

公務出國或赴大陸地區報告（出國類別：訓練）

105年國外(日本)
環境災害事故應變專業訓練
Training Program of Environmental
Incident Response

服務機關：臺中市政府環境保護局

姓名職稱：陳星勻科長

派赴國家：日本

出國期間：自105年03月21日至105年03月27日止

報告日期：105 年 06 月 15 日

目 錄

壹、摘要	1
貳、出國人員名單	2
參、目的	5
肆、行程	7
伍、過程	9
一、MDPC「有害及有毒物質專業訓練」	9
二、參訪行程	32
(一) MDPC 川崎基地	32
(二) 旭硝子株式會社千葉工廠	36
(三) 日本東京消防廳本所都民防災教育中心	39
陸、心得與建議	42

表目錄

表 1 出國參訓人學員名單	4
表 2 整體行程	7
表 3 「有害及有毒物質應變訓練」課程表	8
表 4 旭硝子株式會社千葉工廠參訪行程	36

圖目錄

圖 1 環境災害事故應變專業訓練課程開訓儀式	10
圖 2 第二海堡上之訓練設施.....	14
圖 3 區域管制(Zoning)示意圖.....	17
圖 4 穿著個人防護設備必須有協助人員	19
圖 5 學員體驗穿著防護衣從冷區走入熱區	20
圖 6 學員使用檢知管進行模擬事故現場偵檢作業	21
圖 7 指揮官於不同階段救災行動與救災人員的溝通.....	22
圖 8 消防水線教學與實際操作.....	23
圖 9 消防水線上下階梯高台及止漏操作	24
圖 10 暖區進行除污操作	26
圖 11 已知液體洩漏於地面模擬情境操作	27
圖 12 不明氣體管線外洩模擬情境操作	28
圖 13 貯槽不明液體洩漏模擬情境操作	29
圖 14 不明液體外洩並漂浮於水上之火災模擬情境操作.....	30
圖 15 不明液體漂浮於水面之偵測及處理模擬情境操作.....	31
圖 16 密閉空間之不明氣體洩漏之偵測及處理模擬情境操作	32
圖 17 MDPC 處理事故通報與應變出勤機制	33
圖 18 MDPC 應變流程	34

圖 19 參訪 MDPC 川崎基地行程概況.....	35
圖 20 旭硝子株式會社千葉工廠各化學品製程關聯性.....	37
圖 21 旭硝子株式會社千葉工廠產品及其用途介紹.....	38
圖 22 旭硝子株式會社千葉工廠參訪情形	39
圖 23 參觀日本東京消防廳本所都民防災教育中心與實際體 驗過程.....	41

壹、摘要

報告名稱：105 年國外(日本)環境災害事故應變專業訓練

主辦機關：行政院環境保護署

出國人員/服務機關/職稱：行政院環境保護署吳天基簡任參事等 25

人，詳如內文名冊

出國類別：訓練

出國地點：日本

出國期間：105 年 3 月 21 日至 3 月 27 日

報告期間：105 年 6 月

分類：毒化災應變/毒化物管理

內容摘要：

行政院環境保護署(以下簡稱環保署)為提升各級政府環保機關毒性化學物質防救災體系應變與指揮能量，以及強化中央環境事故諮詢中心與環境事故專業技術小組之整體專業技術與能力，並加強港區毒性化學物質運作管理，於本(105)年度規劃前往日本一般財團法人海上災害防止中心(Maritime Disaster Prevention Center, MDPC)參加「有害及有毒物質專業訓練」，環保署依據受訓目標邀請基隆市、新北市、桃園市、臺中市、彰化縣、臺南市及高雄市薦派業務主管參加，期能透過具實務應變經驗之國外專家全程教授及引導，讓參訓學

員有效學習應變理論與實務經驗，提升國內環境災害事故應變體系之應變概念以及危害預測的能力，藉由受訓期間的經驗交流與合作，建立與國際環境事故應變專業機構及專家之溝通、聯繫管道，以拓展環保外交。

本次國外訓練課程委由 MDPC 辦理，為期 3 日，共計 24 小時之訓練課程包含 6 個課堂講授專題、1 個小規模實驗以及 1 日之綜合實作課程。

除了參加「有害及有毒物質專業訓練」外，本次行程亦包含參訪活動，藉由參訪 MDPC 川崎基地、旭硝子株式會社千葉工廠及日本東京消防廳本所都民防災教育中心之防災體驗，增加參訓學員對災害應變實務之了解。

貳、出國人員名單

有關環保署本次邀集訓練國內各相關防救單位前往參與此次訓練，依其對象屬性區分為 4 大類，分別敘述如下：

一、中央防救應變單位（2 人）：國家發展委員會及交通部航港局各 1 人。

二、環保署相關處室（6 人）：帶隊長官、環境衛生及毒物管理處（以下簡稱環管處）、空氣品質保護及噪音管制處（以下簡稱空保處）、土壤及地下水污染整治基金管理會（以下簡稱土基會）各 1 人及環境督察總隊 2 人。

三、地方政府（7 人）：新北市、基隆市、桃園市、臺中市、彰化縣、臺南市及高雄市等直轄市、縣（市）環境保護局推薦科長級以上人員或承辦毒災業務 3 年以上人員各 1 人。

四、北中南三區毒性化學物質災害聯防分支組織區組長、環境事故專業諮詢監控中心、7 個環境事故專業技術小組等單位及承辦單位社團法人台灣環境管理協合計 10 人，其參訓相關費用則由參訓單位自行支應。

經過邀訓、報名及核定程序，本次前往 MDPC 參訓之學員共計 25 人，除帶隊長官外，其餘 24 人分為 4 組，每組 6 人，參訓學員名單如表 1 所示。

表 1 出國參訓人學員名單

機關名稱／單位	姓名	職稱	組別
環保署	吳天基	簡任參事	帶隊官
國家發展委員會	邱智斌	薦任視察	第 1 組
交通部航港局	呂云馨	薦任技正	第 2 組
環保署環管處	盧家惠	科長	第 1 組(組長)
環保署空保處	林慧華	薦任技正	第 3 組
環保署環境督察總隊	劉怡焜	隊長	第 2 組(組長)
	許定華	科員	第 3 組
環保署土基會	李美慧	科員	第 4 組
基隆市環境保護局	郭憲平	秘書	第 2 組
新北市政府環境保護局	白添富	科長	第 1 組
桃園市政府環境保護局	魏永信	股長	第 2 組
臺中市政府環境保護局	陳星勻	科長	第 3 組(組長)
彰化縣環境保護局	陳金蘭	科長	第 3 組
臺南市政府環境保護局	林文彬	科長	第 4 組(組長)
高雄市政府環境保護局	謝輔宸	科長	第 4 組
中原大學（中區環境事故專業技術小組）	林志鴻	副隊長	第 1 組
	彭昇偉	副隊長	第 2 組
雲林科技大學（中區環境事故專業技術小組）	廖光裕	組長	第 3 組
	陳宗佑	帶隊官	第 4 組
高雄第一科技大學（南區環境事故專業技術小組）	陳政任	教授	第 4 組
	蔡曉雲	助理教授	第 2 組
財團法人工業技術研究院（環境事故諮詢監控中心）	陳子雲	副研究員	第 1 組
社團法人台灣環境管理協會（以下簡稱環管協會）	施堅仁	秘書長	第 4 組
	陳依琪	經理	第 1 組
	陳麒百	工程師	第 3 組

