



重大工業管線災害研討

(104年度「地下工業管線防救災業務研討會」)

報告人：

資深工程師/室經理 何大成

中華民國 104 年 8 月 20 日

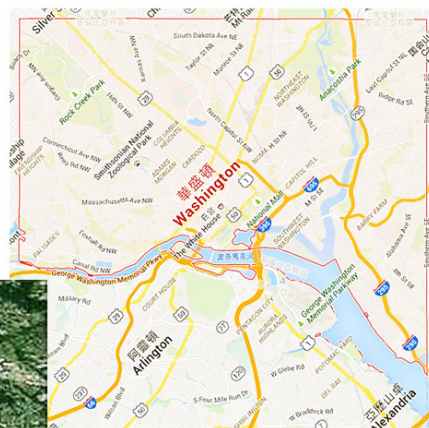
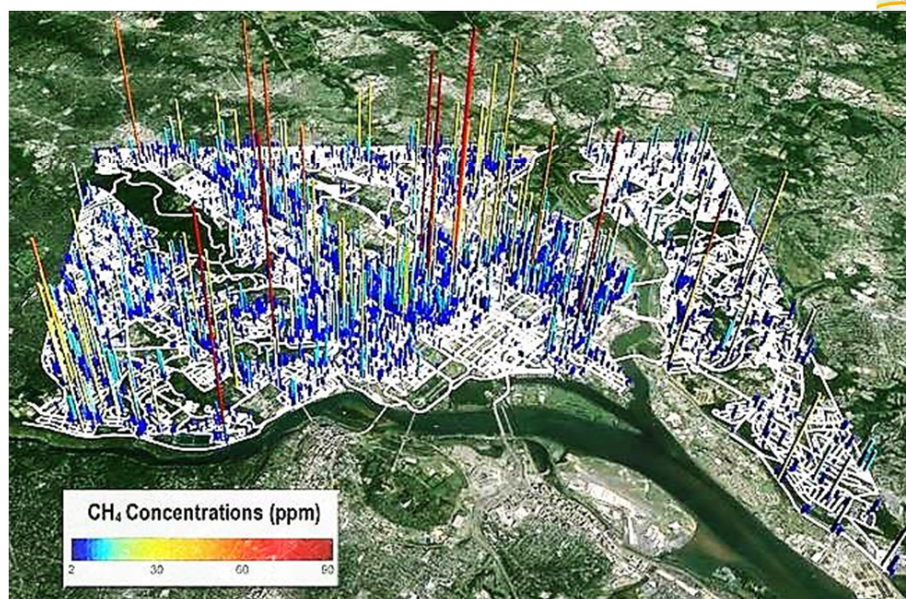


ERIC
Emergency Response
Information Center



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

Points of leaking methane in the District of Columbia as detected in 2013 (by Duke and Boston University researchers)



ERIC
Emergency Response
Information Center



ITRI
Industrial Technology
Research Institute



是英勇？還是鄉愿？！



浴火救災

▲河南洛陽市22日發生一起瓦斯桶儲存廠火災，為防止瓦斯桶過熱引發大爆炸，洛陽消防隊派出70名隊員冒險直接衝入火場，搶搬出80多桶瓦斯桶，事故造成店老闆嚴重燒傷。圖為一名消防隊員全身著火搶搬出瓦斯桶，附近弟兄趕忙協助滅火的驚險現場情況。

(新華社)



ERIC
Emergency Response
Information Center

— 5 —



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

事故過程中的災情評估

- **If** a hazard analysis study has been carried out for the site, the hazard identification and consequence analysis components of the fire safety study should be able to be largely drawn from that study.

假如「危害性化學品」運作廠場已經**完成**該場址的危害分析（最嚴重與可能發生之情境），那麼事故所引發的火災等安全研析，應該都能夠在意外事故發生前被清楚地**辨識**出來！

- Reference to other studies such as HAZOPs could also be useful in the hazard identification.
既有的許多危害分析工具與技術（例如「危害與可操作性研究」—HAZOPs），均可應用在此項作業。

