



緊急應變搶救實務及案例



李家麟研究員

[E-mail:chialin.lee1@gmail.com](mailto:chialin.lee1@gmail.com)

個人簡介



- 中原大學 環境科技研究發展中心 研究員
- 環保署 北區環境環境事故專業技術小組計畫
協同計畫主持人
- 美國NFPA 472 40小時 緊急應變技術人員訓練
- 美國NFPA 472 指揮官訓練
- 美國德州 工業火災訓練
- 美國杜邦公司 緊急應變進階人員訓練
- 新加坡 國際毒災事故應變指揮官訓練
- 甲、乙毒專責人員 講師



簡報大綱



國內災害現況

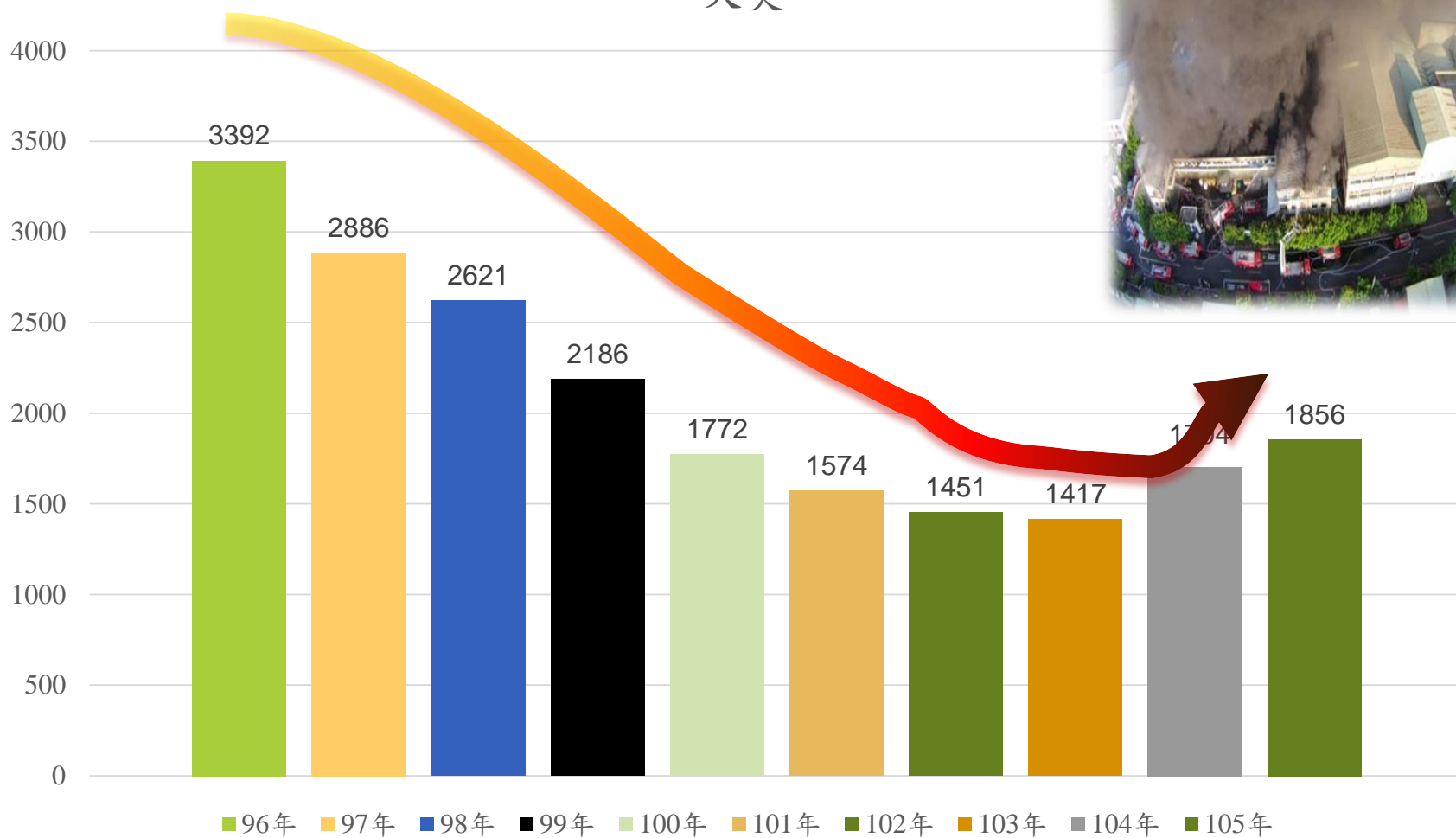
緊急應變初期應變重點

國內事故案例

國內災害現況



火災

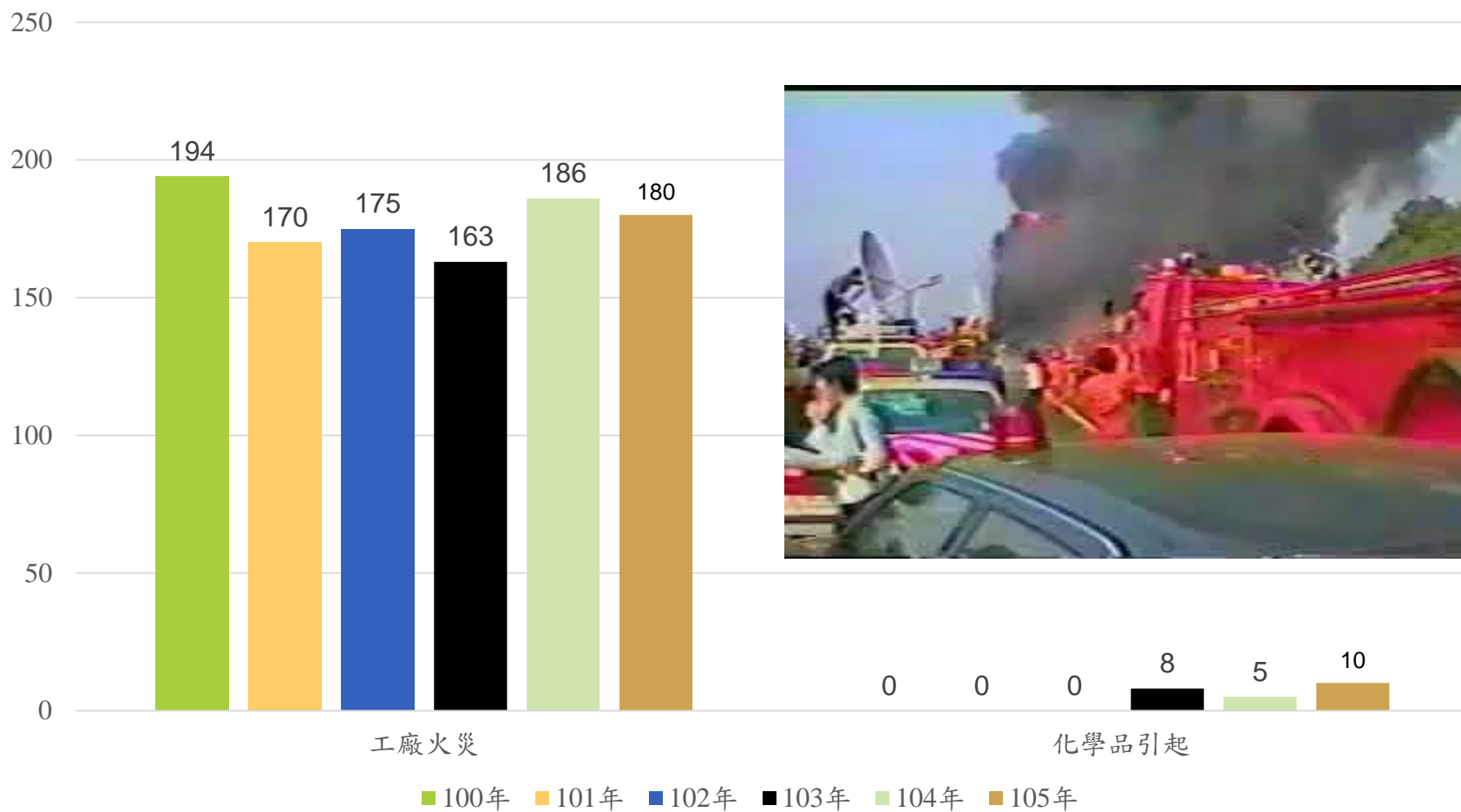


資料來源：消防署網站

國內災害現況



火災地點及化學品火災件次

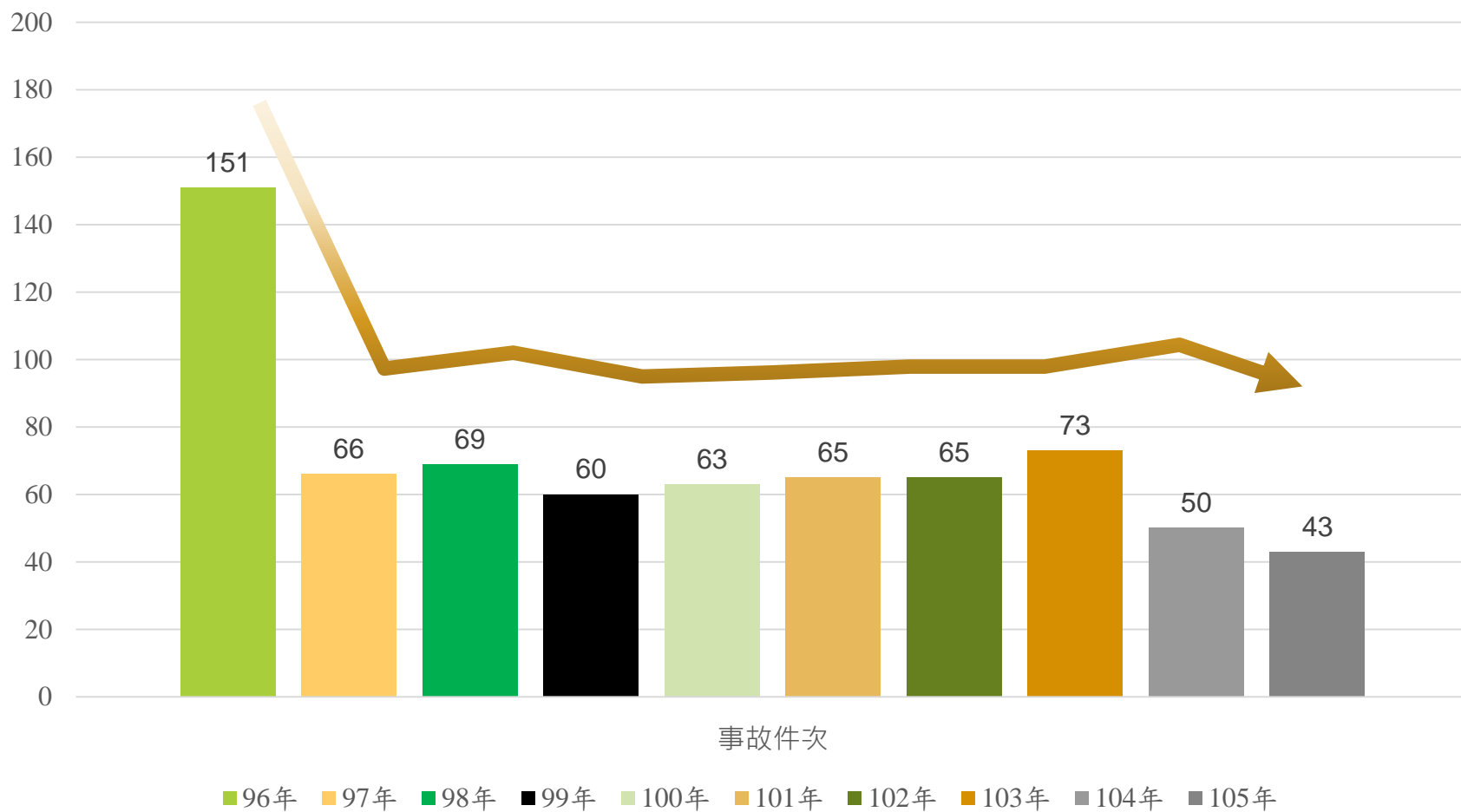