參、目的

隨著臺灣近年來科技、工業迅速發展，化學物質的運作量日益增加，種類也趨於多樣化。我國現行對化學物質管理法規分散於農業、經濟、交通、衛福、消防、勞安及環保等相關部會署，管理強度與做法雖未能一致，但管理內容尚稱完備；然而常因人為疏忽、管理不善或未遵循規定等因素而造成化學品洩漏甚至引起火災及爆炸等化學性災害（以下簡稱化災），因此對於化災應變能力愈形重要，提升災害防救知識及危機應變是當今政府重要的課題。

過去政府部門強調消防滅火能力，但面對相關化學品知識仍有不足，尤其面對不明確化學洩漏事件，對於危害確認能力不夠情況，可能會增加第一線救災人員的危險性。尤其面對目前法定 310 種毒性化學物質的危害評估、預防措施及緊急應變計畫，地方政府確實需要以更務實的觀念，才能有效檢討運作單位可能存在的風險，提升預防毒化災之發生。

本年度國外環境災害事故應變專業訓練辦理地點為日本一般財團法人海上災害防止中心(Maritime Disaster Prevention Center, MDPC)。日本四面環海，港灣及海上貨運船舶貿易頻繁，故海上化學物質災害之應變為日本相當重視之課題。為防止海洋污染，保護海洋環境，維護海洋生態，以保障國民健康並達海洋資源永續利用之目的，

日本於西元 1976 年修正「海洋污染防治法」，增列「海上災害防止中心」之章節，推動跨域整合工作，希望結合運輸省、海上保安廳、日本船舶振興會及其他相關單位的支援成立常設機構，提供專業人員及設備在最短的時間內有效進行防災及除污作業，值得我們仿效。再者，MDPC 主要業務包含海上災害應變、除污及應變資材儲備、海上災害防止訓練、災害調查與研究、海上災害資訊蒐集與處理、應變諮詢服務、國際防災業務合作等，目前亦開始拓展陸地災害應變業務。MDPC 主要透過與業者簽訂合約，並定期收取月費以及於協助進行應變時依據執行之應變業務收取費用作為運作所需財源。為強化應變能量，MDPC 更與日本上百家民間除污相關公司簽署共同進行污染防治工作之協力契約，提供應變及污染防治等之服務後可依契約進行求償，亦可以獨立行政法人的法律地位進行訴訟求償。

此次在環保署精心規劃下選擇 MDPC 之「有害及有毒物質專業訓練」，也安排了前往 MDPC 災害對策基地（川崎）、旭硝子株式會社千葉工廠和日本東京消防廳本所都民防災教育中心的參訪行程，從瞭解國外應變單位所具備之能量、大型化工廠事故應變能力，以及政府與民眾在面臨重大災害時，應有的認知與應變觀念等 3 個方向，期望促使國內防救災事務的推動更趨於完善。

肆、行程

本次訓練包含參加 MDPC 之「有害及有毒物質專業訓練」及相關參訪行程，整體行程（如表 2 所示）共計 7 日，自 105 年 3 月 21 日起至 3 月 27 日止。

表 2 整體行程

日期	行程	備註
3 月 21 日 (星期一)	●搭機前往日本：松山機場至東京羽田機場 ✓ 搭乘航班：CI220，松山 09:00→東京羽田 12:40 ✓ 直飛飛行時間：2 小時 40 分	臺灣→日本
	●搭乘接送巴士前往住宿旅館路程	日本神奈川縣橫濱市
3 月 22 日 (星期四)	●於 MDPC 接受「有害及有毒物質專業訓練」 (含理論與實作課程)	日本神奈川縣橫須賀市
3 月 23 日 (星期三)	●於 MDPC 接受「有害及有毒物質專業訓練」 (含理論與實作課程)	日本神奈川縣橫須賀市
3 月 24 日 (星期四)	●於 MDPC 接受「有害及有毒物質專業訓練」 (含理論與實作課程) ●結訓測驗	日本神奈川縣橫須賀市
3 月 25 日 (星期五)	●參訪行程 ✓ 日本海上災害防止中心災害對策基地 (川崎) ✓ 旭硝子株式會社千葉工廠	日本神奈川縣川崎市/ 千葉縣市原市
3 月 26 日 (星期六)	●參訪行程 ✓ 日本東京消防廳本所都民防災教育中心 (本所防災館)：防災體驗(地震、水災、煙霧、滅火、暴風雨及急救等)	日本東京都
3 月 27 日 (星期日)	●搭機返回臺灣：東京羽田機場至松山機場 ✓ 搭乘航班：CI221，東京羽田 14:35→松山 17:15 ✓ 飛行時間：3 小時 40 分	日本→臺灣

本次參加之「有害及有毒物質應變訓練」課程為期 3 日（105 年 3 月 22 日至 3 月 24 日），訓練時數共計 24 小時，全程採日文授課再由翻譯人員即時逐字翻譯為中文，課程表如表 3 所示。

表 3 「有害及有毒物質應變訓練」課程表

時間	課程名稱	授課講師
第 1 日（3 月 22 日）		
08:30-08:50	開幕致詞	大森春生 (Mr. Shunsei Oomori)
08:50-09:10	訓練日程及課程規則說明	大塚昇 (Mr. Noboru Otsuka)
09:20-12:00	專題一：個人防護設備及氣體監測器介紹與使用 How to operate protective equipment and detectors	後藤田理奈 (Ms. Rina Gotoda)
12:00-13:00	午餐	
13:00-17:00	專題二：危險物品及有害、有毒物質特性 Physical properties of HNS	兒玉正浩 (Mr. Masahiro Kodama)
第 2 日（3 月 23 日）		
08:30-10:30	專題三：危險物品洩漏應變設備操作 Correspondence equipment handling training of noxious liquid substances (at Fire-Fighting Facilities in No.2 Bulwark)	後藤田理奈 (Ms. Rina Gotoda)
11:10-12:10	專題四：火災與爆炸理論 Theory of Fire and Explosion	山口崇 (Mr. Takashi Yamaguchi)