- **OOPs !**（**Accident ?** 還是 **Incident ?**）



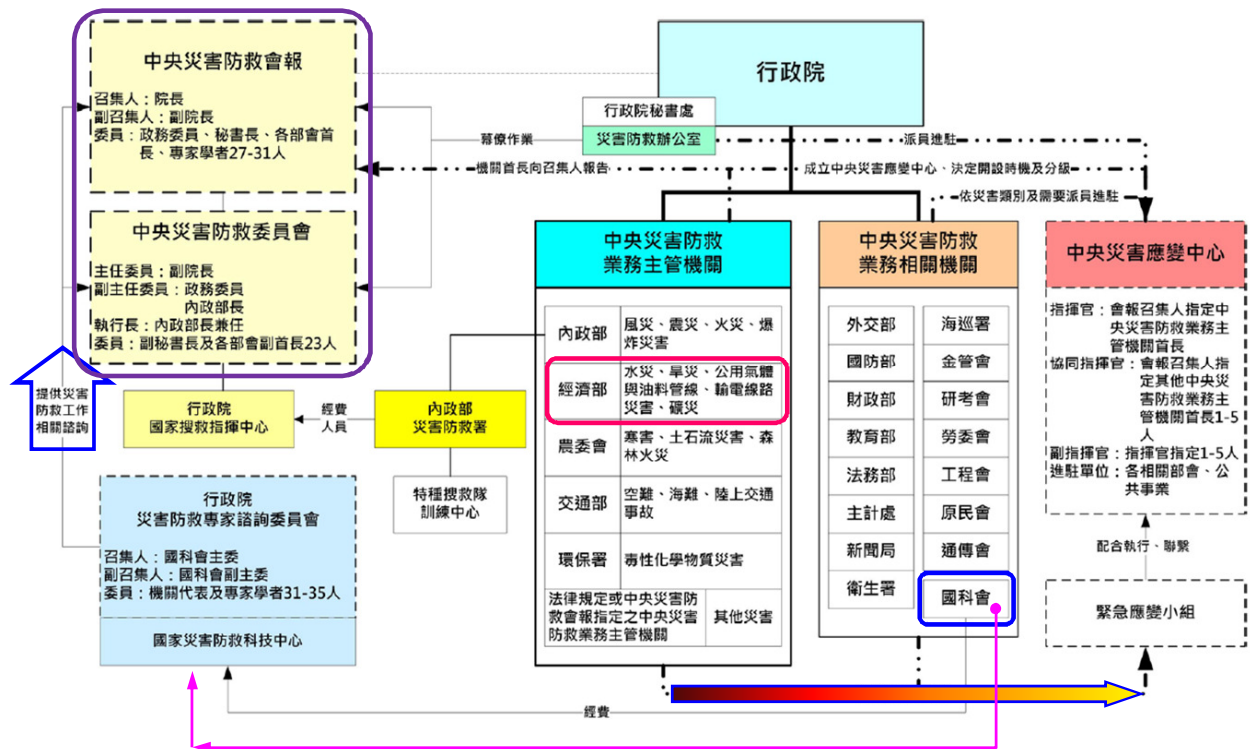
ERIC
Emergency Response
Information Center

— 6 —



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

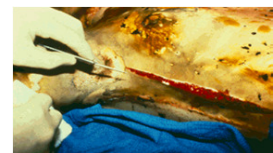
中央災害防救體系與架構



不為人知的燒燙傷



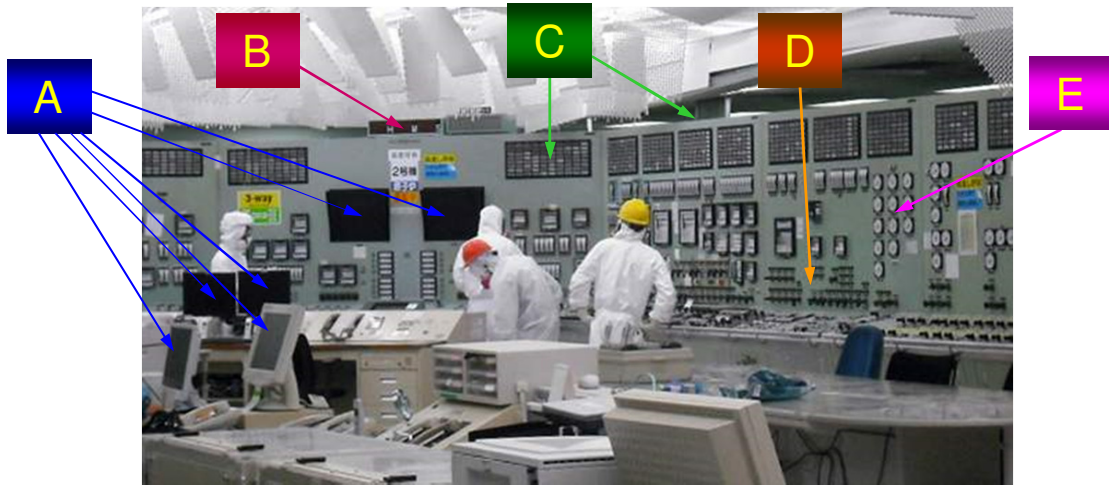
- **焦痂切除術**
手術切除環繞灼燒肢體的**縮窄性焦痂**，俾使切緣分離，恢復焦痂遠端末傷組織的血流供應



- **胸壁焦痂切除術**
可減低傷者呼吸時胸/腹部起伏擴張所造成之限制
- 須在燒燙傷中心進行
- 發生嚴重「**低效性呼吸型態**」時，立即於現地處理



Fukushima核電廠控制室



- A – 顯示器「全黑」！
- B – 標準時鐘功能喪失
- C – 控制盤信號指示燈全部熄滅，所有警報訊號斷訊
- D – 設備狀態指示燈全部喪失功能
- E – 儀電設備全部不作動（毫無相關數據資訊）



