

出國報告(出國類別：其他-訓練)

# 日本環境災害事故應變專業訓練計畫 「有害及有毒物質專業訓練」

服務機關：國立雲林科技大學環境事故應變諮詢中心

姓名職稱：廖光裕、陳宗佑 專案助理

派赴國家：日本-橫濱

出國期間：105 年 3 月 21 日至 105 年 3 月 27 日

報告日期：105 年 4 月 28 日

## 摘要

為提升國內毒性化學物質防救災體系應變與指揮能量，以及強化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，故環保署委託台灣環境管理協會辦理「有害及有毒物質專業訓練」，並邀請縣市環保局及各相關應變單位之人參加，以汲取國外先進國家對於災害事故之緊急應變作業及指揮架構之經驗。並邀請本校執行「建構寧適家園計畫-中區環境事故專業技術小組服務計畫」團隊，派員共同前往參加，整體訓練課程內容包含理論課程以及實作訓練課程，期能透過具實務應變經驗之國外專家全程教授及引導，讓參訓人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防之能力，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，並於結訓測驗合格後給予訓練合格證書。訓練期間為 105 年 03 月 21 日至 105 年 03 月 27 日(含交通時程)共計七天。

本次整體訓練課程內容採書面授課、實際案例及實作訓練教學等方式進行，並輔以訓練教具更能貼切事故現場災況，期望參訓學員瞭解事故現場指揮及應變，藉由不同實場情境模擬，以安全、有效的方式實施災害指揮及應變作業。

# 目 次

一、前言.....	1
二、過程.....	2
三、心得.....	12
四、建議事項.....	12
五、附錄.....	13

# 一、前言

為提升國內毒性化學物質防救災體系應變與指揮能量，以及強化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，故藉由本次訓練瞭解國外對於災害事故應變、救災系統及實際案例之探討等經驗，加強我國對於環境災害事故緊急應變指揮及執行之能力，發揮整體救災力量，達到減少人命傷亡、生態環境及災害損失。

本校環境事故應變諮詢中心協助行政院環境保護署委託之環境事故應變之業務，派員至日本「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」瞭解日本對於災害事故應變指揮系統及應變處理作業，並將此次訓練整理成報告，提供國內相關緊急應變專業人員學習，期望能強化國內救災體系之能量。

## 二、過程

本次課程由海上災害防止中心之防災訓練所教官擔任講師，課程內容採書面授課、實際案例及實作訓練教學等項目，總課程時數為 24 小時，於結訓測驗合格後給予訓練合格證書。本次參與日本訓練由環保署吳參事天基擔任團長，隨行團員分別來至中央、地方等相關防救災單位，如國家發展委員會、交通部航港局、環管處、空保處、土污基管會、環保署環境督察總隊、縣市環保局、台灣環境管理協會、工研院諮詢中心及中原大學、國立雲林科技大學、國立高雄第一科技大學等人員等共計 25 位，如附錄-表 1 所示。訓練期間為 105 年 03 月 21 至 105 年 03 月 27 日(含交通時程)共計七天，其行程規劃與課程如附錄-表 2 所示。

### 一、訓練單位

日本「海上災害防止中心」(Maritime Disaster Prevention Center, MDPC)，以下稱「防止中心」，因日本在 70 年代發生了許多重大的海上意外及污染事件，因此於 1976 年修正了“海洋污染防治法”，在原條款中增列了“海上災害防止中心”之章節。其策略是希望結合運輸省、海上保安廳、日本船舶振興會及其他相關單位的支援成立一個常設之機構。藉著這個機構內有經驗的專業人員及充足的設備，希望能在最短的時間內執行最有效率的防災及污染清除之作業。有關防止中心之規定於 1976 年 6 月 1 日公佈、1976 年 9 月 1 日開始實施，同年 9 月 22 日獲得運輸省的認可，並於 10 月 1 日正式成立了“獨立行政法人海上災害防止中心”。2013 年 10 月 1 日獨立行政法人海上災害防止中心廢止，由“一般財團法人海上災害防止中心”經日本海上保安廳指定為海上防救災單位，承接獨立行政法人海上災害防止中心所有權利及義務，持續執行海上防災應變業務。

防止中心的成立是為了防止海上災害之發生及擴大；因此目前主要以實施海洋防災措施、保管海洋防災用之船舶、設備及器材、行使有關海上防災措施與訓練等為其主要的業務。其中心組織配置如附錄-圖 1 所示，於日本境內設置 45 個應變資材人員駐點如附錄-圖 2，本部則位於橫濱市。

#### (一)防災訓練所

海上災害防止中心防災訓練所為本次訓練之單位，教授海上災害應變訓練之基礎課程，位於川崎縣橫須賀市，設置油污清除訓練場，包括海上除污設備訓練模組、人工海岸訓練模組及防災訓練船等設備，如附錄-圖 3 所示。

## (二) 第二海堡

1889年8月開工，1914年6月建構完成。與第一海堡隸屬於富津市。位於浦賀海峽海灣的北界面積約41,000平方公尺。1923年9月1日於關東大地震時受損，海軍接管後，於第二次世界大戰期間，為了防止敵軍進入東京灣安裝高射砲及反潛艦系統，並於戰爭結束後設置燈塔。1977年由海上防災中心於島上建置消防訓練實場，以訓練火災消防、漏油控制及有害與有毒物質應變訓練為主，實場配置如附錄-圖4所示。

## 二、訓練課程概述

本次專業訓練計劃包含室內課程、實作訓練及參訪行程，由社團法人台灣環境管理協會負責聯繫窗口。室內課程及實作訓練依照防災訓練所之規定編排相關課程，另安排本團參訪日本海上災害防止中心的災害對策基地（川崎）、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，期望借鏡日本防救災相關經驗，以強化國內防救災應變之能力。對本次訓練計劃之行程內容將分項概述。

### (一) 個人防護裝備及氣體監測器介紹與使用：

在事故發生時應變人員於抵達事故現場後應進行環境偵檢工作，以確實保護現場應變人員及附近民眾之安全並持續監測環境品質，以建立應變區域及採取適當應變方式。

課程提到對於氣體監測有三個重點：可燃性氣體、氧氣及毒性氣體之偵測。大部份有害及毒性氣體洩漏對於空氣之氣體密度高，易蓄積於低窪處，應變人員確保自身安全，須由上風、上坡、上游接近，評估適當安全距離，如進入侷限空間應先進行通風換氣，並避免靠近低窪處使自身暴露於危害中，現場有可燃性氣體存在應注意其濃度是否達到爆炸界限，並將周遭引火源排除。

在侷限空間內氧氣濃度不足時，應變人員須配戴正壓式空氣呼吸器護具。另外有害及毒性氣體，可針對特定物質使用直讀式儀器和檢支管等偵測器量測濃度。偵測器測得濃度高於八小時日時量平均容許濃度(TWA)，就必須考慮現場環境有危害性，應變人員應有適當的防護裝備才能進入熱區作業。各式氣體監測器如附錄-圖5所示。

而在防護具介紹部分，講師講解危害物質對於人體的危害，其進入途徑包括吸

入、食入、皮膚接觸以及注射等，其中以吸入途徑危害度最高。針對呼吸防護具及防護衣之說明如下：

1. 呼吸防護具：正壓式自攜式空氣呼吸護具(SCBA)為應變人員所使用的主要呼吸防護具類型，此防護不會限制穿戴者的行動能力，而且它會提供最高層級的呼吸防護，最常用的裝置等級為30至60分鐘的防護；正壓式空氣管線呼吸護具重量比SCBA輕，可提供使用者無限量的空氣供應。不過，空氣管線供應裝置會限制使用者的行動距離，而且當應變人員正在處理事故現場時必須注意供氣管是否保持通暢；濾毒罐呼吸護具(APR)是使用一個過濾器或吸附劑來移除空中的污染物，僅限於含氧量足夠氧氣及已知濃度之場所，而且防護層級必須是在使用的限制內。濾毒罐的壽命是隨著濃度、過濾物質類型以及使用者之呼吸量而異，對於呼吸防護具選用時機，如附錄-圖6所示。
2. 防護衣：是一種化學防護衣物，而防護衣並無法滿足每一起危害物質所引起之防護需求。基於一個危害分析和風險評估，選擇適當防護衣為應變人員主要考量應著重於已知之危害、所要執行的特定任務、製造商所提供的限制以及暴露的可能性，特別是經由退化、穿透和浸透。針對個人之防護部分防護裝備可分為A、B、C及D級等四級，如附錄-圖7所示。A級防護衣選用時機為所有濃度未知之狀況，或物質其濃度經偵測超過立即危害濃度者；B級防護衣選用時機為空氣含氧量小於18%，或已知化學品其蒸氣或氣體對皮膚無明顯的危害；C級防護衣選用時機為空氣中有害物氣體濃度經偵測低於立即危害濃度者，或無直接接觸有害物質之液體或粉塵者。課程中並由助教示範講解個人防護具之穿著與脫除步驟，如附錄-圖8所示。