時間	課程名稱	授課講師
12:10-13:10	午餐	
13:10-14:50	專題五：有害及有毒物質海上事故應變 Response to HNS in the marine environment	山口崇 (Mr. Takashi Yamaguchi)
14:50-15:20	專題六：有害及有毒液體控制實驗 Small-scale experiment on a method for controlling noxious liquid substances	山口崇 (Mr. Takashi Yamaguchi)
15:30-16:45	專題七：危險物品相關法規 Introduction of the Japan law on HNS response	山本修 (Mr. Osamu Yamamoto)
15:30-17:00	General exercises Outline	後藤田理奈 (Ms. Rina Gotoda)
第3日(3月24日)		
08:30-16:20	專題八：綜合實作課程 Field exercise	所有講師
16:20-16:50	結訓測驗	後藤田理奈 (Ms. Rina Gotoda)
16:50	結訓致詞	池田耕治 (Mr. Kouji Ikeda)

伍、過程

一、MDPC「有害及有毒物質專業訓練」

(一)開幕致詞

參訓學員於3月22日上午抵達MDPC位於神奈川縣橫須賀市的防災訓練所並完成報到手續後，即進行開訓儀式，由防災訓練所副所長大森春生先生(Mr. Shunsei Oomori)致詞並逐一介紹本次訓練課程專題講座後，宣布此次環境災害事故

應變專業訓練課程正式開始。開幕儀式辦理情形如圖 1 所示。



圖 1 環境災害事故應變專業訓練課程開訓儀式

(二)訓練日程及課程規則說明

開訓儀式結束後，由主任教官大塚昇先生(Mr. Noboru Otsuka)向參訓學員介紹本次訓練課程各個專題之內容，並說明訓練相關規則，以及實作課程相關注意事項。

(三)專題一~七：主要進行室內教學，由 MDPC 教官講解「個人防護設備及氣體監測器介紹與使用」、認識「危險物品及有害、有毒物質特性」、練習「危險物品洩漏應變設備操作」、說明「火災與爆炸理論」、進行「有害及有毒液體控制實驗」、介紹日本「有害及有毒物質海上事故應變」及「危險物品相關法規」。課程重點摘要：

- 1、在事故現場，大部分危害性可燃性氣體(Fammable gas)比空氣重，存在空間下方處，量測時要注意其爆炸上下

限值(Explosion range)，才能確保救災人員安全。使用可燃性氣體檢測時，應站定位置偵測，走動式方式的量測，不具代表性。此外偵測儀器歸零校正應再乾淨空氣環境下進行，用畢後也要回到乾淨空氣區進行歸零校正作業。

- 2、在缺氧環境環境下，一定要隨時注意環境中含氧比例，需要使用氧氣偵測儀(Oxygen detector)自然環境空氣中含氧率為 21%，日本工作場所含氧標準為 18%(與我國標準相同)。
- 3、介紹手持式檢測器材的使用，包括電池式監測器、檢知管(含蛇腹式及唧筒式)。
- 4、呼吸設備介紹種類主要包括濾毒管式呼吸器及供氧式呼吸器二種，其使用時機為(1)對於已知有害氣體種類者，救災人員可以考慮簡單濾毒罐呼吸器，(2)面對處理災害現場的含氧率小於 18%及有害氣體種類不明，為求謹慎就必須使用供氧式呼吸器。
- 5、每個人使用供氧呼吸器，平時即應掌握個人每分鐘呼吸耗氧量，才能正確計算著裝進入事故現場可停留時間。
- 6、舉例說明船舶裝載化學品發生洩，藉以氧化劑進行反應

去除，並以偵測船艙內剩餘有害或有毒氣體確認反應完全；惟偵檢時未注意船舶底層仍有剩餘量，導致清潔船塢的工人神經中樞中毒事件。此例提醒處理事故應變擱成，都要不斷進行後續危害辨認，才能確保安全。

7、火災處置原理包括(1)燃料、空氣、熱源及連鎖反應是造成燃燒四大要素，(2)火焰燃燒空氣中含氧的比例至少要達到 15%，(3)火源種類提供不同燃燒能量及燃燒溫度，必須提供燃料需要的最低發火能 (Minimum Ignition Energy)，才會產生燃燒行為。

8、處理有害的極有毒的物質 (Hazardous and noxious substances, HNS)除了要注意消防救災能力外，同時也要注意洩漏物質的回收能力的提升，才能減少 HNS 在環境中的流佈。

(四)專題八：綜合實作課程

經過前 2 天 MDPC 教官群針對處理環境災害事故中必須掌握的常識及專業知識後，3 月 24 日是綜合實作訓練 (General exercises of HNS combating)，此課程是讓學員們體驗實境模擬救災的標準作業程序，讓每位學員都能身歷其境地體驗環境災害事故應變中，從穿著個人防護設備、前往事故現場

的處置方式及完成環境災害事故處理後的個人除污工作。該中心安排學員們前往位於東京灣的人工島(日方稱「第二海堡」)上進行，該島目前專門作為消防演習場的用途。該場地共設有 11 個不同情境之模擬場所，可作為不同災害應變及處置之模擬練習，囿於時間因素本次僅針對其中「不明液體洩漏於地面」、「不明氣體管線外洩」、「不明液體貯槽洩漏」、「不明液體外洩漂浮於水上致火災」、「不明液體漂浮於水面之偵測及回收處理」及「密閉空間之不明氣體洩漏之偵測及處理」等 6 項情境的災害防救練習。

1、實作訓練場地介紹

第二海堡位於東京灣中間，海堡面積 4,979 m²，為日本軍方於 1889 年開始建造的人工島嶼，1914 年完工後為日本海軍使用，並在第二次世界大戰當中擔任防止敵人入侵東京灣的重要位置。現在則為 MDPC 進行 HM 應變訓練及火災訓練的場所，海堡上有破裂的油槽、破裂的甲板、石油儲槽、揮發性物質收集器具等設備供訓練課程使用，如圖 2 所示。



圖 2 第二海堡上之訓練設施

2、實作訓練課程概述

本次受訓經前二日訓練課程，於第三日進行模擬情境實地演練，實地演練雖有 6 個不同模擬情境，但其過程所採取救災措施之理由及目的，及相關專業知識包含防護設備等級選定及穿戴操作程序、如何判斷洩漏物質之物化特性，選擇適當處除污措施、偵測儀器操作重點及時機、管制區域劃定、如何維護救災人員安全等，均來自於前二日課程之訓練學習。整體課程於第三日進行模擬情境實地演練，加強學員學習成效與對緊急應變處理過程之瞭解，屬本次受訓課程之綜合訓練，概述予下：