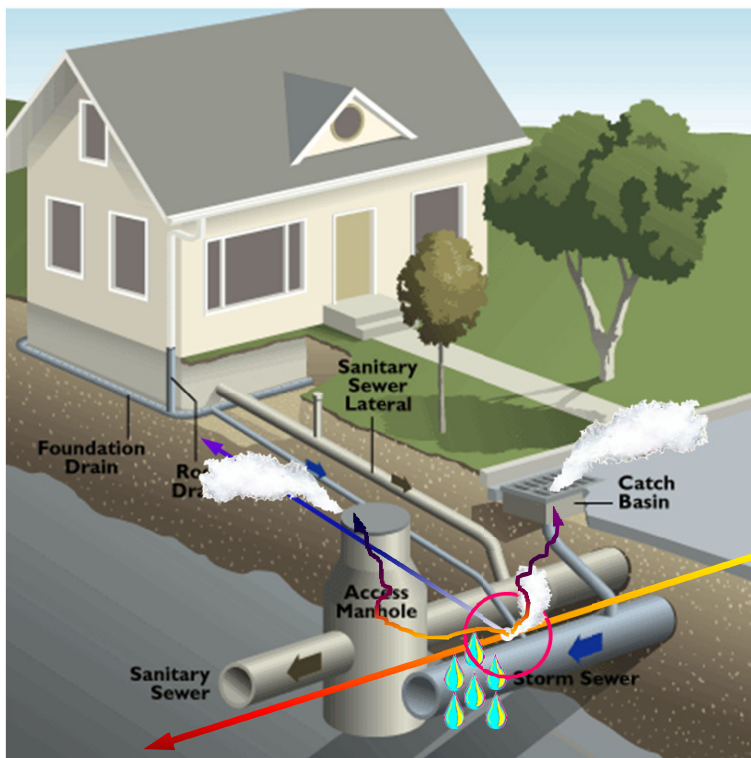
ERIC
Emergency Response
Information Center

– 9 –



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

地下管線鏽蝕洩漏



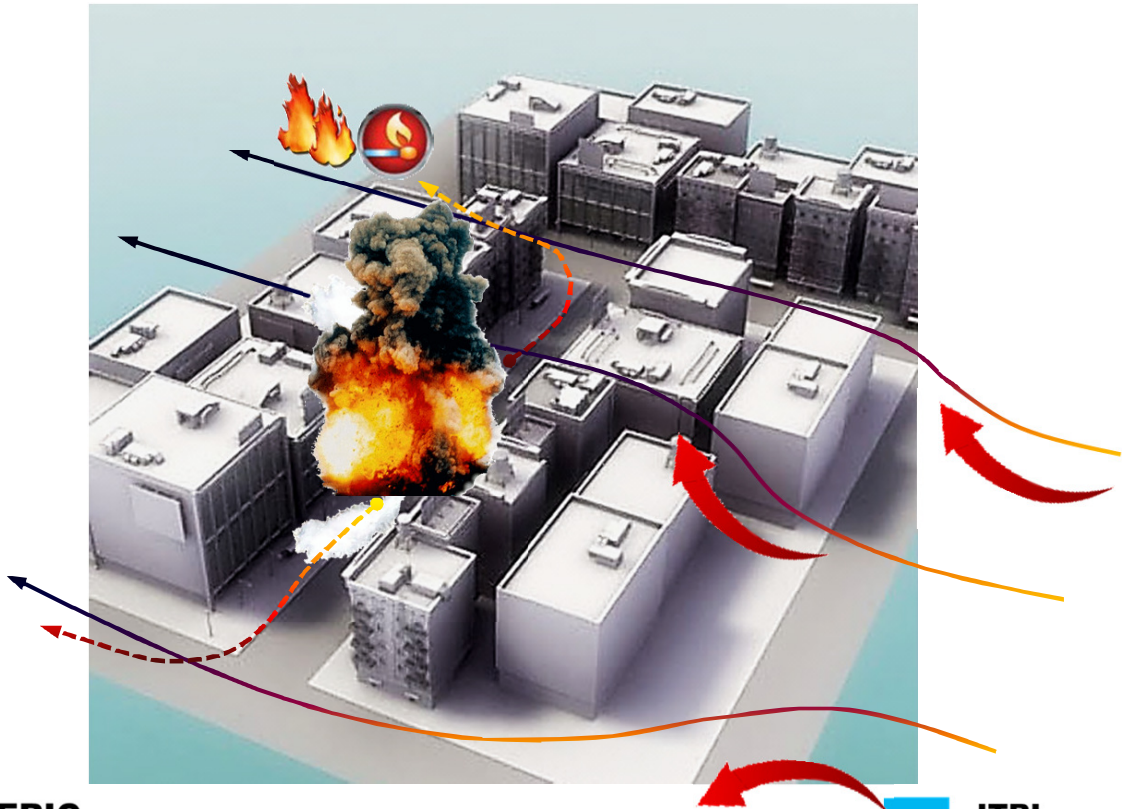
ERIC
Emergency Response
Information Center

– 10 –



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

洩漏擴散與回火爆炸



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 11 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

LPG分裝廠爆炸事故



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 12 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