除污區或除污走道是指災害搶救過程中，對於人員及設備可能沾附之污染物進行中和或清除作業之區域，目的在於預防有害物或有毒物質被帶離隔離區，造成二次污染危害，其設置在應變程序中區域劃分之暖區中，人員及設備需經過除污區除污後，才能進入冷區或安全區域，如附錄-圖9及圖10所示。

### **三、危險物品及有害、有毒物質特性：**

應變人員於事故發生進行災情研判時，應針對事故可能發生之行為或現象進行預測與評估，以利擬定應變對策，故在訓練課程中講師則希望參訓學員對危害物質可能產生之危害須有基本辨識能力與概念，內容包括化學品特性、洩漏情境、接觸時間長短、健康影響和物理性危害等。本課程針對事故應變相關術語與定義、化學品型態、

物理性質、物理變化、化學變化以及毒理學相關名詞與定義解釋進介紹。

1. LD50: 半數致死劑量 (lethal dose 50%), 在毒理學中是描述有毒物質或輻射的毒性的常用指標。按照醫學主題詞表 (MeSH) 的定義, LD50是指「能殺死一半試驗總體之有害物質、有毒物質或游離輻射的劑量。」
2. LC50: 半數致死濃度 (lethal concentration 50%), 指動物實驗中施用之化學物質能使百分之五十實驗動物族群發生死亡時所需要之濃度。通常對水體生物毒理研究及生物呼吸道吸入毒理研究以半數致死濃度替代半數致死劑量。
3. TLV: 恕限值 (Threshold Limit Value) 為美國政府工業衛生技師協會 (ACGIH) 所訂, 其意義為: 表示有害物質的容許濃度標準, 在此濃度以內, 對於每天曝露於此環境下的工作人員, 不致產生不良的影響。恕限值只是一個容許濃度標準, 不能作為安全與不安全的判定界限。一般危害性越強之物質, 其恕限值越低。
  - (1) TWA: 八小時日時量平均容許濃度 (time weighted average concentration), 係指每天工作八小時, 一般勞工重覆暴露在此濃度下, 不致於有不良反應。
  - (2) STEL: 短時間暴露容許濃度 (short time exposure limit), 係指勞工連續暴露於此濃度以下任何15分鐘, 不致有不可忍受之刺激, 或慢性不可逆之組織病變, 或麻醉昏暈作用事故增加之傾向或工作效率之降低。
  - (3) C: 最高容許濃度 (ceiling value), 係指不得使一般勞工有任何時間超過此濃度的暴露, 以防勞工產生不可忍受之刺激或生理病變者。
4. IDLH: 立即威脅生命或健康 (Immediately Dangerous to Life or Health), 其定義為人類暴露於短時間 (一般為30分鐘內) 的最高濃度, 而不會導致身體出現有損健康的徵狀或不能康復的影響。
5. PACs: 保護行動準則 (Protective Action Criteria), 優先選用: (AEGLs → ERPGs → TEELs)
  - (1) AEGLs (Acute Exposure Guideline Level): 由美國環境保護署公佈的急性暴露限值水平
  - (2) ERPGs (Emergency Response Planning Guideline): 緊急應變規劃指引,

由美國工業衛生協會(AIHA)制定

- (3) TEELs(Temporary Emergency Exposure Limit): 臨時應急暴露限值(TEEL) 值由事故後果評估與保護行動委員會(SCAPA)制定
6. Log / POW: 辛醇 / 水分配係數, 辛醇/水分布係數之對數值(log Kow) 是毒性化學物質親脂特性的指標之一。
  7. 閃火點(Flash point): 係指能使引火性液體蒸發或揮發性固體昇華所產生的混合空氣一接觸火源(如明火或火花)就產生小火的最低溫度, 可用 °C 或 °F 表示。此溫度是以密閉測試系統(稱為閉杯法, 即“closed-cup”)或非密閉測試系統(稱為開杯法, 即“open-cup”)測得。
  8. 燃點(Ignition point): 不論是固態、液態或氣態的可燃物質, 如與空氣共同存在, 當達到一定溫度時, 與火源接觸就會燃燒, 移去火源後還繼續燃燒。
  9. 爆炸界限(explosion limit): 分為爆炸下限(即 Lower Explosion Limit, LEL)及爆炸上限(即 Upper Explosion Limit, UEL), 係指若氣體或蒸氣或可燃性粉塵在空氣中的濃度界於此二者之間, 一但有火源, 便可能引起火焰延燒(propagation), 在密閉空間或特殊條件下可能引起爆炸, 因此, 爆炸界限亦即燃燒界限。
  10. 蒸氣壓(vapor pressure): 係指 20 °C 或其特定溫度下, 密閉容器中液體或揮發性固體表面的飽和蒸氣所產生的壓力。
  11. 蒸氣密度(vapor density): 係指一定體積的蒸氣或氣體重量與同體積空氣重量的比值, 沒有單位。

危險區域劃分是用於控制在危險區域的危害物質(包括化學及物理 危害, 如毒性、火災、爆炸), 避免經由空氣以及人員傳播後, 擴大其影響面, 若單純從化學物質的污染而言, 則可防止應變小組成員間之交叉污染。熱區: 又稱危險區, 人員在此範圍內必須有適當的防護裝備; 暖區: 又稱除污區、支援區, 此區域內設置除污走道。冷區: 又稱指揮區, 指揮所設立在此區域內。本課程利用實際案例來敘述化學品在裝載時, 因其物化特性, 導致事故發生。

## (二)火的化學反應:

課程一開始介紹引起火災爆炸的四個要素: 燃料(可燃物): 起火之第一要素為燃

料，如：煤、煤油、汽油、紙、布、天然氣等。燃料之主要成分為碳、氫、硫三種元素中的一種或數種。熱(發火源)：欲使達到燃點，燃料燃燒，即需有熱，熱能可以分解燃料，產生可燃性氣體或蒸氣，而與空氣中的氧發生化學作用。氧氣(助燃物質)：第三要素為空氣中的氧氣，用以促成氧化作用而起燃燒作用。除了燃料、溫度、氧氣之外，尚須有「連鎖反應」，亦即燃料受熱而生可燃性氣體，此氣體與氧化合而生火，火又使燃料分解，如此反覆不斷循環，燃燒才能持續。這種現象叫做「連鎖反應」。其關係如附錄-圖 11 所示。

熱能的傳遞分成三種方式：熱傳導、熱對流與熱輻射。熱傳導：熱經由物質上的接處，由高溫的物體將熱傳遞給低溫的物體，可發生在固體、液體和氣體的傳熱方式。熱對流：流體受熱上升，遇冷下降是對流的原理；氣體〈如空氣〉及液體的傳熱方式。熱輻射：熱輻射作用時，不需要透過任何媒介物質，就如同電磁波一樣將熱的能量給傳遞出去。課程中利用簡單的實驗，來講述各種物化特性，如附錄-圖 12 所示。

### **(三)危險物品及有害、有毒物質控制及除污：**

危險物品及有害、有毒物質根據 OPRC-HNS 議定書之定義：「石油以外的任何物質，如果引入該海洋環境，很可能危害人類健康，損害生物資源及海洋生物，破壞舒適環境或其他干涉了合法化的海洋用途。」