- (1)氣體逸散、消防水線救災處理：以消防灑水降低濃度，預防反應性危害(含火災爆炸)；講解消防水線執行噴灑過程應注意事項；劃定管制區域，模擬救災人員完成救災後之除污程序，避免污染物質擴散。
- (2)化學物質洩漏除污：依災害物質物化特性，以沉澱劑除污、以吸附綿吸附化學物質除污等方式進行模擬訓練；劃定管制區域，模擬救災人員完成救災後之除污程序，避免污染物質擴散。
- (3)關閉氣體洩漏閥門：以消防灑水降低濃度，預防反應性危害(含火災爆炸)；講解救災行動方案指揮者與關閉閥門者之聯繫通報機制；劃定管制區域，模擬救災人員完成救災後之除污程序，避免污染物質擴散。
- (4)外洩浮油引致燃燒，噴灑泡沫型滅火劑救災：依浮油之物化特性，採取適當滅火救災行動；講解滅火劑噴灑時應注意事項，達到救災目地並避免浮油流佈擴散後果；劃定管制區域，模擬救災人員完成救災後之除污程序，避免污染物質擴散。
- (5)汽油外洩除污，於除污前後進濃度偵測：依汽油之物化特性，噴灑除油泡沫噴劑，採取適當除污措施；於定點、不

同高度偵測除污措施前後之災害物質濃度，確認災害物質濃度已無危害情形。

(6)密室氨氣外洩處理：依氨氣之溶水特性，全面噴灑消防水，去除氨氣洩漏至室外之風險；於定點、不同高度偵測除污措施前後之災害物質濃度，確認災害物質濃度已無危害情形。

3、實作訓練執行過程及綜合說明

本次實作課程進行方式，MDPC 先進行實場模擬場址各模擬情境介紹、除污程序及污染物分類說明、消防水線操作及走位說明、不同災害類型之個人防護設備裝置穿著說明及實際應用，最後再將學員分組實地操演六項有害物質模擬情境之災害防救及應變操作，綜合說明如下：

(1)基本精神

確保救災人員行動安全是災害防救最高指導原則，因此，任何救災行動必須落實災害現場搶救標準作業程序(H.A.Z.M.A.T.)，分別為危害辨識(Hazard identification)、行動方案(Action plan)、區域管制(Zoning)、建立管理系統(Managing the incident)、請求支援(Assistance)及善後處理(Termination)，在本次實作訓練

過程中 MDPC 也同樣強調這個災害防救作業的基本精神。其中迅速劃定初期管制區域，管制人車是有效降低危害性化學品對民眾及搶救人員危害之重要工作，有了明確的熱區、暖區及冷區的劃分，才能指示救災人員於事故現場，如何安全地進入災區及從除污走到離開災區，如圖 3 所示。

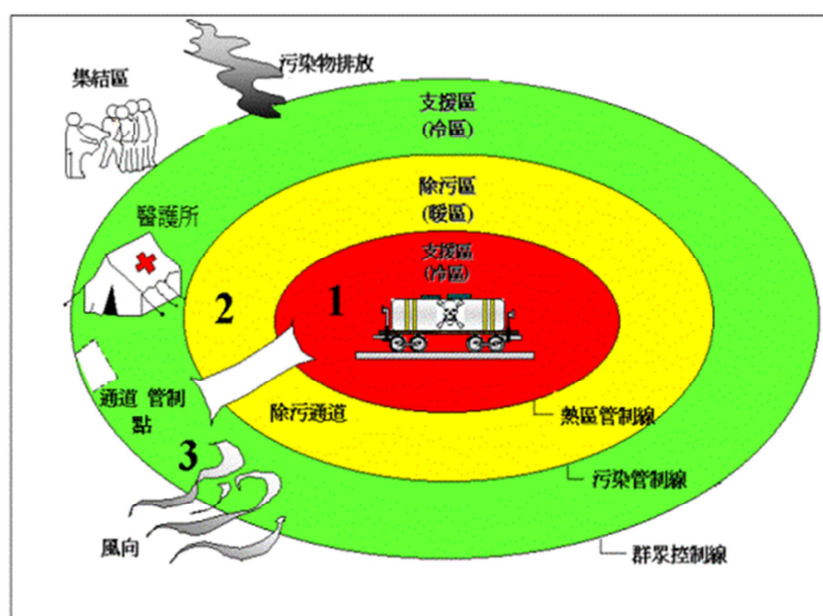


圖 3 區域管制(Zoning)示意圖

(2)主要內容

本日實作訓練課程為了讓每位學員都能親身體驗因此採分組方式進行，同時為了讓模擬情境的災害防救任務能夠動作確實，MDPC 教官們事先進行實場模擬場址各模擬情境介紹、除污程序及污染物分類說明、消防水線操作及走位說明、不同災害類型之個人防護設備裝置穿著說明及實際應用等六項模擬情境之實際應變操作。

①個人防護設備穿著

學員依照被分配到的事故類別穿著不同等級與不同款式的防護衣（B、C 級防護衣）及學習體驗背負自給式空氣呼吸器（Self-Contained Breathing Apparatus, SCBA）進行救災的感覺，由於穿脫防護衣無法單由救災人員獨力完成，MDPC 教官特別要求必須有協助人員，才能確保防護衣發揮正常的功能。此外，穿著防護衣是不允許戴眼鏡，近視的人必須事前換上隱形眼鏡才能清楚辨識，如圖 4 所示。

❶ C 級防護衣：穿上防護衣及乳膠手套→穿上抗化靴→戴上全面式面罩→戴上抗化手套並貼黏抗化膠帶→折彎呼吸管測試氣密→裝上濾毒罐→戴上工作帽。

❷ 一般式 B 級防護衣：穿上防護衣→穿上抗化靴→戴上乳膠手套→戴上面罩→背上 SCBA→戴上抗化手套→黏上抗化膠帶→戴上工作帽。

❸ 連身頭罩式 B 級防護衣：戴上面罩→戴上乳膠手套→穿上防護衣褲管→穿上抗化靴及貼上抗化膠帶→將防護衣穿上→戴上面罩及黏上抗化膠帶→背上 SCBA→戴上工作帽及連接呼吸器。