運氣？還是科學研析！



燃燒機

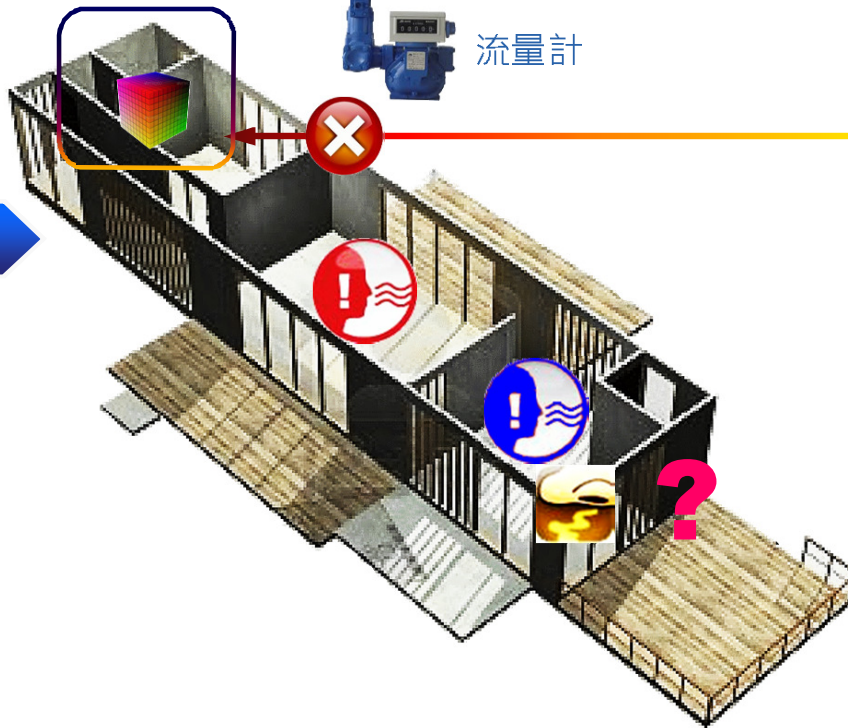


流量計



減壓站

設備與管路
檢測與測漏

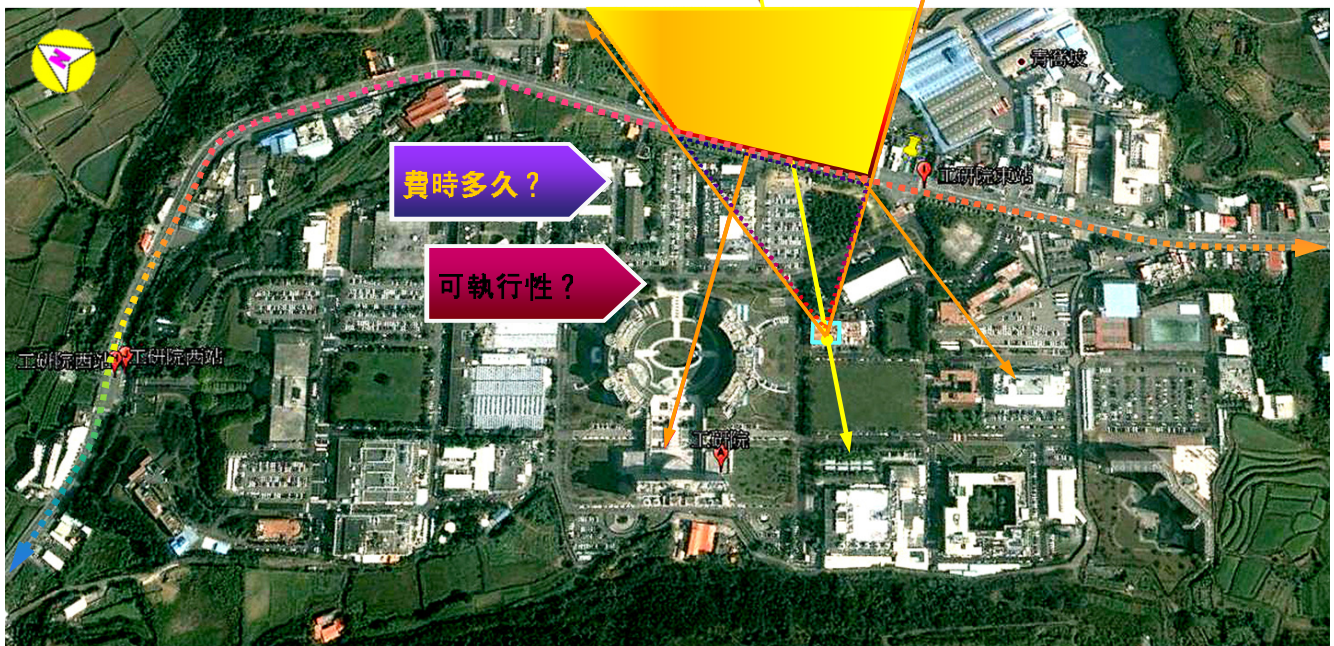
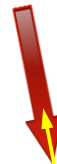


ERIC
Emergency Response
Information Center

- 13 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 14 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

洩漏？找不出原因！



■ 溝渠蓋連接入氣環



■ 電力/電信管溝涵洞蓋版下



■ 地下管線配管上方地表



■ 地下水管溝涵洞蓋版下

N D



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 15 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

運氣？還是科學研析！



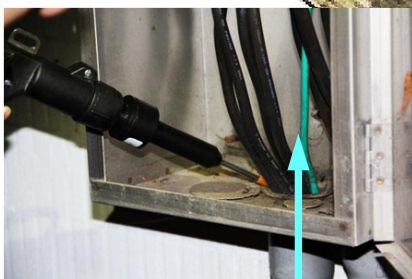
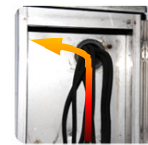
燃燒機



流量計



減壓站



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 16 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute



ERIC
Emergency Response
Information Center

– 17 –



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

管線運輸!高潛在危害?

Welds put most of PG&E pipelines at risk of failure

Welds before 1970 out of date

October 24, 2010 By Eric Nalder, Chronicle Staff Writer

- As much as two-thirds of Pacific Gas and Electric Co.'s network of **major natural gas pipelines** is vulnerable to failure because it was made **before 1970**, using welding techniques that have been outmoded for four decades, a Chronicle investigation shows.
- Federal regulators warned pipeline companies more than 20 years ago to reconsider use of all pipelines older than 1970 - which include the transmission line that exploded last month in San Bruno - that were built with **a lower-quality welding technique** widely used in that era. By then, the flawed welds had already contributed to more than 100 failures of natural gas transmission pipelines, records show.