資料來源：消防署網站

國內災害現況

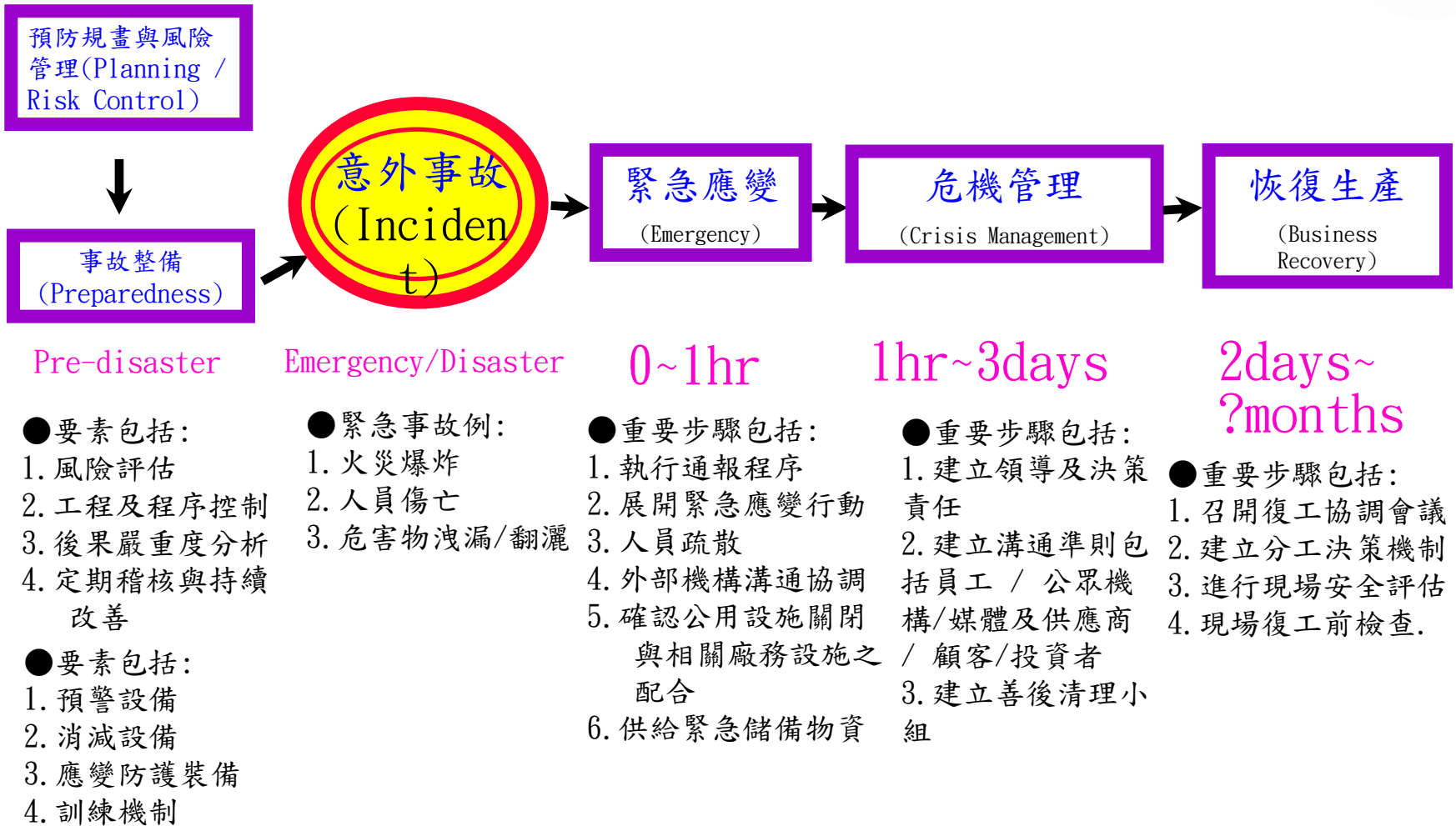


環保署諮詢中心



資料來源：環保署網站

意外事故控制及緊急應變管理



緊急應變策略優先順序



緊急應變原則應遵循下列規範順序：

A. 第一優先 ----- ERT 人員安全 (Life/Safety)

ERT救災人員的生命安全考量永遠是第一優先

B. 第二考量 ----- 員工安全 (Life/Safety)

C. 其次考量 ----- 環境 (Environment)

D. 再次考量 ----- 控制災情(Control)

E. 接續考量 ----- 財產 (Property)

F. 最後考量 ----- 生產恢復 (Business Recovery)

緊急應變程序



程序一：災害發生通報，至指揮中心(ERC)聽取簡報

程序二：危害辨識與災情評估(H)

程序三：緊急應變小組(ERT)的集結，分派任務

程序四：危害區域管制(熱區、溫區、冷區)(Z)

程序五：初期行動方案

程序六：外界支援聯合救災(A2)

程序七：整合應變指揮系統

程序八：除污與事故善後復原(T)

程序九：災因調查工作，復原機制啟動

(A1)
)

(M)

程序一：事故發生通報



- 事故發現人、受傷人員(WHO)
- 事故發生地點(WHERE)
- 事故發生時間(WHEN)
- 何種危害物、情況-洩漏、火災、爆炸(WHAT)
- 天氣情況(Weather)
- 目前初步處理(HOW)
- 建立通報與廣播詞範例
- 毒災發生時需於一小時內通知環保單位

程序二：危害辨識與災情評估

- 初期隔離(Isolate) 、禁止進入(Deny Entry)
- 必要時進行疏散員工
- 利用望遠鏡、CCTV、GMS、FMS、VESDA..
- 危害標示(九大類)、安全資料表(SDS)
- 緊急應變程序(SOP)或應變計畫..
- 廠區平面圖(Layout) 、P&ID圖
- 鄰近地區圖及人口分佈資料
- 注意二次危害的產生，需要有預測能力