❹ 兩截式 B 級防護衣：戴上面罩並背上 SCBA→戴上工作

帽並穿上防護褲→套上防護衣→防護衣拉鍊貼上抗化膠。

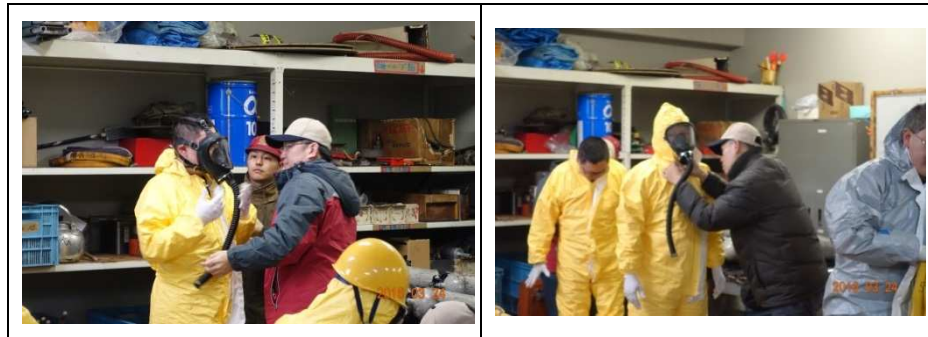


圖 4 穿著個人防護設備必須有協助人員

實際上，災害現場如何穿著防護設備，主要需先確認現場洩漏物質為何，如已知化學物質為何，可依照其化學物質特性進行防護，其最高原則是不讓人員暴露於危險中，若是不了解其他化學特性或不了解何種物質時，即以最高防護等級進行防護。

人員進行應變時，不論是配帶防毒面具或自給式空氣呼吸器，都需確認化學物質是否會滲漏至防護衣內，故在完成防護設備著裝後，最重要的就是防漏測試，務必將可能洩漏處進行止漏，以達到百分百防護。

另若採用防毒面具搭配濾毒罐，也需先確認災害現場之化學物質，依據不同物質進行防毒面具之濾毒罐之使用，濾毒罐一但開封使用，即不可重複使用。若無法確認化學物質，即採用較高防護等級設備搭配自給式空氣呼吸器進行防護，

也就是所有災害應變都需以保護應變者為最大考量。

②從冷區走到熱區

依據管制區劃分為冷區、暖區及熱區的概念，救災人員必須在冷區穿著完成防護衣，再由冷區進入事故現場，因此，在冷區穿著防護設備，進入暖區前便需將背負自給式空氣呼吸器上的呼吸管連接面罩，並確認裝備功能正常，始得進入，救災人員至少應 2 人為一組，以達彼此照應，確保人身安全。

冷區現場必須設立指揮看板，記錄進入人員、時間及鋼瓶壓力，救災人員自身並應隨時注意事故現場爆炸下陷濃度值 (LEL)、氧氣濃度、VOCs 濃度等，避免由除污走道進入熱區，以免交叉污染，如圖 5 所示。



圖 5 學員體驗穿著防護衣從冷區走入熱區

③環境事故現場偵檢

危害確認(Hazard Identification)是任何一場毒性化學物質或其他化學品救災行動首先確認的工作，掌握有害的

(Hazardous)和有毒的 (noxious)物質的毒性特性、火災爆炸特性及反應性或不相容性等，才能決定後續採取的行動方案。因為選定的行動目標必須是有急迫性，因此透過現場偵測洩漏物質不同位置分布濃度，找出污染洩漏的地方，偵測結果可供後續擬定行動方案參考，並可提供現場指揮官評估是否需要針對附近居民進行緊急疏散避難作業。

由於偵檢作業屬於救災行動的前哨站，偵檢人員必須穿著適當等級的防護衣及配備適當偵檢器材設備，才能獲得正確有效的事故現場(熱區)及周邊環境洩漏物質的濃度值。此外，於救災行動結束後，偵檢人員必須再次進入事故現場及周邊環境進行複偵作業，以確保洩漏物質已獲完全控制，如圖 6 所示。



圖 6 學員使用檢知管進行模擬事故現場偵檢作業

④指揮官任務

事故現場最重要要建立指揮及管理系統，指揮官應執行任

務分配及危害告知，應變人員在處理事故時皆須聽從指揮官的指令進行應變，事故處理之結果也都應向指揮官回報，以便掌握災況、確定處理結果、評估需要其它資源及協助及進一步採取的行動等。因此，任何救災行動前指揮官必須與救災人員取得目標共識，才能做好整體指揮鏈及協調一致，如圖 7 所示。



圖 7 指揮官於不同階段救災行動與救災人員的溝通

⑤消防水線操作及走位

在災害發生時，人員除進行止洩、防漏及污染物去除等應變動作外，更重要是人員之防護，故在污染物充斥(非禁水物質)、高溫或有著火之災害現場，使用水進行人員防護是必要考量，但如何使用妥善操作消防水線也是需先行訓練，一般消防水線因水量大且後座力強，故需由團隊進行操作。

在災害現場人員如何穿著防護衣攜帶水線並同時前進後退並進行防護，就需在平時先進行訓練。指揮官的口令包括

水線預備 (stand by the hose)、拿起水線(pick up the hose)、打開水閥 (open the nozzle)、前進 (forward)、後退 (backward)、關閉水閥(shut down the nozzle)及放下水線 (put down the hose)等，搭配手勢指揮搶救行動。此外，每個操作水線的人均須與前員保持一個手臂距離，避免距離不足影響操作，前進後退均以滑步方式作動，避免不了解前方之環境而遭拌倒或掉入坑洞中，造成人員傷亡，另在操作過程，務必有一員在最後方進行消防水線的整理，以免人員前進或後退時遭消防水線絆倒，如圖 8 所示。



圖 8 消防水線教學與實際操作

此外，在本次消防水線實作課程中，MDPC 教練特別安排位於階梯高台洩漏源之消防及止漏作業，目標任務即是佈起消防水線，走上階梯，進行洩漏源(閥門)的止漏作業。此操作中，為避免高濃度的污染物會對應變人員造成危害，故須開啟水霧防護及吸附，降低空氣中污染物的濃度，水線人員

緩慢（步調一致）靠近洩漏位置。靠近污染源之後，負責關斷閥門進行止漏人員一般位於消防水線上第三順位的位置，止漏期間灑水作業要持續，不能間斷，直到止漏人員完成任務，回到原位時，全體人員聽從現場指揮官指示進行水閥關斷。從事灑水的應變人員應聽從指揮官指令拿起水管，排頭在聽到開閥指令後將水閥的開啟，邊灑水邊逐步靠近洩漏位置。如遇到洩漏處位於較高處而須爬上階梯者，在攀爬階梯時須左手持消防水線，右手抓住階梯欄杆逐步攀上階梯，後退時也須倒退逐步下階梯，如圖 9 所示。