ERIC
Emergency Response
Information Center

– 18 –



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

PG&E天然氣爆炸事故



ERIC
Emergency Response
Information Center

– 19 –



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

NG pipeline事故搶修 (美國加州)



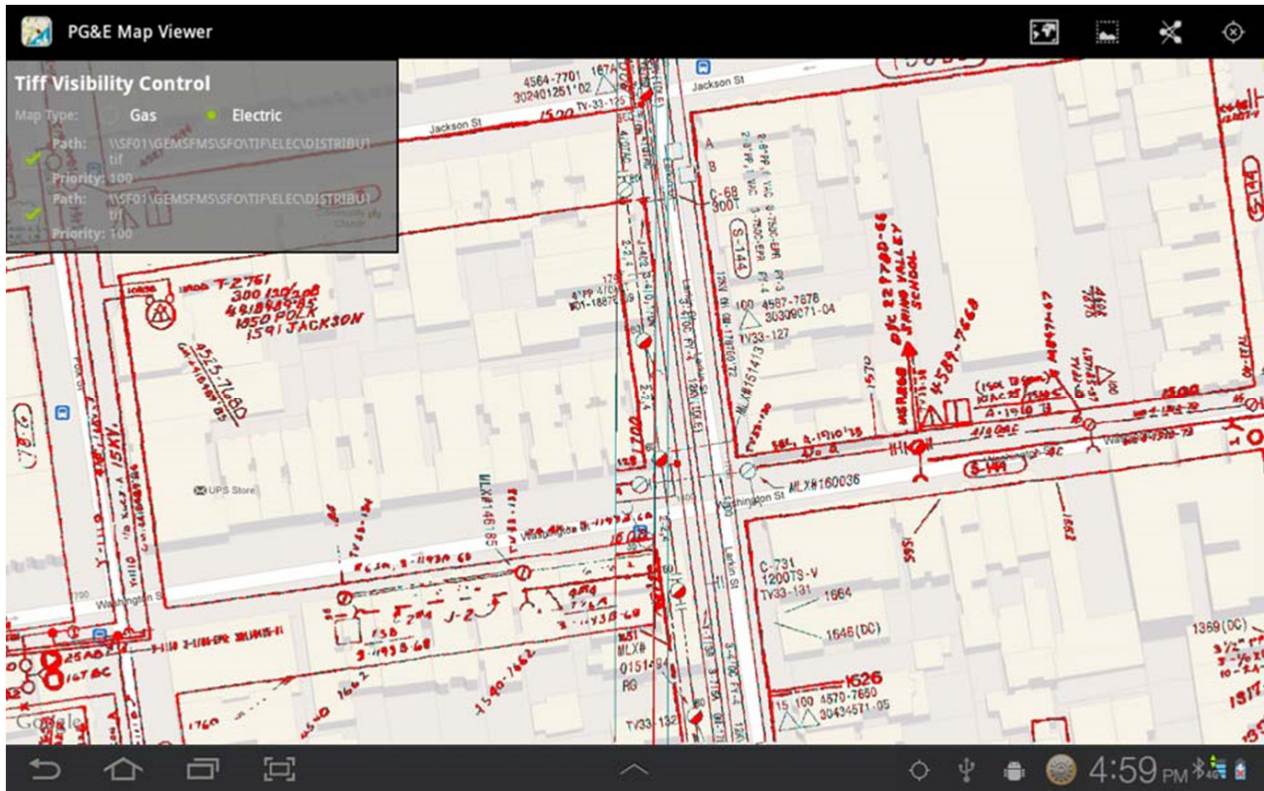
ERIC
Emergency Response
Information Center

– 20 –



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

原始工程圖套疊地理數位圖



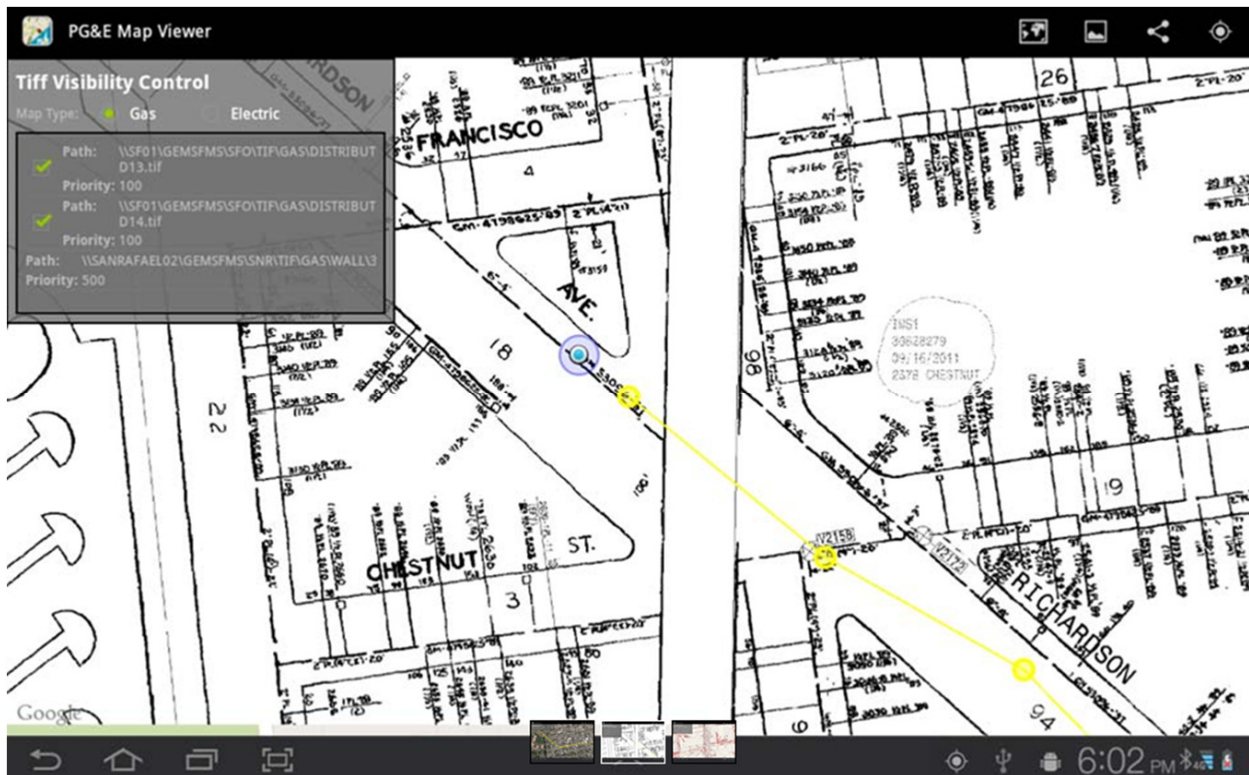
ERIC
Emergency Response
Information Center