程序三：應變小組(ERT)的集結

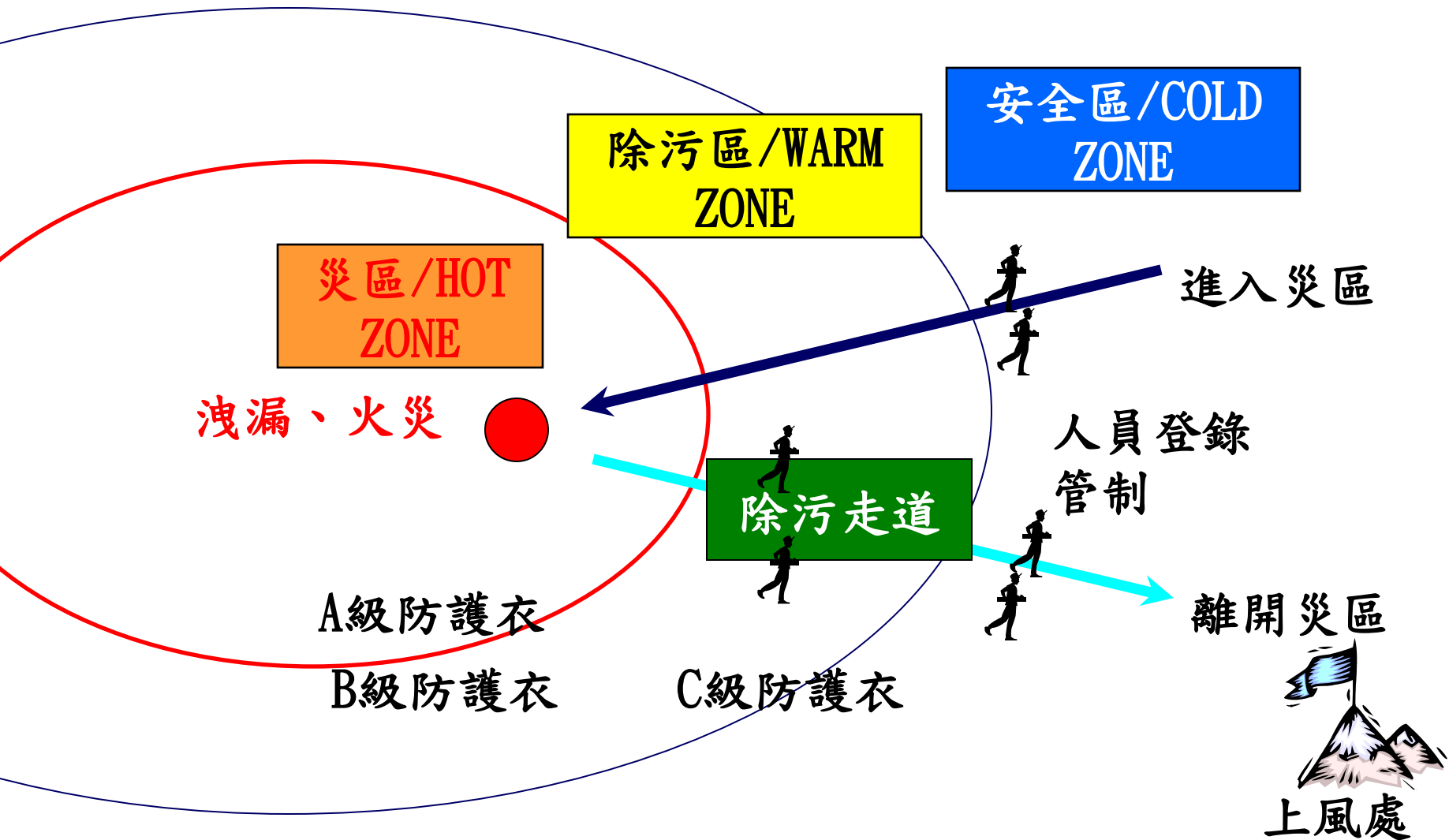
- 小組的集結與清點
- 小組的指揮官與權責分工(Accountability)
- 應變指揮中心(ERC)的位置
- 應變指揮中心的軟、硬體
- 考量風向的因素
- 有時為了掌握災情，需成立前進指揮中心
(Staging Area)

程序四：危害區域管制



- 警戒區(Hot Zone)：
 1. 在可偵測的環境下，以 $1/2IDLH$ 偵測值劃定
 2. 若無IDLH，可以10倍TWA之偵測值劃定
 3. 若無法偵測，可參考緊急應變指南疏散建議值
- 除污區(Warm Zone)：以合適架設除污走道及水源處劃定
- 安全區(Cold Zone)：前進指揮所、媒體管制區
- 進出管制路線的控制與登錄
- Rehab Area(復原區)

Z: Zoning 區域管制



程序五：初期行動方案



- 必要時進行疏散員工(人命安全)
- 利用10磅二氧化碳或乾粉滅火器先進行初期滅火
- 利用100磅二氧化碳滅火器進行滅火
- 利用室內消防箱或室外消防栓進行滅火
- 以上各滅火方式需注意個人防護裝備
- 在安全的前提下，進行氣體或液體止漏工作
- 先進行防守型應變(DEFENSIVE)，再轉換成攻擊型(OFFENSIVE)
- 先進行局部排氣(蛇籠)，在無殘火下才可整體換氣

程序六：外界支援聯合救災



- 友廠人員的支援
- 器材的支援
- 醫療的支援
- 消防的支援
- 附近友廠可用資源調查
- BASE(物資區) 的選擇: 只能有一個

程序七：整合應變指揮系統



An Incident Command System organizational chart is a graphic display of

- Common Terminology(共同的名詞定義)
- Functional Responsibility(明確的職責)
- Modular Organization(模組化的架構)
- Unity of Command(聯合且單一的指揮)
- Span of Control(有效的管理範圍)
- Communications(整合的通訊系統)



- 指揮官：市長或指定代理人
- 消防局：負責滅火作業與人命救助
- 環保局：毒性化學物質洩漏搶救與環境污染監控復原
- 衛生局：現場急救站與化災責任醫院成立
- 警察局：管制現場進出與引導車輛
- 社會局：成立災民收容中心，物資集結與救濟工作
- 管理局：協助提供會議場地與後勤支援

指揮權的移轉



卸任指揮官必須向新任指揮官做指揮權移交，內容至少包含以下四部份：

1. 事故狀況(現有情形、目標、優先順序、危險物、所需資源等)。
2. 人員安全(Safety)考量。
2. IAP(Incident Action Plan)及執行現況。
3. ERT人員的指派。

指揮官的職責-Summary



Planning-評估事故之規模與範圍

Directing-指出要達成目標所需的資源與行動

Organizing-發展出一個具有彈性且警覺性高的
組織以適切的處理緊急事件

Coordinating-協調整個系統的運作

Communicating-使組織系統有效地溝通

Delegating-收納資源並做妥善分派

Evaluating-評估整體緊急應變的效率

程序八：除污與事故善後復原



- ◆ 確認殘火(Reignition)-由搶救組進行全面檢視
- ◆ 確認災害現場(Hot Zone)之污染空氣濃度-利用GMS或攜帶式偵測器(特氣、VOC、缺氧)-由搶救組進行偵測
- ◆ 確認災害現場的建築結構安全-由後勤支援組進行評估
- ◆ 確認水電、照明、空調系統的供應-由後勤支援組負責
- ◆ 成立簡易型除污站-人員污染時除污用，由搶救組架設
- ◆ 現場進行人員管制-由通報管制組負責，非復原小組禁止進入

※以上小組人員需建立夥伴制度(Buddy System)，都需有適當的防護裝備

程序九：災因調查工作



- ◆ 再進入災區：
 1. 依權責成立災後復原工作小組
 2. 擬定災後復原計畫
 3. 進入前需先確認已無殘火(Reignition)或偵測殘存有有毒氣體的濃度
 4. 依污染濃度高低著合適防護裝備(以偵測值評估)
 5. 優先檢視具有潛在危險性的設備
- ◆ 災區清理：
 1. 進行災區劃分與管制
 2. 殘存化學品的處理及回收
 3. 需成立廢棄物清除處理區(劃分易燃易爆區，毒物污染區，一般廢棄物區等)
 4. 受損設備的清理及恢復
- ◆ 廠區再運作

當工廠各方面都合乎開工條件並得到主管單位的復工許可時，可依機台設備開車檢查表恢復運作生產

程序十：事故調查報告



- 事故發生後三天內-初步事故調查處理速報
 - 事故發生基本資料
 - 事故發生、應變及善後復原過程
 - 環境污染與清理狀況
- 事故發生後十四天內-總結事故調查處理結報
 - 事故發生基本資料
 - 應變單位、分工及裝(設)備
 - 事故發生、應變及善後復原過程
 - 環境污染與清理狀況
 - 檢討與改善
 - 建議事項
- 事故發生所在地之主管機關，副知中央主管機關

標準應變程序



- H : Hazard Identification 危害確認
- A₁ : Action Plan 擬定行動方案
- Z : Zoning 區域管制
- M : Managing 建立管理應變組織
- A₂ : Assistance 請求外界支援
- T : Termination 除污善後

The DECIDE Process



Detect the Presence

Colors. Container, Placards, Labels

Estimate Likely Harm

Identify the hazardous materials so that its properties and hazards can be determined.