圖 9 消防水線上下階梯高台及止漏操作

⑥暖區除污工作

除污作業為了防止污染源的擴散，以及保護應變人員的安全，因此當災害應變人員離開事故現場(熱區)時，必須按照規定經過暖區設置的除污通道進行除污作業後，把除污後的衣物及器材留置於除污區內，並用適當容器裝盛收集，應變人員才能回到冷區。除污工作須分階段執行，逐漸降低應變

人員身上的污染物，如圖 10 所示，可分為以下三個步驟：

❶ 步驟一：指揮官檢查應變人員所背鋼瓶內的空氣殘餘量，以及所穿著之防護衣是否有破裂的情形之後才進行除污工作。

❷ 步驟二：應變人員應先洗淨沾有污染物最多的靴子以及手套，並將鞋套以及擦拭污染物的布料丟入廢棄物處理筒中。

❸ 步驟三：隨後應變人員須進入除污篷內，由他人協助洗淨身上之污染物之後再以高壓鋼瓶之空氣，去除殘液才能進行防護設備的脫除。





圖 10 暖區進行除污操作

(3)進行六項模擬情境之實際應變操作

①已知液體洩漏於地面

情境想定為已知化學物質洩漏，應變人員已掌握其化學特性，且非高揮發性毒物，故採穿著 C 級防護衣，搭配防毒面具。本情境主要是操作物質洩漏地面時的清除處理方式，首先係採用粒狀高分子聚合物均勻散布於洩露於地面上的化學物質，使其固化凝聚後，再以清除器具進行清除，無法以工具直接清除部分，再採用高分子聚合物吸棉進行吸附，而清除之東西需使用特定容器盛裝，並標示名稱，以避免不知情人士再盛裝其餘污染物或再利用。另由污染熱區返回安全冷區時亦需將已受污染之防護設備進行除污，如圖 11 所示。





圖 11 已知液體洩漏於地面模擬情境操作

②不明氣體管線外洩

情境想定為操作當不明氣體管線外洩時，人員如何在妥善防護下進行應變操作，係因不明氣體，為避免氣體直接接觸防護衣，故採用水霧進行防護。本情境主要是操作時，由一人為指揮官，負責指揮全體人員之應變行動，並以手勢進行指揮，其中一人擔任氣體止洩操作員，當操作人員抵達氣體外洩位置時，指揮官下達止洩動作時，人員迅速上場進行止洩，其餘人員以水霧協助防護，當氣體止洩完成時，由現場指揮官確認止洩完成，且現場安全無虞後再行離開，離開時仍需依照污染熱區先至除污暖區再至安全冷區之原則執行，如圖 12 所示。





圖 12 不明氣體管線外洩模擬情境操作

③貯槽不明液體洩漏

情境想定為操作為貯槽不明液體外洩時之處置方式，故防護等級以最高等級防護為優先考量原則。為避免液體接觸防護衣，故仍以操作水霧作為防護。現場應變人員穿著最高等級防護衣，影響整體溝通，故口令下達以手勢為主，聲音為輔。

本操作情境略同於上一個不明氣體外洩情境，仍以團隊一同操作為主，當完成止漏後，仍需現場指揮官確認，再同步離開，本情境係在平台上進行操作，故上下樓梯人員均由左手夾住消防水線，右手扶樓梯上下，並由指揮官保持大家步伐，以避免因穿著防護衣影響整體動作，而造成人員摔落之危險，另前進後退仍以滑步方式操作，如圖 13 所示。



圖 13 貯槽不明液體洩漏模擬情境操作

④不明液體外洩並漂浮於水上之火災處理方式

情境想定為不明液體外洩致發生火災時，火勢猛烈仍以人員防護為優先考量，採取先滅火再處理污染物質為處理原則。當不明液體已在水上著火並蔓延，已知其比重比水輕，故不可再使用水滅水，以造成火勢蔓延，改採用泡沫方式滅火，其原理即是讓可燃物與空氣隔絕，因缺氧不再燃燒，故以消防泡沫均勻噴於火焰上，造成缺氧狀態，俟火勢獲得完全控制後，為了避免二次污染，水面之污染物質及泡沫，須再進行收集處理，如圖 14 所示。



圖 14 不明液體外洩並漂浮於水上之火災模擬情境操作

⑤不明液體漂浮於水面之偵測及處理

當不明液體浮於水面時，首先以適當的偵測設備進行不同空間及位置高度的濃度偵檢作業。當確認物種、位置及濃度後，即可由人員使用與不明液體反應之物質進行噴撒，當完全覆蓋後，再以回收設備逐步回收，並統一放置於特殊容器並標註名稱後，進行後續處置。當完成處理後，須再進行複偵，並將數值回報指揮官綜合判定，確認不明物質已完全去除，任務才能解除，如圖 15 所示。



圖 15 不明液體漂浮於水面之偵測及處理模擬情境操作

⑥密閉空間之氣體洩漏之偵測及處理

當密閉空間發生氣體洩漏時，首先需撤離室內所有人員，再由應變人員確認不明氣體之物種。本情境係已確認為氨氣外洩，但不曉得洩漏位置，故先由三位應變人員進場進行偵檢作業，檢測方式係採同時、不位置及不同高度進行檢測，方能確認可能之洩漏位置，當檢知確認最高濃度之位置及高度後，再回報現場指揮官進行後續應變去除，因氨氣溶於水，故本情境採用水噴撒方式進行反應去除；當完成應變處置後，偵檢人員仍需回到相同位置及高度進行複偵作業，依續回報數值供指揮官綜合研判，若確認安全無虞，再由現場工作人

員進行密閉空間通風，並將污染之水抽除處理，如圖 16 所示。



圖 16 密閉空間之不明氣體洩漏之偵測及處理模擬情境操作

二、參訪行程

(一) MDPC 川崎基地

MDPC 在川崎 (Kawasaki)、大阪 (Osaka) 與北九州 (Kitakyusyu) 設置有獨立的災害對策基地 (Disaster Countermeasure base)，並設置有多處分部 (branch，自北九州至川崎之間)，神戶與總部的 HAZMAT 應變小組負責應變 3 小時之內車程區域內(以東京與大阪為中心)的事故應變，其餘區域為負責 6 小時之內的車程範圍。