- 21 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

TIFF紙本圖人工數位繪製

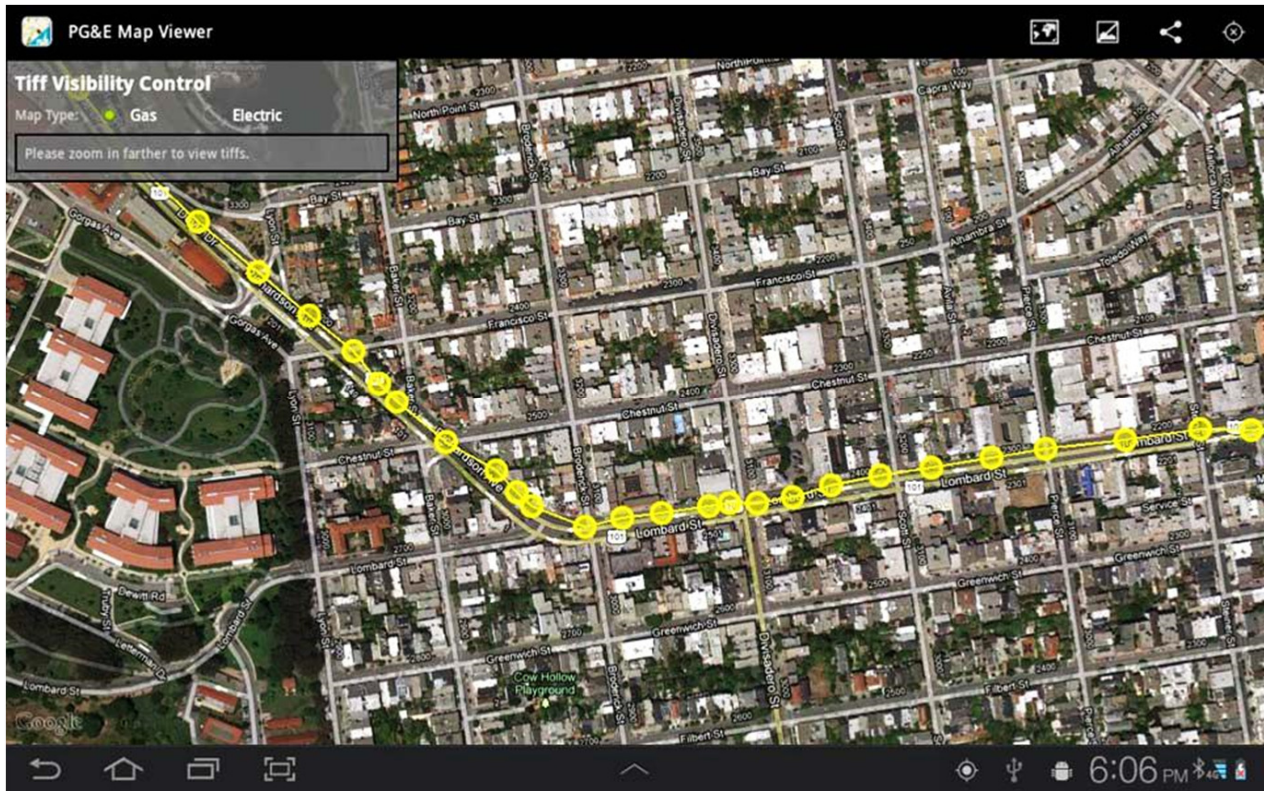


ERIC
Emergency Response
Information Center

- 22 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute



ERIC
Emergency Response
Information Center

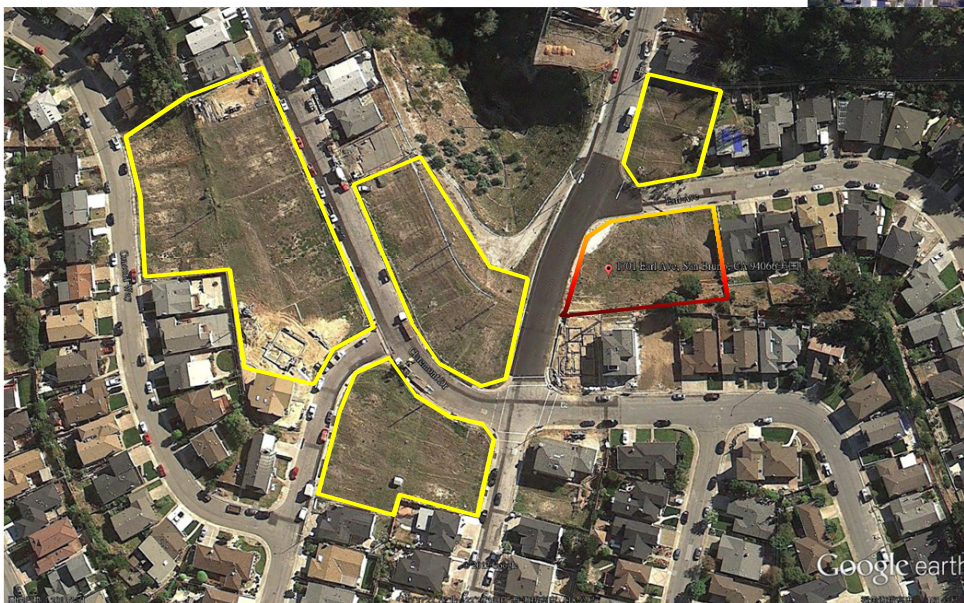
– 23 –



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

爆炸事故點今非昔比

- 歡樂家庭已成過往雲煙，重建之日只能寄語問蒼天！



ERIC
Emergency Response
Information Center

– 24 –



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

爆炸事故應變紀要

- 6:11 發生劇烈爆炸，
- 6:45 民眾告知媒體「現場發出持續且咆哮的聲響，跟著就是大爆炸，就像飛機墜毀一般！」
- 6:50 媒體報導「聯邦航空局表示他們不相信是飛機墜毀所導致」
- 6:58 280與35（東向）高速公路封閉，事故中央點附近區域進行立即疏散
- 6:58 媒體報導「許多人宣稱看到飛機墜落，引發巨大爆震波並聽到爆炸聲」
- 7:00 火焰超大，吞噬民宅