海上的危險物品及有害、有毒物質應變作業有九個步驟：

1. 評估狀況：收集所有事件資訊、評估洩漏量、風險評估、危害辨識、優先行動方案、採樣等。
2. 啟動應變方案：通知公司、通報主管機關、啟動初期應變。
3. 啟動組織應變：調動應變小組、確認所需採取的行動、建立溝通管道、建立指揮所、實施相關程序、調動任何聯防組織、需求評估。
4. 擬定行動方案：評估風險和優化資源配置、確認所需應變資源、確認和重點的應對策略、保持詳實紀錄狀況、制定應變方案。
5. 搶救應變行動：指揮和監督應變作業、在搶救計劃時進行監測、統籌圍堵、回收和處理作業、進行定期回報、適時人員調度。
6. 應變管理：應變人員資訊管控、應變人員的活動管控、監測和評估行動方案、

監測現場安全性計劃、規定和作業程序執行。

7. 應變除污：進行復偵作業、應變搶救結束、評估再次污染的可能性、後送分析作業、現場裝況解除、設備維護及維修更換。
8. 應變成本費用：保證詳細記錄保持、驗證和認證成本支出、計劃的記錄和檔案維護、保存記錄及報告、生產成本文檔報告、產生最終成本報告。
9. 應變結束、紀錄檢討：聽取應變人員匯報、從事與應變小組業務審查、從事與OSC業務審查、找出經驗教訓和需要改進的地方、整合信息、提出改善建議、實施經驗教訓、更新應變計畫。

在海上消防救災行動中，以保護、滅火及回收等作業為主，當有害和有毒物質洩漏到海洋，會有三種形式：海面漂浮蒸發、海中擴散、海底沉積。如附錄-圖 13 所示。

當形成海面漂浮蒸發時，可以用攔油索控制其擴散面積，以吸油棉、固化材料或汲油器等應變設備，將洩漏之污染物回收。

當污染物為水溶性的化學物質，在水體中產生類似「氣雲」的水團，或形成海中擴散狀況，應變人員有時會加入處理劑（如：中和劑、氧化劑、離子交換劑）來降低其對人類健康與海洋環境的風險。

當污染物產生海底沉積時，沉底性的化學物質會對底土的沉積層造成嚴重的影響。因此需仔細評估移除作業。可使用挖泥船進行底土挖掘，或使用液壓疏濬系統及吸取泵回收沉底的污染物。室內課程情況如附錄-圖 14 所示。

#### **(四)危險物品洩漏應變與綜合實作課程：**

於第二天上午課程規劃，搭乘訓練船至第二海堡進行實作訓練。讓學員實際練習穿著個人防護裝備、氣體監偵器的操作使用及防護衣穿著訓練等，學員練習情況，如附錄-圖 15 所示。第三天整日進行綜合實作訓練，學員依規劃分成四組，實際操作訓練，訓練情況如附錄-圖 16 所示。

#### 四、參訪行程：

本次訓練行程規劃除了強化國內災害事故應變人員之訓練，並需要了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三個方向。安排本團參訪日本海上災害防止中心災害對策基地、旭硝子株式會社千葉廠及日本東京消防廳本所都民防災教育中心，期望能為國內防救災事務的推動更趨於完善。

##### (一)日本海上災害防止中心災害對策基地-川崎基地

日本海上災害防止中心本部設立於橫濱及西日本支所於神戶，另有 6 處駐在所、3 處災害對策基地〈川崎、大阪(堺泉北)及北九州〉，全國共計 45 處應變資材及人員駐點，可支應大部份日本境內海域及陸上所發生的事故，而本次參訪川崎基地為災害對策基地之一。其運作方式以全年全時營運，接獲事故通報後，依據現場回報提供初步應變諮詢，並派員至現場協助應變，可提供油類火災事故應變，也具備有害與有毒物質洩漏應變能力。其海上事故應變出勤機制與應變到場支援流程，如附錄-圖 17 與圖 18 所示。本次相關參訪行程概況如附錄-圖 19 所示。

##### (二)旭硝子株式會社千葉廠

旭硝子株式會社是一家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，包括建築平板玻璃、汽車玻璃、顯示器玻璃、電子元件、氟化物化學品、先進高功能玻璃及工業陶瓷等。目前銷售對象為 TFT-LCD 製造廠、汽車業、建築業、燈具業等。

千葉廠於 1959 年設置，以生產蘇打粉和氯化銨肥料為主，目前以基礎工業化學品與含氟化學品等為主，製程關聯性與各項產品用途如附錄-圖 20 與圖 21 所示。本次參訪行程以觀摩該工廠內製程中發生有害物質發生洩漏，進行廠內事故應變演練。

其演練狀況流程：某星期日下午二時，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作動，控制室通知現場作業人員至現場查看，作業人員於第一時間無法關閉閥件後並回報控制室，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解除事故狀況。相關參訪及演練過程如附錄-圖 22

所示。

### (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 (1995) 年 4 月 27 日，是東京都三個防災教育館中最新的，目前由財團法人東京防災指導協會來營運管理。全棟以耐火耐震建材構造，為地下二層及地上四層之建築物。

本所防災教育館設立的目的如下：當災害來臨時，為了使居民自我防護建築物的災害，因此提昇東京都民眾的防災意識和防災行動是不可欠缺的，為此，配置各種教育訓練用的各種機器，使得東京都的民眾對於災害發生時能夠學習體驗各種訓練的效果為目的所設置的防災教育館。本建築物各樓層支介紹如下：

#### 1. 地上一樓：

- (1) 都市型水災體驗區：模擬暴雨造成水災時，可體驗在淹水推開地下室的門與車門的阻力。
- (2) 兒童廣場：針對兒童的臨時照顧區，可供兒童玩耍。
- (3) 地震體驗區：在此可親自體驗地震災害來臨時的狀況，並學習如何尋找掩護，避免受傷。一樓規劃如附錄-圖23所示。

#### 2. 地上二樓：

- (1) 煙霧體驗區：從介紹煙的特性及危險性，讓民眾瞭解應如何正確的在煙霧裡面逃生避難，並透過實際的煙霧體驗室讓民眾親自體驗，並瞭解正確的逃生姿勢，在煙霧體驗室外的電腦螢幕上可顯示整個避難逃生過程中，讓民眾體驗在煙霧瀰漫的場所中養成冷靜的判斷力及確實的行動力。
- (2) 滅火體驗區：在這裡，民眾可以拿著內裝自來水的滅火器，操作正確的方法，對準了有火災實景的大螢幕，學習如何正確操作使用滅火器。
- (3) 緊急救護訓練體驗區：在這裡，民眾可以學習心臟按摩的方法(CPR)及自動體外心臟電擊去顫器(AED)操作練習，民眾可以利用這裡的人體模型(安妮)來實施實際的操作訓練，以備萬一臨時事故發生時，可以正確的實施緊急應變。二樓規劃如附錄-圖24所示。

### 3. 地上三樓：

- (1) 暴風雨體驗區：在這裡，民眾必須換上館內所準備的雨衣及雨鞋，站在體驗區內，手握扶手，面對著前後左右不同風力和雨勢的情形，感受著強風及暴雨的實際體驗。
- (2) 防災圖書館：在這裡，有許多館藏地震和災害有關的書籍和影片，可以幫助民眾學習更多的防災知識。
- (3) 土壤液化模擬區：模擬當土壤因地震的壓密作用，造成原本在深層土壤的水份被擠壓到表層，土壤顆粒間的有效應力下降為零，土壤失去剪應力強度，呈現如液態的狀況。三樓規劃如附錄-圖25所示。