本次前往參訪的是川崎基地，為資材、設備之存放倉庫，

委託外部廠商進行設備之保養及維護，並於事故發生、必須前往現場支援時，由廠商協助將所需資材、設備運送至現場以便進行應變作業。本次參訪行程由 MDPC 山崎良平先生(Mr. Ryohei Yamasaki)、垣本英臣先生(Mr. Hideomi Kakimoto)及藤原雅史先生(Mr. Masafumi Fujiwara)協助針對 MDPC 組織架構、執行業務及現場應變資材、設備等進行說明，並分享過去曾經參與之事故案例。目前 MDPC 海上事故應變出勤機制與應變到場支援流程，如圖 17 及圖 18 所示；3 月 25 日現場參訪情形如圖 19 所示。

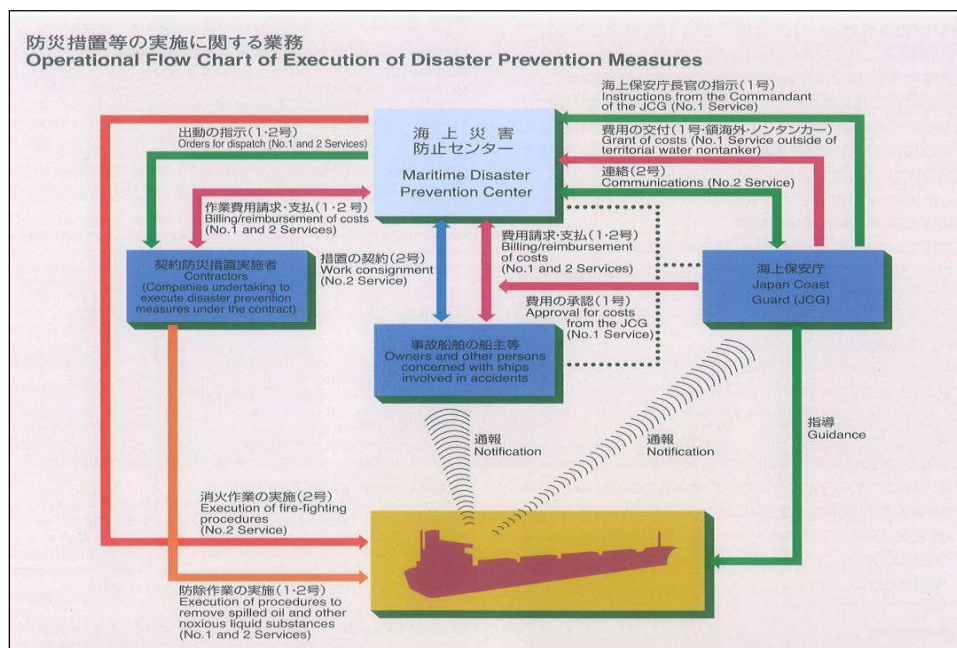


圖 17 MDPC 處理事故通報與應變出勤機制



圖 18 MDPC 應變流程



川崎基地資材設備倉庫外觀



MDPC 營運概況介紹



個人防護具與儀器設備介紹(1)



個人防護具與儀器設備介紹(2)



除污區配置與人員除污流程介紹



應變車輛與車載裝備展示



應變設備與資材展示(1)



應變設備與資材展示(2)



應變設備與資材展示(3)



資材設備管制卡



意見交流



帶隊官向基地人員致贈紀念品

圖 19 參訪 MDPC 川崎基地行程概況

(二)旭硝子株式會社千葉工廠

旭硝子株式會社為日本特殊玻璃和陶瓷材料的製品公司，1907 年於日本兵庫縣尼崎市成立，是三菱集團的關係企業之一，產品為各種玻璃製品與半成品，及少量化學產品，目前銷售對象為 TFT-LCD 製造廠、汽車業、建築業、燈具業等。旭硝子株式千葉工廠自西元 1959 年(昭和 34 年)開始營業，主要產品包含氫氧化鈉、氫氧化鉀等無機化合物，以及橡膠、離子交換樹脂等有機化合物。千葉工廠於西元 1959 年設置，以生產蘇打粉和氯化銨肥料為主，目前主要生產基礎工業化學品與含氟化學品，整體製程關聯性與各項產品用途如圖 21 與圖 22 所示，本次參訪行程如表 4 所示。

表 4 旭硝子株式會社千葉工廠參訪行程

時間	行程
14:20-14:25	人員介紹
14:25-14:30	AGC 簡介
14:30-14:45	千葉工廠介紹
14:45-15:00	說明防災訓練觀摩之注意事項及移動至防災訓練場所
15:00-15:30	觀摩防災訓練
15:30-16:10	防災對策的說明 (化學品管理、防災、災害救助、災害應變制度、 政府機關資訊傳遞、溝通、災害應援協定)
16:10-16:30	意見交流、拍紀念團體照
16:30-	參訪結束

本次參訪行程特地安排觀摩該廠定期舉辦的防災訓練，事故情境是工廠內製程發生有害物質洩漏，由廠內人員進行應變整體演練流程說明如下：某星期日下午 2 時，樹脂製造廠蒸餾設備中甲烷原料發生洩漏觸發偵測警報設備，控制室通知現場作業人員至現場查看。由於現場作業人員於第一時間無法關閉閥件，因此回報控制室，由控制室立即啟動應變機制，集結應變小組並成立指揮所，向園區消防隊請求支援，並通報轄區消防、警察等單位支援。在應變人員完成止漏作業、指揮官確認現場無危害後，宣布解除事故狀況。相關參訪及演練過程如圖 22 所示。

