤及地下水污染整治基金、水污染防治基金等，應可進一步思考上述各類基金之徵收原則及其對環境污染成本之效益，另對刻正研擬之化學物質管理基金，亦可將上述三種方向納入政策之綜合性考量。有關我國環境保護經費之來源，期可藉由經過審慎評估的經費徵收政策，除將經費直接用於環境污染防治外，更能間接達到使業者、甚至民眾減少對環境產生污染之效益。
- (二) MDPC 係根據「海洋汙染等及海上災害防止相關法」於 1976 年指定設立的海上防災機構，後續隨政策發展逐漸朝民營化方向發展，於 2013 年成功轉型為一般財團法人。在其發展過程中積極與民間業者合作逐漸充實分布駐點，現已發展為擁有 44 個駐點外加 170 家協力廠商之完整海上應變體系，並將服務項目逐漸向陸路應變發展。另其陸上危害性化學品運輸應變服務，所使用之支援應變方式與我國全國性聯防組織具有類似之概念及體系，惟其係以各駐點為圓心向外劃分 3 小時內可抵達及 6 小時內可以達之支援範圍，業者須根據運送路線途經之範圍分別與 MDPC 各駐點簽訂委託契約。而我國全國性聯防組織則係依「毒性及關注化學物質管理辦法」第 41 條規定，業者於運送過程發生事故應於 2 小時內派專業應變人員至事故現場應處，故以 2 小時內可抵達範圍進行聯防駐點

配置。鑒於 MDPC 自 1976 年發展至今，擁有相當成熟之商業經營模式，且其營運模式、據點分布設置、服務類型等，均可提供我國發展民間應變/諮詢機構或毒性及關注化學物質運作業業者組設全國性聯防組織方式時參考，實屬相當寶貴之經驗及案例。

## 二、 建議

日本海上災害防止中心(Maritime Disaster Prevention Center, MDPC)之設立經由長時間發展由政府機構逐步轉為民間單位，其服務範圍涵蓋日本全國相關海域，並逐漸將服務項目擴展至陸路危害性化學品運送應變業務，目前 MDPC 已擁有 44 個駐點外加 170 家協力廠商，但其正式直屬 MDPC 的據點僅有 3 處，直屬 MDPC 之職員僅約 100 名左右，其餘據點為與民間相關機構如石油工業相關業者及化學物質製造使用業者建立合作及契約關係，由 MDPC 提供器材、訓練、應變資訊及應變經驗協助，而民間業者提供器材、運輸工具、設備及應變人力等，一旦事故發生時由 MDPC 與業者合作出勤處理事故。本次參訪可見 MDPC 由 1976 年累積至現在的商業經營模式已非常成熟，其經驗對我國正在發展之毒化災民間應變體系相當具有參考價值，而日方對我國毒化災專業訓練制度及專業訓場之功能亦相當感興趣，建議可評估未來持續規劃日、我雙方之交流活動，除深化及延續雙方合作外，亦達吸取彼此經驗及精進毒化災預防應變之效果。

## 伍、附錄清單

- 一、 MDPC 千葉基地資材
- 二、 MDPC 危害性物質安全服務及陸上災害安全服務說明
- 三、 日方接待人員名片