### 4. 地上四樓：

規畫多媒體影片區，民眾可體驗著各種災害影片，可透過立體音響、座位的振動，來真實體驗地震發生時的感受。四樓規劃如附錄-圖26所示。

本次觀賞影片以311東日本大地震為主題，敘述日本東北地區外海發生芮氏規模9.0的地震，旋即引發大海嘯，日本東北地域太平洋沿岸及北海道東部沿岸都受到了海嘯的侵襲，高度最高達40.5公尺，造成管線破壞、瓦斯外漏、電線走火，導致一發不可收拾的火災，此次311東日本大地震，東北地區有超過一百三十個地方，受到祝融大規模的肆虐，是日本有史以來最大規模的火災事件，所造成的影響如附錄-圖27所示。

311東日本大地震引發一連串影響，造成位於千葉縣市原市的科斯莫石油公司（COSMO）千葉煉油廠內數個儲油槽爆炸引發大火，隨後因波及其他設置再度發生爆炸，火球升上數十公尺高空；福島第一核能發電廠疑似有核能外洩可能，半徑3公里內的住民即被要求撤離。而台灣與日本同屬環太平洋地震帶，且地小人稠對於天災所帶來的影響更大，台灣對天災所帶來的影響也作過許多研究與改善機制，在本影片中倖存者的見證提供了有用線索，將有助於國內更有效對抗未來災難。學員參觀及體驗情況如附錄-圖28所示。

### 三、心得

海上災害防止中心的訓練相當務實，不論是防護衣穿戴或應變除污課程，都要求學員親身體會，並遵守作業規範，以利了解第一線應變人員各項裝備的限制，避免發生應變人員在救災的同時，危害到自身安全。

### 四、建議事項

1. 臺灣擁有豐富的海洋資源也是國際重要航運要道之一，行駛於周遭之船舶皆可能因天候影響、機械故障或是人為疏失導致意外事件發生，進而污染海洋、港口或者是沿岸等，對環境生態影響甚大，故海洋污染防治與其應變能力更應提昇。
2. 目前國內處理毒化災事故除消防單位外，另一單位則為環保署環境事故專業諮詢中心及北中南三區技術小組，均有24小時接受事故通報及應變出勤機制，但現階段經費來源主要為計畫性質支應較無長久之際。建議我國可比照防止中心設立精神，重新檢討並訂定經費來源，部份可由運作毒性化學物質業者取得，另一部份經費則由政府長期編列預算支應，一來可維持設備老舊汰換更新、避免人員異動及增加諮詢、應變能量，並與消防單位及其他相關救災單位合作整合，強化相互支援機制及定期辦理大型專業訓練，做好災害事先預防整備，以因應未來可能發生較大規模毒化災事故。
3. 國內目前防救災主管機關眾多，依權責分屬於各個部門，環保署已因其列管之毒性化學物質成立專責緊急應變之單位，建議盡速將化學品主管機關進行整合，以利防救災資源之妥善分配與利用，以使應變體系更加全面且周全。
4. 防災(減災)似乎比救災應投入更多人力物力，一旦災害發生，都可能造成人員死傷，就算應變處理得再好，也已對環境造成負面影響，損失難以估算。建議相關單位可研究(統計分析)歷年國內外災害案例發生原因，可制定相關法律規範及訓練機制，以達到防災(減災)之目的。

## 五、附錄

表 1 105 年「有害及有毒物質專業訓練」學員名單

機關名稱/單位	姓名	職稱	備註
行政院環境保護署	吳天基	參事	團長
國家發展委員會	邱志斌	薦任視察	
交通部航港局	呂云馨	薦任技正	
環境保護署環管處	盧家惠	科長	
環境保護署空保處	林慧華	薦任技正	
環境保護署土污基管會	李美慧	科員	
行政院環境督察總隊	劉怡焜	隊長	
行政院環境督察總隊	許定華	科員	
基隆市環境保護局	郭憲平	秘書	
新北市環境保護局	白添富	科長	
桃園縣環境保護局	魏永信	股長	
臺中市環境保護局	陳星勻	科長	
彰化縣環境保護局	陳金蘭	科長	
臺南市環境保護局	林文彬	科長	
高雄市環境保護局	謝輔宸	科長	
台灣環境管理協會	施堅仁	秘書長	
	陳依琪	經理	
	陳麒百	專案工程師	
工業技術研究院	陳子雲	副研究員	環境事故專業諮詢中心
中原大學	林志鴻	副隊長	北區環境事故專業技術小組
	彭昇偉	副隊長	
國立雲林科技大學	廖光裕	組長	中區環境事故專業技術小組
	陳宗佑	帶隊官	
高雄第一科技大學	陳政任	教授	南區環境事故專業技術小組
	蔡曉雲	助理教授	

表 2 105 年「有害及有毒物質專業訓練」行程及課程表

日期	行 程	附 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	臺灣→日本
3 月 22 日 (星期二)	• 「有害及有毒物質專業訓練」 ◇ 開幕致詞 ◇ 訓練日程及課程規則說明 ◇ 個人防護裝備及氣體監測器介紹與使用 ◇ 危險物品及有害、有毒物質特性	神奈川縣 橫須賀市
3 月 23 日 (星期三)	• 「有害及有毒物質專業訓練」 ◇ 危險物品洩漏應變 ◇ 危險物品相關法規 ◇ 危險物品及有害、有毒物質控制及除污 ◇ 課堂練習	神奈川縣 橫須賀市
3 月 24 日 (星期四)	• 「有害及有毒物質專業訓練」 ◇ 綜合實作課程 ◇ 結訓測驗 ◇ 結訓致詞	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	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）	東京都／墨田區
3 月 27 日 (星期日)	• 搭機返回臺灣：東京羽田機場至松山機場	日本→臺灣