- 7:04 舊金山國際機場發言人告訴媒體「北加州全境無飛機墜落的紀錄」
- 7:05 30與85高速公路封閉，6名傷者傷勢嚴重
- 7:11 PG&E密切關切中，只知道約一小時之前發生劇烈爆炸，火勢仍持續中
- 7:14 媒體報導直指為天然氣管線事故，PG&E表示無法確認為該公司管線
- 7:21 媒體引述PG&E內部可靠人士指出，事故為該公司編號132的天然氣管線（16~24吋），PG&E無法確定是否有能力修復
- 7:45 重申為高壓氣體火災，並非飛機墜毀。要求民眾遠離該事故區域
- 8:10 火勢向外蔓延，舊金山國際機場行班起降維持正常
- 8:20 媒體報導多人死亡，消防單位無線電呼叫「有人身陷屋中，急需救援」
- 8:55 PG&E向媒體表示應變人員到場，仍無法確認為該公司管線，但所有救災單位（含消防、FBI）均表示為天然氣火災



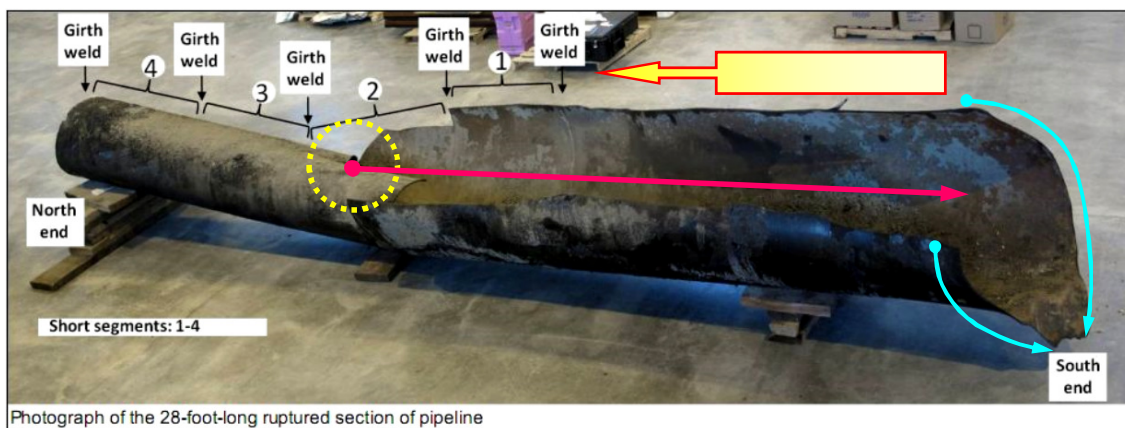
ERIC
Emergency Response
Information Center

- 25 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

運輸管線失誤情境



- All catastrophic fractures have to initiate somewhere and I'm guessing that the starting point is in the foreground of the photograph above, perhaps near the investigator's left hand.