Chose Response Objectives

Estimate the exposures that can be saved and work to save these exposures.

Identify Action Options

Favorable actions/options that can change the sequence of events.

Do the Best Option

Select the option within capabilities

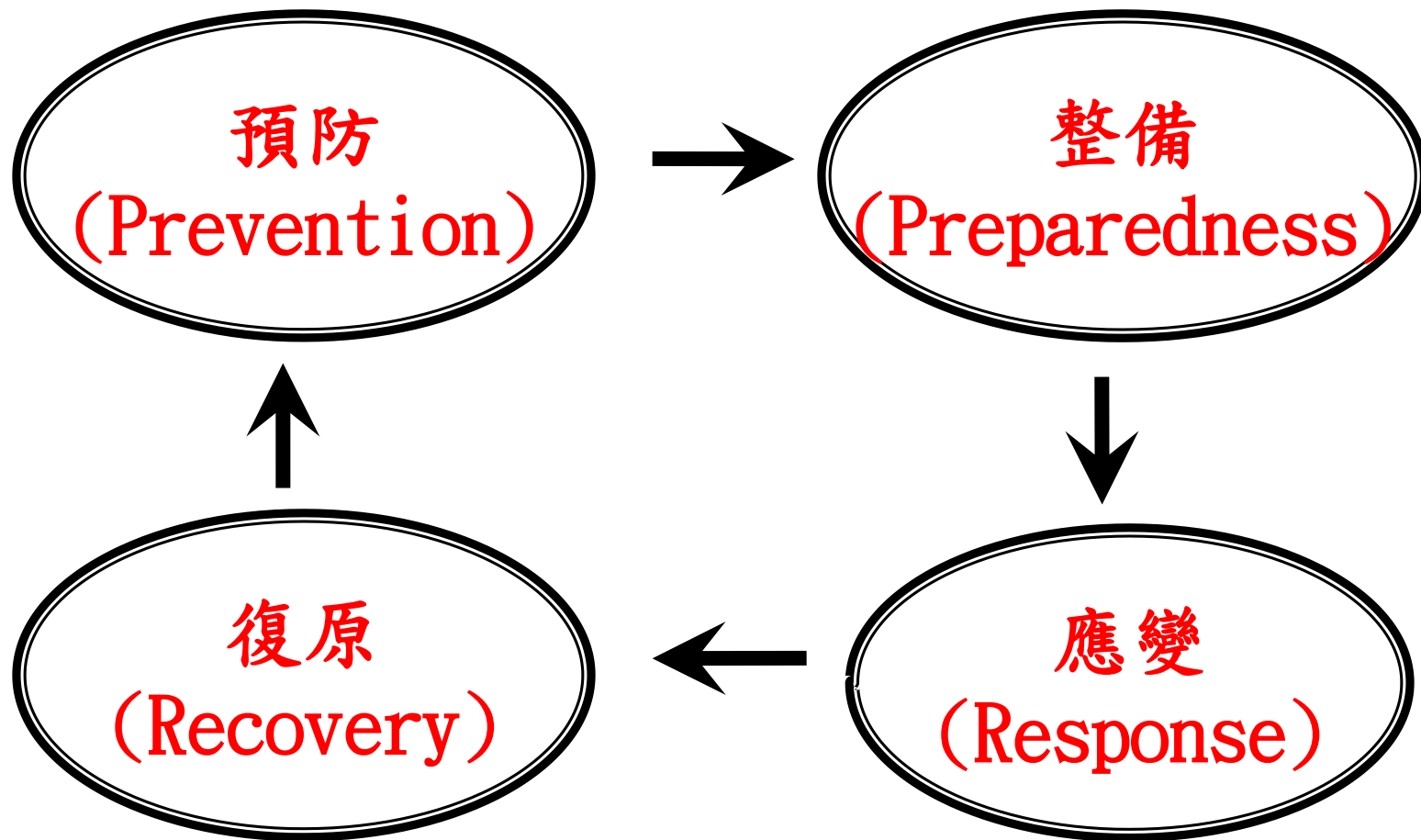
Evaluate

Evaluation allows other options to be considered

DOT Expanded Model

1. Approach cautiously
2. Set up Incident Command
3. Secure the scene
4. Identify the hazards
5. Assess the situation
6. Plan / Obtain help
7. Decide on site entry
8. Respond
9. Evaluate

事故應變之循環





緊急應變的總目標是：

有利(效)地改變或影響發生的結果

應變作為



- ❖ 平時訓練與整備
- ❖ 災害模擬演練
- ❖ 救災資料
- ❖ 外界支援
- ❖ 災害評估
- ❖ 應變作為
- ❖ 環境保護



規劃搶救程序應注意

- 1、嚴禁貿然闖入。
- 2、化災之處理過程，處理的「對」比處理的「快」重要的多。
- 3、自己主導的「處置」成為解決問題的一部份，而不是再製造出「問題」。
- 4、絕對不要在沒有適當、安全的個人防護裝備，器材下進入現場。
- 5、絕對不要採取任何超出本身訓練範圍的行動。多方尋求支援，必要時「等待協助」才是對的決定。
- 6、搶救人員進入災害現場採取行動前，應瞭解：
 - (1) 面對什麼情況。
 - (2) 處理什麼化學物品。
 - (3) 會有哪些危險。
 - (4) 需要什麼防護裝備、器材。

南投縣化工廠火警事故



- 發生時間：XX年XX月XX日06時38分
- 事故地點：南崗工業區
受傷人員：0人死亡、0人受伤
- 化學品：二甲苯、異丙醇、三氯化磷(158-01)、
二甲基甲醯胺(098-01)
- 受損面積：約2,000坪
- 主要產品：抗氧化劑