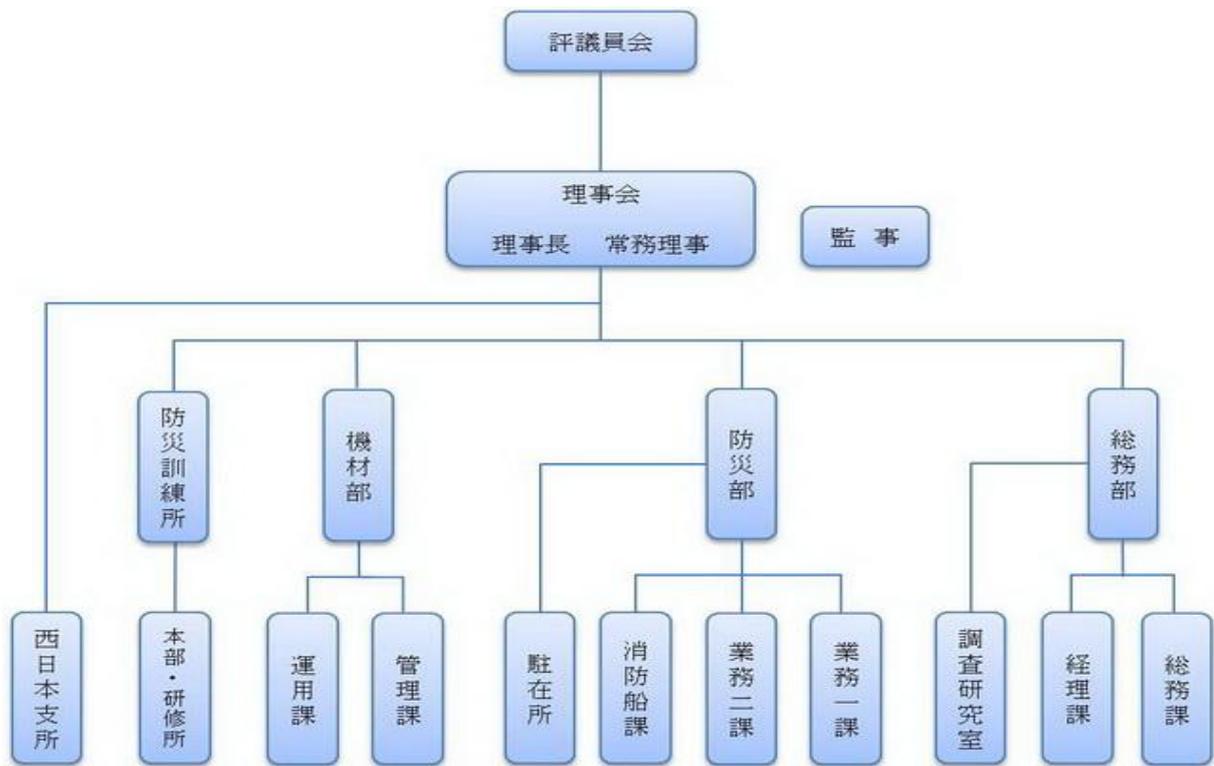


圖 1 海上災害防止中心組織

油/HNS対応 資機材要員基地配備図

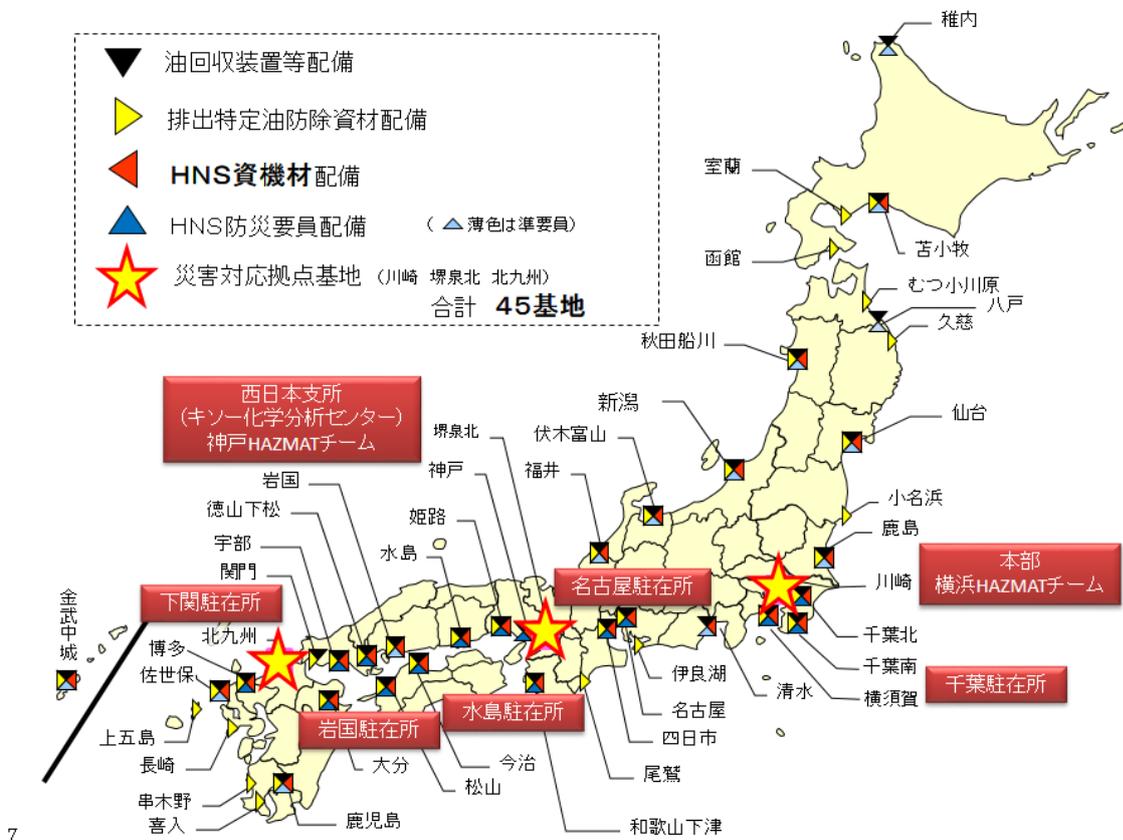


圖 2 海上災害防止中心駐點分佈



防災訓練所外觀

人工海岸訓練模組

除污設備訓練模組

防災訓練船

圖 3 防災訓練所及訓練場模組



- |         |          |           |             |
|---------|----------|-----------|-------------|
| 1. 船橋   | 4. 龜裂甲板  | 7. 油槽     | 10. 液化石油氣罐  |
| 2. 引擎室  | 5. 儲槽洩漏  | 8. 氣體回收設備 | 11. 液化石油氣洩漏 |
| 3. 儲槽破口 | 6. 船舶輸油管 | 9. 車輛輸油管  |             |