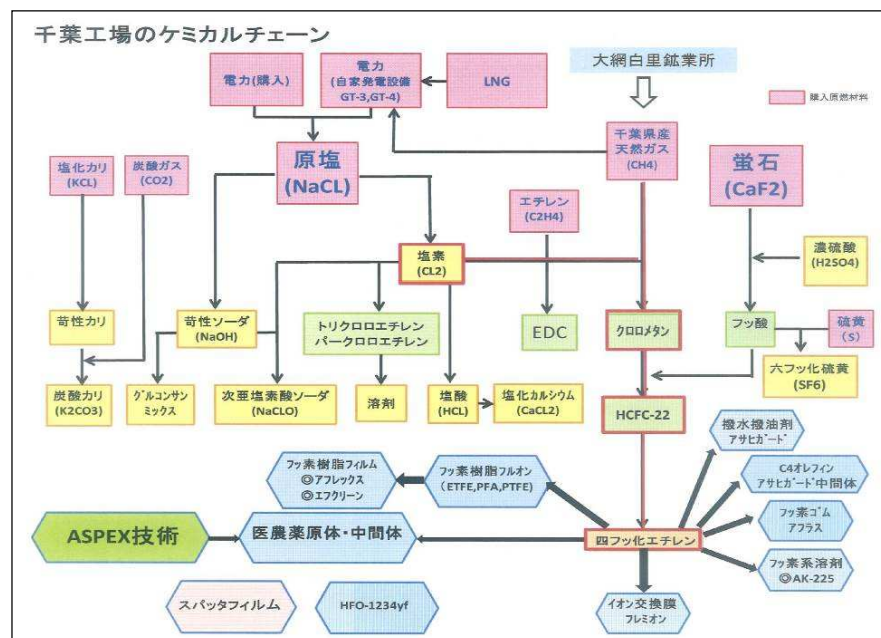


圖 20 旭硝子株式會社千葉工廠各化學品製程關聯性

製品の一般用途

品名	一般用途例
苛性ソーダ	紙パルプ製造・紙おむつ用高分子凝集剤原料
次亜塩素酸ソーダ	水道水殺菌剤・漂白剤(洗剤)
ゲルコンミックス	ビール瓶洗浄剤
苛性カリ	肥料用原料・カリ塩類・洗剤用・炭酸カリ製造原料
炭酸カリ	食品添加物(かんすい)
塩酸	中和剤・基礎化学原料
塩化カルシウム	融雪剤・氷結防止剤
無水石膏	石膏ボード製造
六フッ化硫黄	絶縁ガス(重電用)
フッ素系溶剤アサヒクリン AK-225	精密機器洗浄・金属脱脂洗浄・分散溶媒
HFO-1234yf	カーエアコン用冷媒
フッ素系溶剤アサヒクリン AE-3000	塵埃除去・微粒子除去・分散溶媒
フッ素樹脂 フルオン	電線被覆(パソコン・コピー機・自動車)
フッ素ゴム アフラス	自動車エンジン周辺の配線被覆 新幹線モーターケーブル被覆
撥水撥油剤 アサヒガード	衣服・カーペット等繊維撥水撥油加工 食品包装紙加工・化粧品
塗料用フッ素樹脂 ルミフロン	ビル・橋梁・航空機・車・一般家庭の外壁用耐久性塗料
フッ素樹脂フィルム アフレックス	エレクトロニクス製品やFRP成型物の離型フィルム 太陽電池や遮音材の保護フィルム
イオン交換膜 フレミオン	電解苛性製造用イオン交換膜
イオン交換膜 セレミオン	食塩製造用・酸アルカリ回収用イオン交換膜

圖 21 旭硝子株式會社千葉工廠產品及其用途介紹



廠區外觀



公司營運介紹



觀摩演練現場



廠內人員回報事故現場狀況



圖 22 旭硝子株式會社千葉工廠參訪情形

(三)日本東京消防廳本所都民防災教育中心

東京消防廳本所都民防災教育中心，又稱本所防災館，成

立於平成 7 年（西元 1995）4 月 27 日，是東京都 3 個防災教育館中最新的 1 個，目前由財團法人東京防災指導協會來營運管理。全館建築物係以耐火耐震建材構造，為地下 2 層及地上 4 層之建築物。本所防災館設立的目的為提升民眾的防災意識，並藉由各類型災害之防災體驗，提高民眾的防災行動力。本次參訪行程包含進行地震、煙霧、滅火及暴風雨等災害之防災體驗。體驗過程將全體學員分成 2 組，各安排 1 位解說員，由學員依照防災館解說員解說內容體驗各類型災害發生時之應變及逃生情形，體驗情形如圖 23 所示。



室內家具防震固定



地震體驗區



滅火器操作說明



滅火體驗區



圖 23 參觀日本東京消防廳本所都民防災教育中心與實際體驗過程

陸、心得與建議

一、心得

(一)本次參加環保署前往日本一般財團法人海上災害防止中心(MDPC)

進行環境災害事故應變專業訓練，透過實作的方式增進學員們對於有害或有毒物質災害防救與緊急應變的認知，體驗防護設備的使用需要經過不斷反覆練習，達到熟能生巧，才能確保第一線救災人員的安全。並從旭硝子株式會社千葉工廠經常演練緊急應變程序，及演練員工謹慎態度，都是值得國內毒性化學物質運作場所借鏡學習的榜樣。

(二)化學災害之標準應變程序分別為危害辨識、擬定行動方案、區域

管制、指揮組織、請求外界支援及善後處理，每個步驟均需仰賴專業知識與實務經驗之累積。相關資訊之蒐集與整合、經驗交流與分享，亦有助於應變過程作出正確的決策判斷，提升災害處理之有效性，減少對人員及環境造成之危害。

(三)本次實作課程之演練過程中，有需多操作步驟是需要學員互相協

助才能完成的。因此在事故應變程序中，應變人員的團隊合作與相互信任，以及各方資源的支援與協助，皆為妥善處理災害之充分條件。

二、建議

- (一)此次參加 MDPC 之「有害及有毒物質專業訓練」課程，訓練期間講座除了使用講義資料進行說明，更搭配小規模實驗使學員對化學品特性與應變過程相關注意事項能更為熟悉，對於未來運作化學物質，可以更確切地掌握各類事故可能產生的危害，以減少傷害發生。整體訓練課程相當務實，實作課程要求所有學員皆需親自操作及體驗，並遵守相關作業規範，有助於學員瞭解事故發生時之實際情形，加深學員對於應變程序之印象，未來舉辦說明會中宜增加實作的講解，俾讓毒性化學物質運作場所專責人員實際體會。
- (二)可透過輔導訪查或無預警測試等作業，加強本轄毒性化學物質運作場所對於廠內應變器材的使用的熟練度，俾於急需時能發揮正常功能。此外，從本訓練上體驗應變器材的規格多元，過去推動區域聯防機制演練時，只求聯防廠商提供既有的相關器材類型，但卻未注意是否合於使用人的體型，未來執行細節上應可再精進，才能確保調度的備援物資對應變人員之適用性。
- (三)日本針對海洋事故的預防、應變，主要係採業者為主、政府為輔之架構，藉由法規要求與規範業者要有相關具備足夠的救災能量，或是與專業機構簽訂支援合約。相較之下，我國在事故發生當下，

往往仰賴政府的救災能量，且容易因業者專業能力及配備不足，影響整體救災進度。MDPC作為海洋事故之專業應變機構，可透過與業者簽訂合約以協助其進行應變，除定期收取會費外，事故發生時可向肇事者求償。建議我國環保署針對毒化物事故及海上災害，可參考日本之運作機制，透過中央部會署跨域協調作業，研議推動我國設置專業機構或將現有環境事故專業技術小組及諮詢中心之業務擴展至可接受民間委託，藉由有經驗的專業人員及充足的設備，在最短的時間內執行最有效率的防災及污染清除之作業，以提升我國整體救災能量，保障人民生命與財產安全。