受火勢波及的PCI3



- 部分桶槽尚未完全撲滅仍在持續冒煙中
- 運作量共計為44噸

事故現場煙霧影響

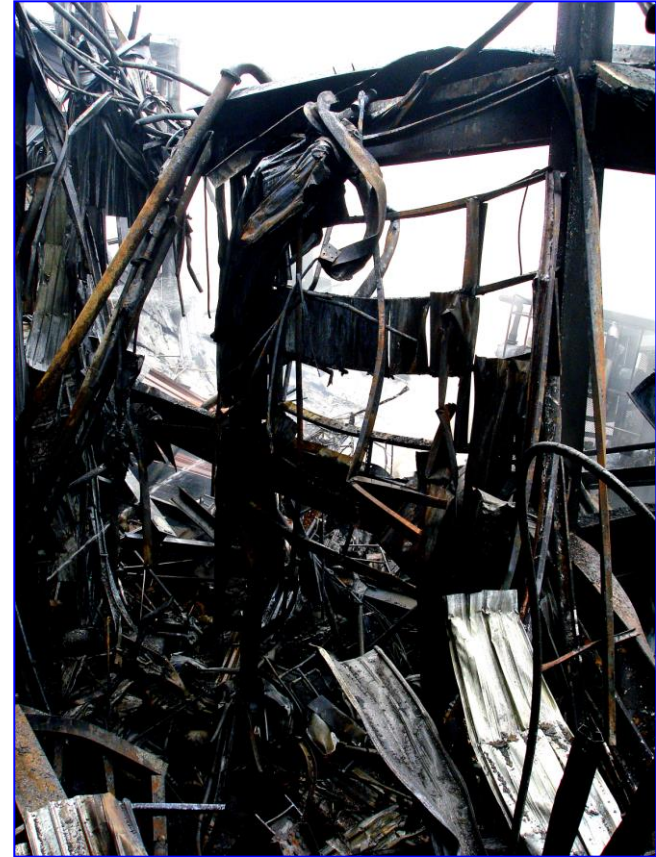


■ 現場風向為南風
(由南向北吹)



■ 約30分鐘之後
■ 現場風向改為北風
(由北向南吹)，180度掉頭

事故現場災後狀況



■ 事故現場全毀坍塌

桃園縣蘆竹爆炸火警事故



- 發生時間：XX年XX月XX日。
- 事故地點：桃園縣蘆竹鄉。
- 事故類型：工廠事故，非毒災事故。
- 受傷人員：死亡：1人。受傷：6人。
- 化學品
 - 肇事化學品：丙二醇單甲基醚醋酸酯、1-甲氧基-2-丙醇、二乙二醇丁醚、冰醋酸

桃園縣蘆竹爆炸火警事故



■ 事故概述

XX年XX月XX日於桃園蘆竹工廠發生氣爆，火勢共波及4個PGMEA及2個PGME中型槽體，1個二乙二醇丁醚(BDG)大型槽體，及四周約15個小型冰醋酸槽體，無波及實驗室運作之少量毒化物。



事故研析



- 火災爆炸前，有動火作業
- 儲槽區之整體設計是否恰當
- 火災影響航空及附近民眾
- 員工平時之緊急事故應變是否確實

桃園縣化工廠爆炸火警事故

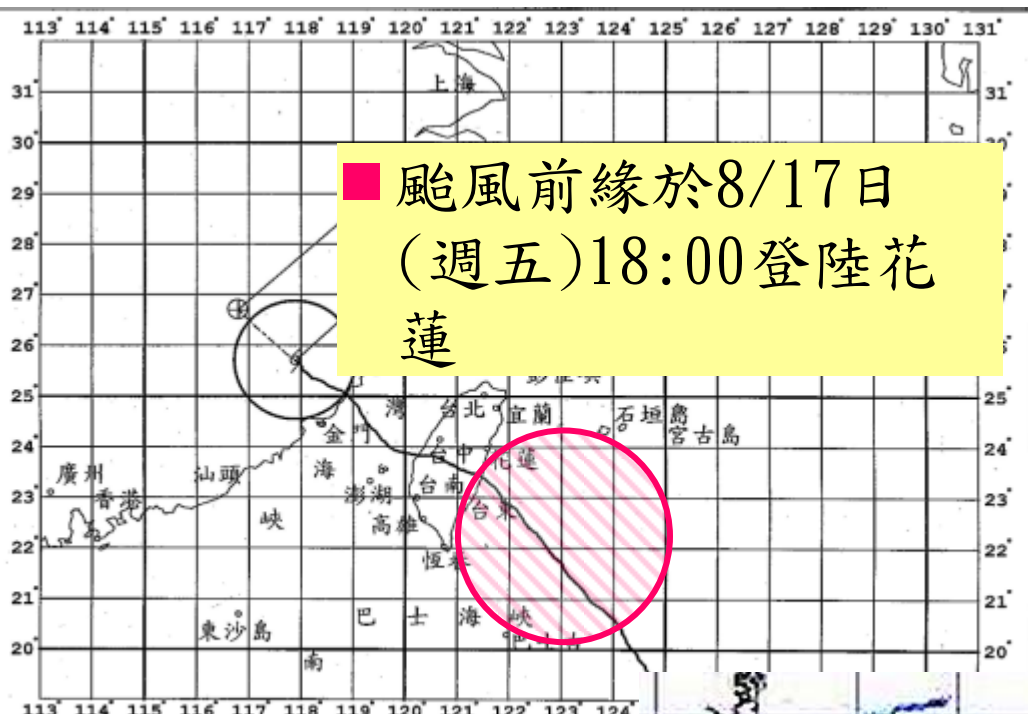


- 發生時間： XX年XX月XX日9時11分。
- 事故地點：桃園縣新屋鄉。
事故類型：工廠事故，非毒災事故
- 災害規模：災損約4,000坪
- 化學品
 - 肇事化學品：無
 - 其他化學品：過氧化物質及連二亞硫酸鈉