圖 4 第二海堡訓練實場配置

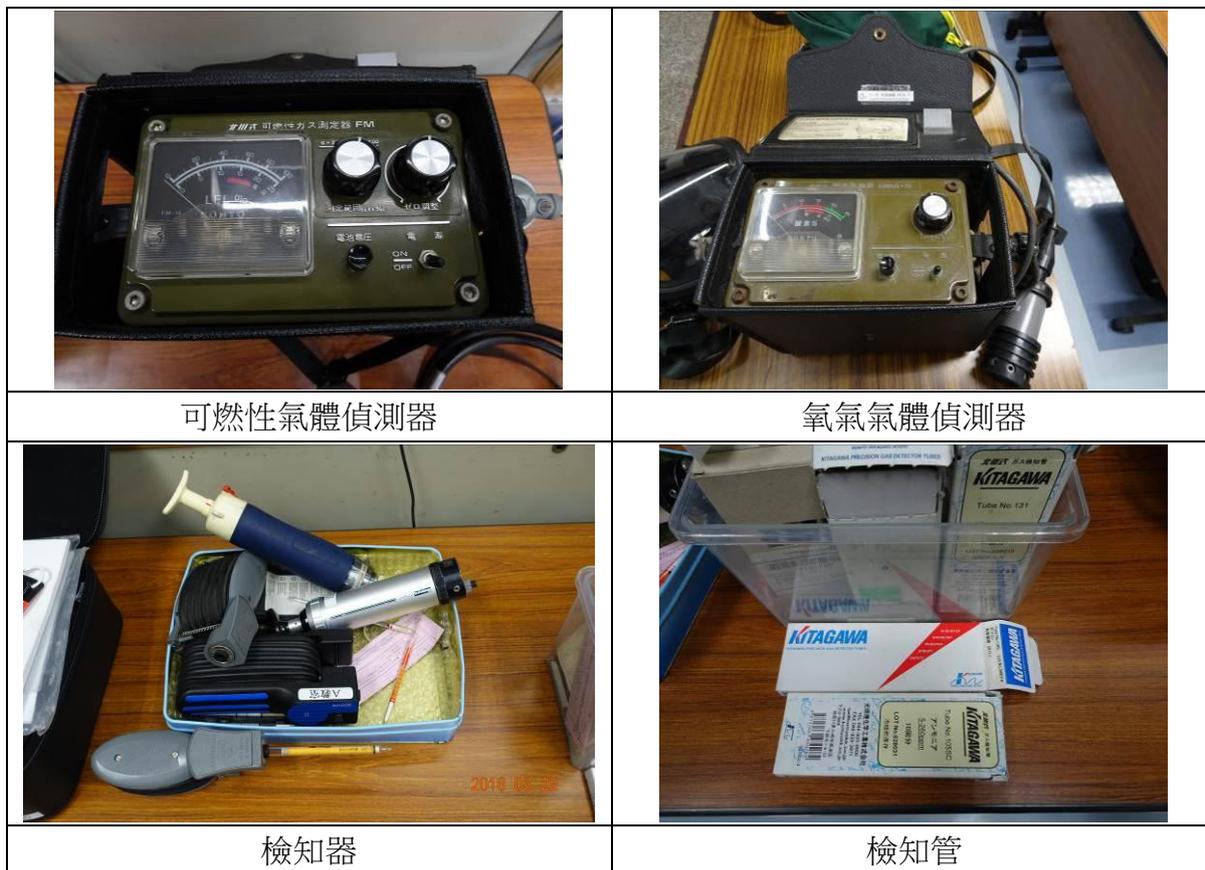


圖 5 各式氣體偵測器

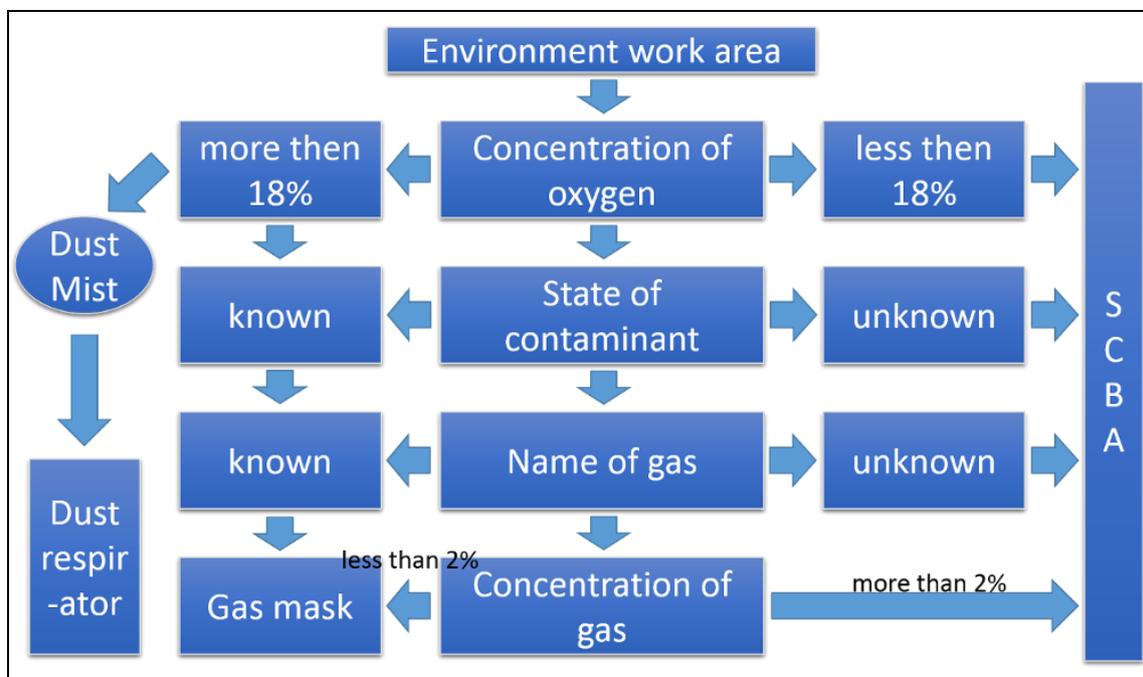
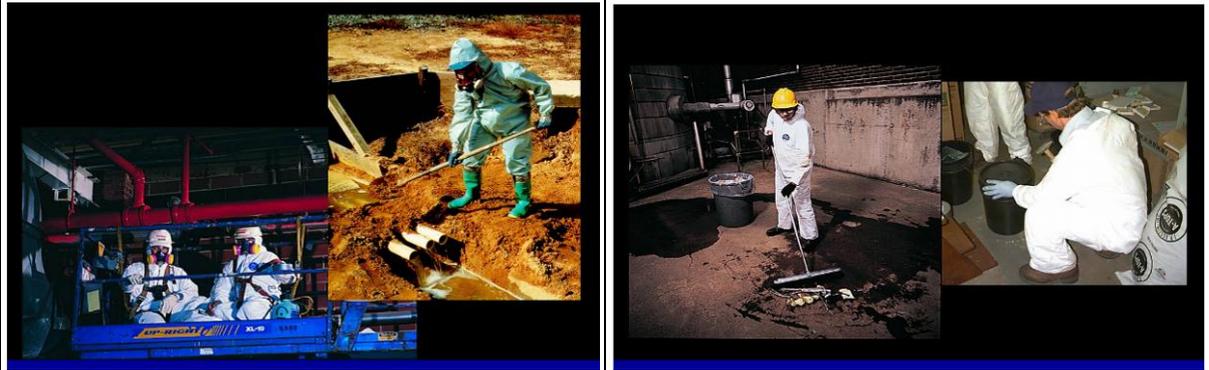


圖 6 呼吸防護具選用時機



A 級防護衣

B 級防護衣



C 級防護衣

D 級防護衣

圖 7 A~D級防護衣



A 級防護衣

B 級防護衣



B 級防護衣

C 級防護衣

圖 8 個人防護具穿著示範



圖 9 除污區設置(一)



圖 10 除污區設置(二)

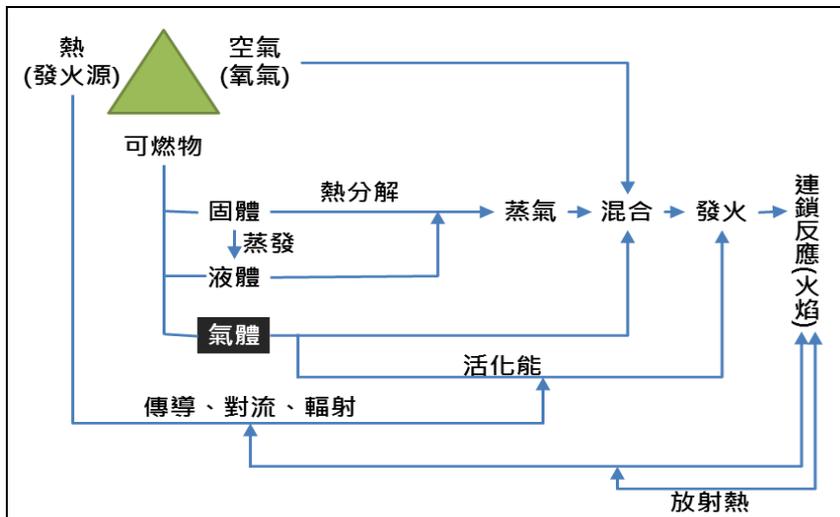


圖 11 燃燒四要素



圖 12 課程實驗

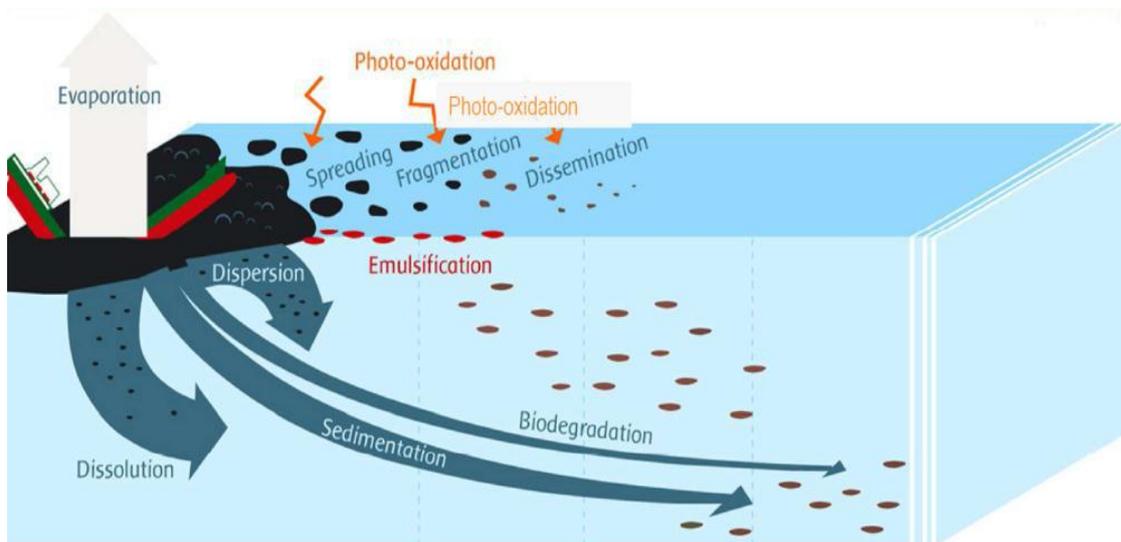


圖 13 污染物洩漏情況



開訓致詞



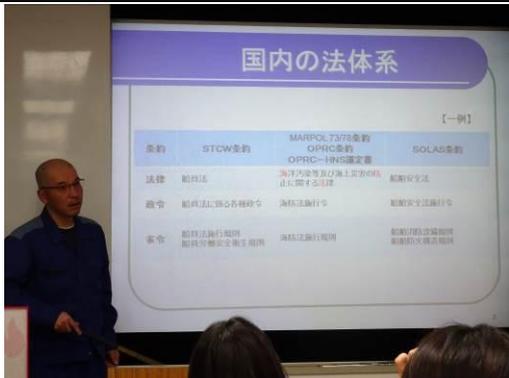
訓練日程及課程規則說明



個人防護裝備及氣體監測器介紹與使用



危險物品及有害、有毒物質特性



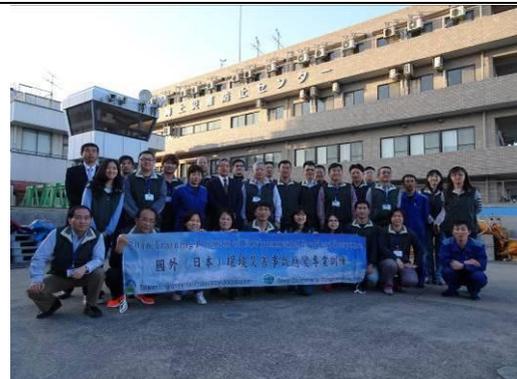
法規介紹



危險物品及有害、有毒物質控制及除污



實作場地介紹說明



結訓合影

圖 14 室內課程情況



實作訓場安全規定講解



個人防護裝備穿戴(一)



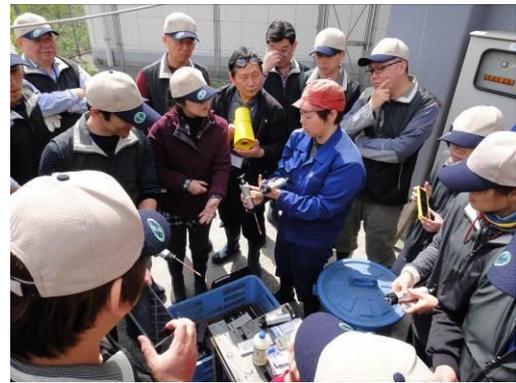
個人防護裝備穿戴(二)



個人防護裝備穿戴(三)



個人防護裝備穿戴(四)



檢知器操作(一)



檢知器操作(二)



防護衣穿著練習(一)



防護衣穿著練習(二)



防護衣穿著練習(三)



防護衣穿著練習(四)



防護衣穿著練習(五)

圖 15 學員個人防護裝備練習情況



人員著裝-第一組



應變作業-第一組



應變作業-第一組



除污作業-第一組



人員著裝-第二組



應變作業-第二組



應變作業-第二組



除污作業-第二組



人員著裝-第三組



應變作業-第三組



應變作業-第三組



除污作業-第三組



人員著裝-第四組



應變作業-第四組



應變作業-第四組



除污作業-第四組



消防泡沫應變作業



偵檢作業



應變清除作業



應變清除作業



船艙侷限空間



偵檢作業



偵檢作業



水霧噴灑應變作業

圖 16 學員綜合實作訓練情況

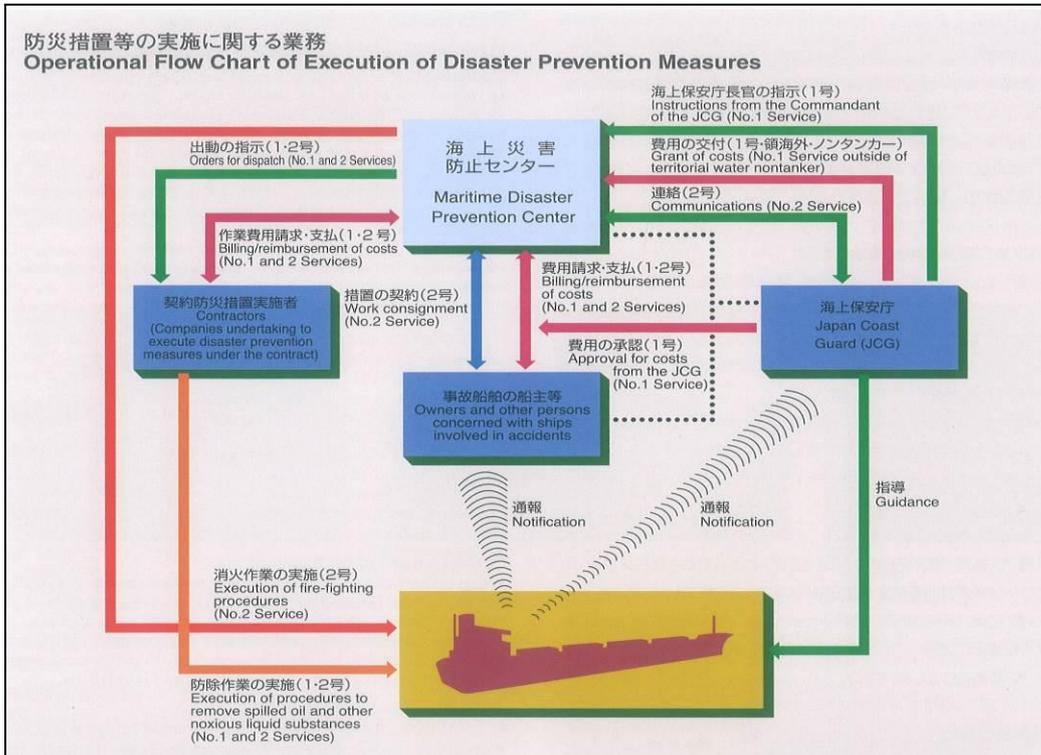
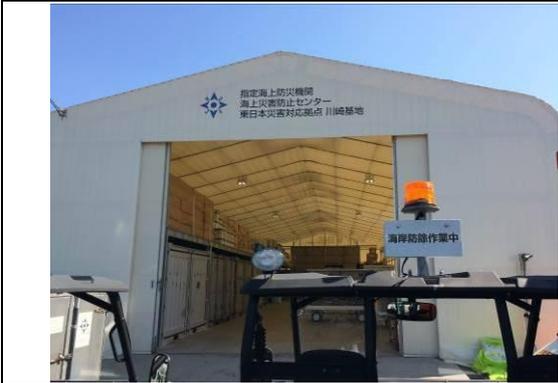