聖帕颱風之潛在威脅

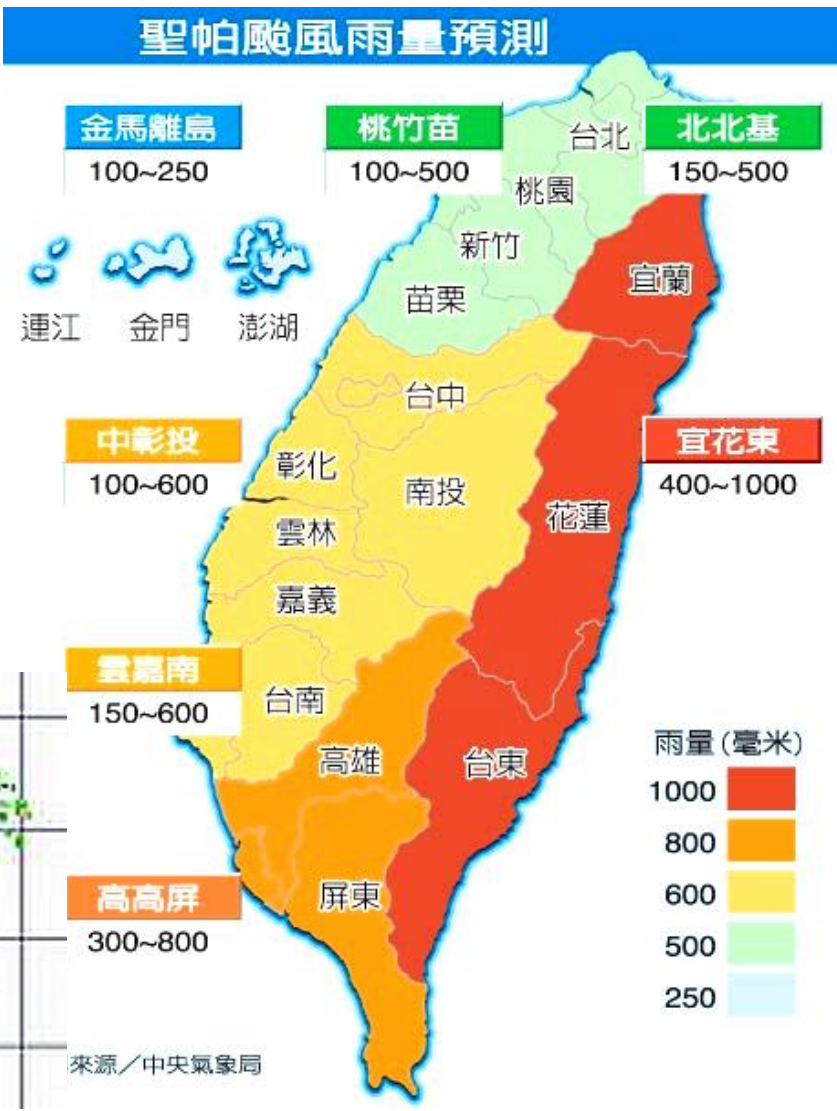
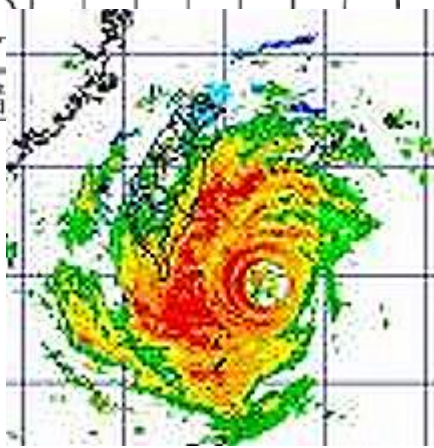


■ 颱風前緣於8/17日
(週五)18:00登陸花
蓮



圖例
現在中心位置 熱帶性 輕度 中反 預測中心位
及暴風範圍 低氣壓 颱風 颶風 強烈 及暴風範圍

- 規劃人員避難所
- 應變隊備勤調度
- 風雨勢、電力、食物
飲水、通信與交通等



事故研析



- 事故現場氧化性物質與禁水性物質等所有化學品混合存放
- 倉庫區化學品規劃是否合適
- 火災影響航空及是否疏散居民
- 化學品使用是否登記及存放於固定位置，定造冊登記

台北縣某科技公司事故



- 發生時間： XX年XX月XX日15時06分。
- 事故地點：台北縣樹林市。
事故類型：非工廠事故，非毒災事故
- 災害規模：2人死亡、4人受傷
- 化學品
 - 肇事化學品：硫酸鎳、硝酸鎳
 - 其他化學品：無

台北縣某科技公司事故



- 接獲台北縣消防局勤務指揮中心得知台北縣某科技公司發生**氨氣**外洩
- 疑似清洗電路版過程中發生硫酸鎳外洩，請求支援。環境毒災應變隊依三號作業分別派遣台北隊及新竹隊前往
- 現場應變指揮官(消防分隊長)表示：初步懷疑災因為硫酸鎳與硝酸鎳廢料抽取過程中導致外包公司人員3人受傷，搶救過程中2人受傷，受傷人員均已送醫
- 目前已用消防沙進行覆蓋，並進行通風換氣
- 應變隊立即以四用氣體偵檢器檢測事故現場測得二氧化硫濃度為20 ppm，現場空氣經通風換氣後，週界環境測值為N. D.

事故研析



- 疑似化學品混合後產生硫化氫，造成傷亡

- 確認廢液清運桶內無其它化學液體，再進行廢液裝運動作，以防止兩種以上化學廢液，產生化學反應
- 儲存場所或容器應標示儲存化學品之名稱及可能危害等資訊
- 員工在不知危險性的情況下，冒險進入現場搶救，導致大量傷亡產生

苗栗縣XX園區科技公司火警



- 一、發生時間：XX年XX月XX日
- 二、事故地點：苗栗縣竹南鎮
- 三、受傷人員：0人死亡、0人受傷。
- 四、事故類型：毒化物運作場所工廠火警事故。
- 五、災害規模：災損面積約200坪。
- 六、肇事化學品：
 - 乙酸乙酯(CAS. NO：141-78-6；UN. NO：1173，公共危險品，勞委會之危險品與有害物)



災因研析



- 初步研判由於**乙酸乙酯**為易帶靜電荷之物質，依據2007年美國愛荷華州工廠火災爆炸事故經驗發現，在進料口附近若**易燃物蒸氣**與空氣混合濃度已達爆炸下限(LEL)以上的條件下，加上乙酸乙酯由上方噴濺入料，使**液體飛濺**形成許多微小的液滴，產生大量靜電荷，當靜電荷累積達該易燃物質最小點火能量(Minimum Ignition Energy, MIE)則將引燃乙酸乙酯。



桃園縣XX電子公司火警

- 一、發生時間：XX年XX月10日。
- 二、事故地點：桃園縣XX工業區
- 三、受傷人員：1人死亡、4人受傷。
- 四、事故類型：毒化物運作場所工廠火警事故。
- 五、災害規模：災損面積約1500坪。
- 六、肇事化學品：
 - 丙酮(CAS. NO：67-64-1；UN.NO：1090，公共危險品)