圖 17 事故通報與應變出勤機制



圖 18 應變流程



川崎基地資材設備倉庫外觀



基地營運概況介紹



參訓學員聽取介紹情況



個人防護具與儀器設備介紹



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



應變設備展示



應變設備展示

資材設備領用管制卡

講師與學員問題意見交流

吳參事代表向基地單位人員致謝

圖 19 參訪行程概況

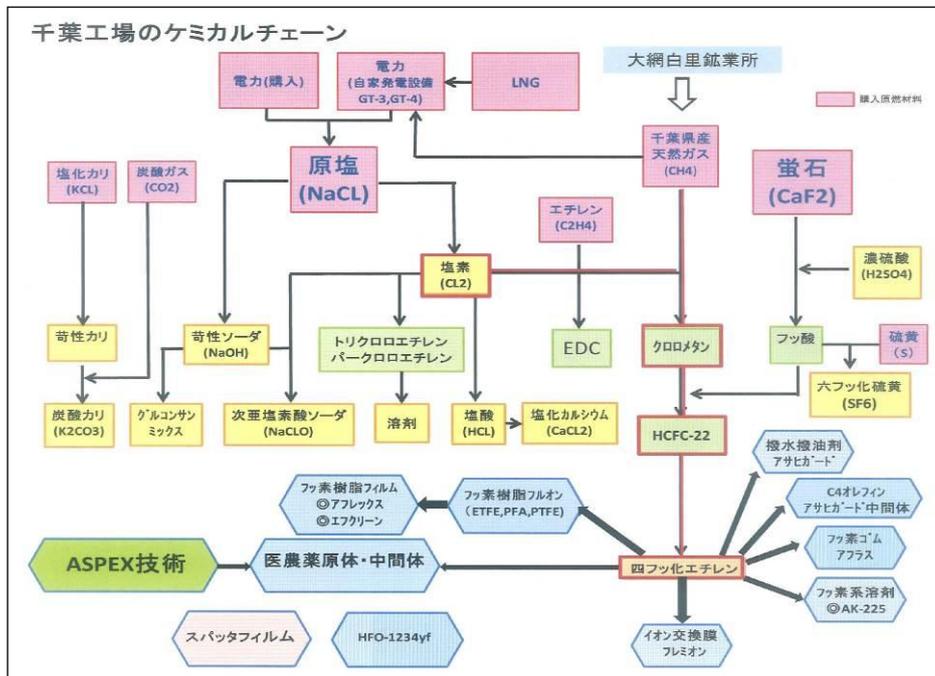


圖 20 各化學品製程關聯性

製品的一般用途	
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)
グルコンミックス	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 <b>AK-225</b>	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 <b>AE-3000</b>	塵埃除去・微粒子除去・分散溶媒
フッ素樹脂 <b>フルオン</b>	電線被覆(パソコン・コピー機・自動車)
フッ素ゴム <b>アフラス</b>	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 <b>アサヒガード</b>	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 <b>ルミフロン</b>	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 <b>アフレックス</b>	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 <b>フレミオン</b>	電解苛性製造用イオン交換膜
イオン交換膜 <b>セレミオン</b>	食塩製造用・酸アルカリ回収用イオン交換膜

図 21 製品及其用途紹介



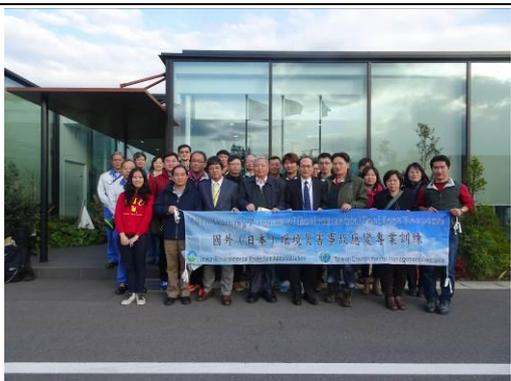
	
<p>應變人員集結及指揮所設立</p>	<p>搶救組人員著裝</p>
	
<p>消防隊到場支援</p>	<p>指揮官察看現場狀況</p>
	
<p>學員與旭硝子主管進行意見交流</p>	<p>吳參事代表向旭硝子公司致謝</p>
	
<p>學員與旭硝子人員合影</p>	<p>學員與旭硝子人員合影</p>

圖 22 參訪行程概況

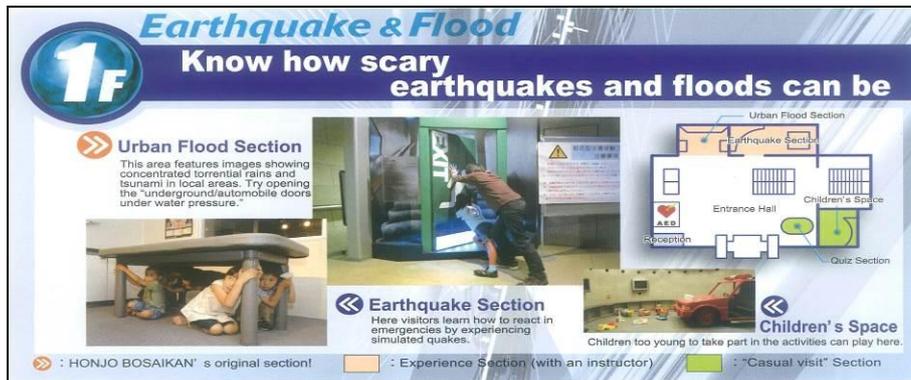


圖 23 一樓配置圖



圖 24 二樓配置圖



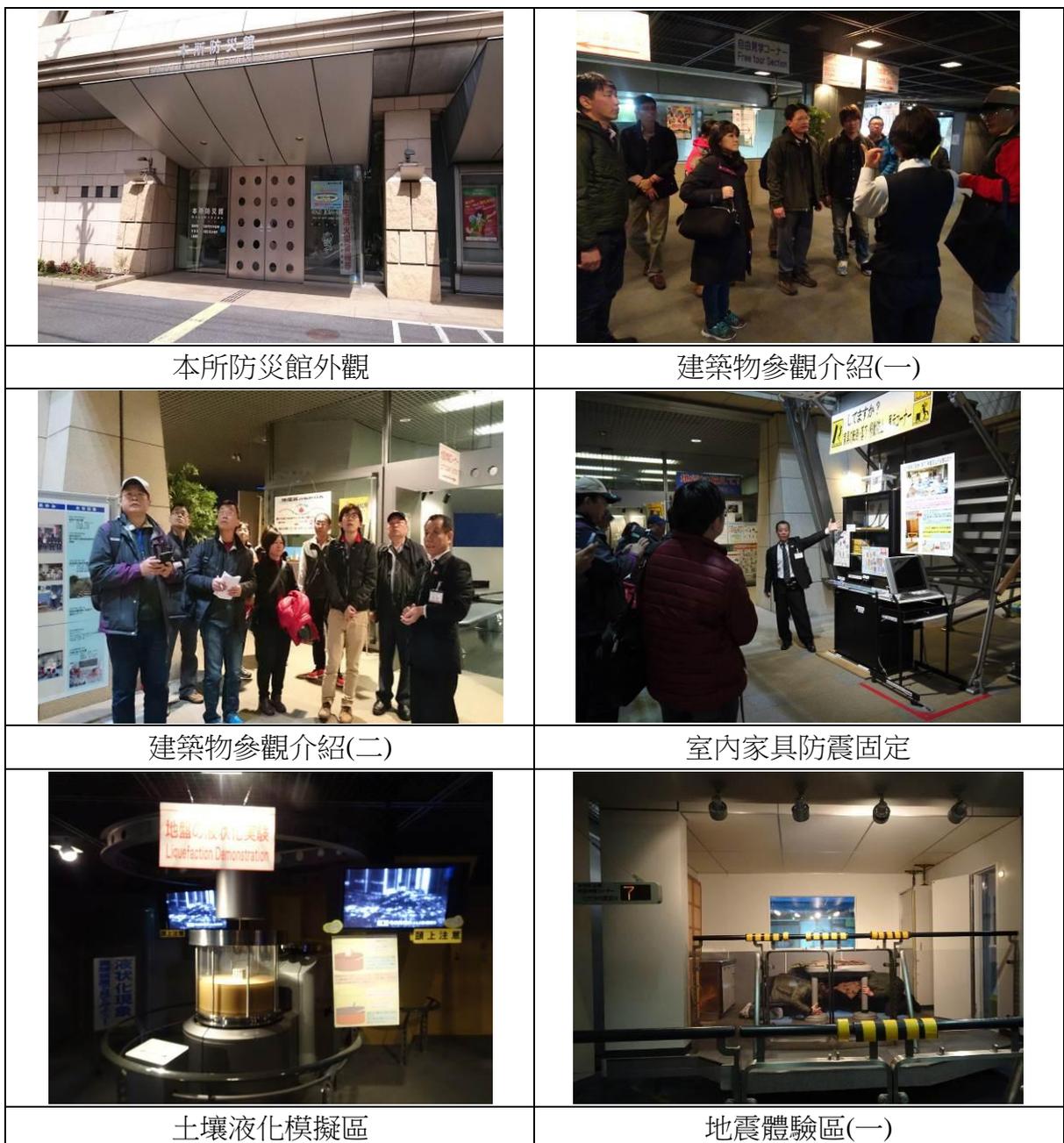
圖 25 三樓配置圖



圖 26 四樓配置圖



圖 27 311東日本大地震紀錄





地震體驗區(二)



滅火器操作說明



滅火體驗區(一)



滅火體驗區(二)



居家防火安全介紹(一)



居家防火安全介紹(二)



煙霧逃生體驗室



暴風雨體驗區(一)



圖 28 參觀與實際體驗過程