事故原因分析



- 本次上膠作業主要成份為丙酮，屬於第三類易燃液體，尤其揮發於空氣中時，會產生可燃性蒸氣(蒸氣壓180mmHg)，依據事故經過推斷本次災害可能發生原因如下：

原因別	媒介物	內容
直接原因	可燃性蒸氣	從事上膠作業，2廠3樓丙酮儲桶滿出溢流至1樓，因丙酮揮發產生之可燃性蒸氣濃度達爆炸界線，造成可燃性蒸氣/氣體爆炸。
間接原因	不安全環境/ 設備/狀況	1.丙酮儲槽氣動泵液位 僅有一道控制 ，未有雙重保護 2.暫存槽無防液堤
	不安全行為/ 動作	2廠之氣動泵浦誤認為1廠之氣動泵浦，將控制氣動泵浦之電磁閥拆除並把空氣管直接接上氣動泵浦補充，導致丙酮由儲槽持續送入2廠3樓丙酮儲桶造成溢流洩漏

XX廠三氯化磷外洩事故



- 一、發生時間：XXX年XX月XX日。
- 三、受傷人員：0人死亡、0人受伤。
- 四、事故類型：工廠事故。
- 五、災害規模：約10平方公尺
- 六、肇事化學品：三氯化磷
- 七、事故概述



為公告列管毒化物三氯化磷洩漏。事故地點為CA工廠(抗氧化劑製程區)5樓中間槽管線手閥發生洩漏，洩漏量約70至80公斤，廠區大門檢測空氣pH值5、氯化氫檢知管0.3ppm，事故點50公尺5ppm，100公尺ND。業者於17時25分將管線剩餘量輸送回原料槽，並將洩漏物以乾砂吸附完成洩漏控制，再以帆布覆蓋防止雨水進入反應，各樓層覆蓋面積共約10平方公尺，完成現況討論會議，待明日由環保局督導業者處理及實施災因調查，技術小組22時00分賦歸。

吸附三氯化磷乾沙集中處理



2014 06 05

國內事故案例



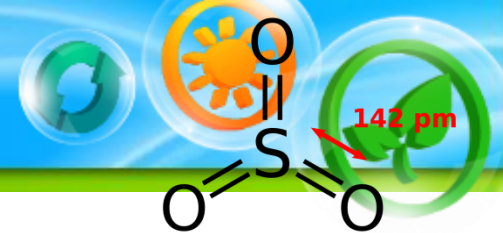
三氧化硫洩漏事故

- 發生時間：XXX年XX月XX日10時31分。
- 事故型態：廠內化學品洩漏
- 受傷人員：0人死亡、11人受傷送醫。
- 化學品：三氧化硫(CAS No.：7446-11-9)。
- 事故概述：



接獲消防局通報：「00化工廠因**三氧化硫**管線洩漏冒煙」。保局告知現場洩漏物質為**硫酸**，遠方即可見大量白煙。經聯繫業者得知為**發煙硫酸(三氧化硫)**製程熱交換器至吸收塔間之管線(8吋)，因拆裝閥件時疑似管線內結晶物與滲水產生反應造成大量白煙外洩。消防以**水霧**吸附稀釋逸散煙霧，因刺激性煙霧逸散範圍大，當地里長廣播告知民眾居家隔離。並於下風處醫療及學校等敏感區域監控，業者進行管線盲封，另將煙霧以排風管導流至洗滌塔，消防廢水收集至廠內廢水處理場，北區EOC統計共11人送醫。

國內事故案例



- 三氧化硫是一種清澈無色，同時具腐蝕性的油狀液體，俗稱硫酸、電池酸和硫酸氫。它不僅可用來製造化肥、爆裂物、其他酸類和黏著劑，更可提煉石油、酸洗金屬和製成鉛酸蓄電池(用於大多數車輛中)。
- 一般情況下，三氧化硫是無色的液體，它也可以以冰狀或纖維狀晶體或是氣體的形式存在。三氧化硫若接觸到空氣，會迅速吸收其中的水分並轉而釋出白色煙霧，也可與水反應製造出硫酸。三氧化硫又稱氧化硫和硫酸酐，是製造硫酸、其它化學物質和爆裂物的原料。
- 暴露到它會造成皮膚灼傷，飲入硫酸會使口腔、喉嚨和腸胃灼傷
- $\text{SO}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$

國內事故案例



- ❖ 三氧化硫是一種清澈無色，同時具腐蝕性的油狀液體，俗稱硫酸、電池酸和硫酸氫。它不僅可用來製造化肥、爆裂物、其他酸類和黏著劑，更可提煉石油、酸洗金屬和製成鉛酸蓄電池(用於大多數車輛中)。
- ❖ 一般情況下，三氧化硫是無色的液體，它也可以以冰狀或纖維狀晶體或是氣體的形式存在。三氧化硫若接觸到空氣，會迅速吸收其中的水分並轉而釋出白色煙霧，也可與水反應製造出硫酸。三氧化硫又稱氧化硫和硫酸酐，是製造硫酸、其它化學物質和爆裂物的原料。
- ❖ 暴露到它會造成皮膚灼傷，飲入硫酸會使口腔、喉嚨和腸胃灼傷
- ❖ $\text{SO}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$

外觀：無色固體	氣味：—
嗅覺閾值：—	熔點：62 °C
pH 值：<1 (1 % 溶液)	沸點/沸點範圍：/
易燃性 (固體，氣體)：—	閃火點：—
分解溫度：—	測試方法：—
自燃溫度：—	爆炸界限：—
蒸氣壓：73 mmHg@25°C	蒸氣密度：2.75 (空氣=1)
密度：1.9 (水=1)	溶解度：遇水會起反應，溶於二硫化碳、硫酸。
辛醇/水分配係數 (log Kow)：—	揮發速率：>1 (乙酸丁酯=1)



發現什麼問題
??????

災害案例應變缺失檢討



- ❑ 無法於**第一時間**啟動搶救機制，延誤救災時效。
- ❑ 救災**指揮系統紊亂**，應變人力雖多但無法有效整合，
結合政府救災資源困難，指揮權移轉困難。
- ❑ 疏散時機難決定，疏散人數與路線難掌握。
- ❑ 僅能處理第一波應變攻擊，後勤支援能力薄弱。
- ❑ 缺乏即時且正確的情報，預測能力不足。
- ❑ 災區危害確認與評估能力(Size Up)薄弱。
- ❑ 現場及組織之間的通訊非常差，無法掌握實際災況。
- ❑ 資源運用管理不足，無法有效聯防。

毒化災特性



- 可能伴隨重大火災及爆炸之狀況
- 可能造成大量傷患之情形
- 需要大規模封鎖與管制及疏散民眾
- 可能需要成立災民收容中心
- 需要確認濃度範圍（偵測）
- 可能伴隨大量污染（空氣、土壤、水、人員）
- 民眾會特別焦慮，需要長時間追蹤輔導
- 事後的廢棄物清理處理困難
- 後續社會成本影響大



報 告
敬 請

完 畢
指 教