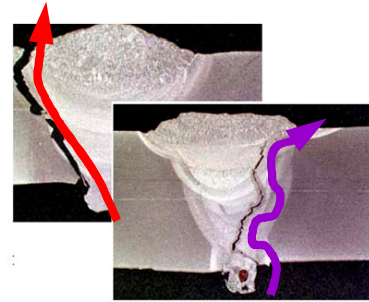
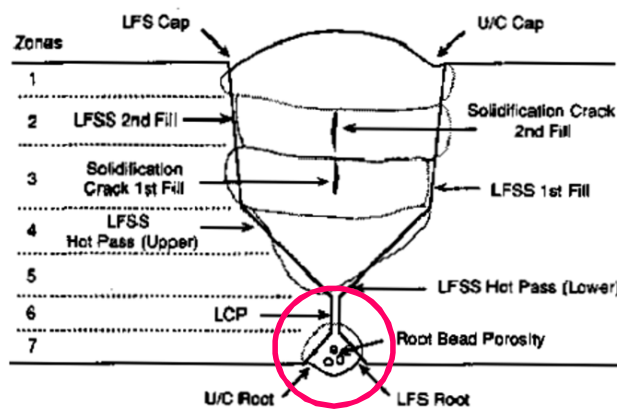
ERIC
Emergency Response
Information Center

- 26 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

「盈餘落袋」vs「維修支出」？！



焊道施工與檢測！



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 27 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

San Bruno爆炸事故概述



2010年9月9日 (San Bruno)
天然氣30吋輸送管線爆炸
造成8人死亡、
摧毀38個家庭

- 美國國家運輸安全委員會認為：
「這個問題是嚴重的，近期內將召開公聽會彙整San Bruno天然氣管線爆炸案相關事證！以避免類似事件再次發生」
- 報導指出美國自1990年迄今（2011年），有紀錄的燃氣管線重大意外事故就超過2,800件
- 平均每年發生超過133件燃氣管線重大意外事故
- 總件數中達1/3（933件）的事故，造成人員死亡與重大傷患事件，平均每2.75天（65.8小時）就發生一次的重大意外事故
- 全美人口稠密區有210個總長度為21,000英哩（33,600公里，7.46倍美國東西岸距離）的天然氣輸送系統，材質分別有鍛/鑄鐵、鋼材，以及塑料，這是一個危險的組合型問題



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 28 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

PG&E事故現場 (素人拍攝)



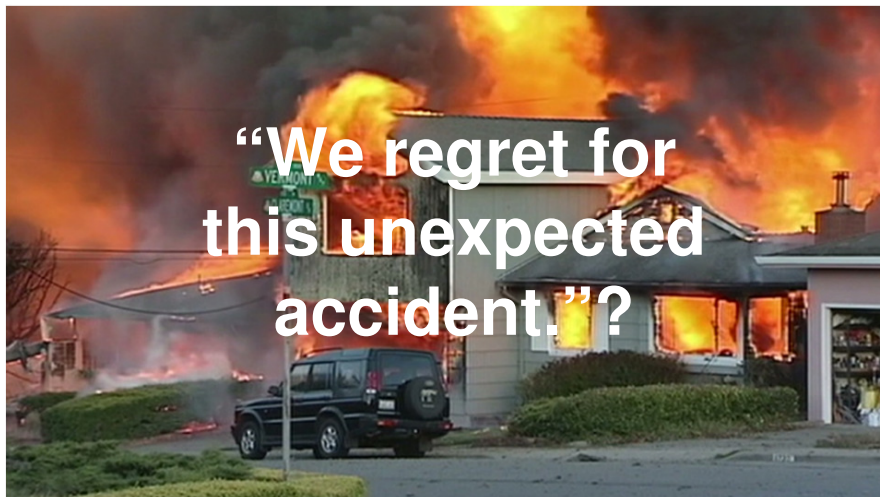
ERIC
Emergency Response
Information Center

– 29 –



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

California pipeline blast raises safety questions



- PG&E公司「**未能**在事故發生時**立即**提供有效率的應變」
- PG&E技術人員在案發後**1小時**抵達現場，**沒有**攜帶適當的應變裝備
- PG&E公司承認在2006年處理事故點附近民宅氣體洩漏時，使用了**錯誤**材質（規格）的管件



ERIC
Emergency Response
Information Center

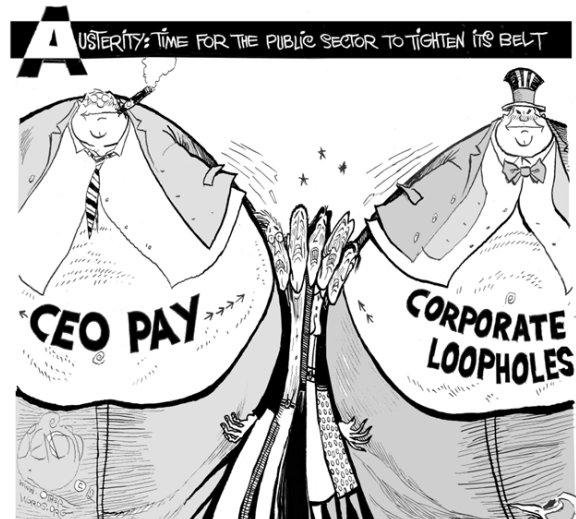
– 30 –



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

合理所得？還是巧取豪奪！

- 太平洋石油氣與電力公司 (PG&E) 將15年間，自消費者以「安全及操作」為名義所收取近一億多美金 (台幣約30億) 的費用，轉作其他用途之用
- 這些用途的對象及用途，包括股東分紅與員工營運獎金等
- 獨立調查單位與員工指出，PG&E是由一個管理能力不彰的班底，領導著營運狀況富裕的企業體，將高獲利及高分紅的追求至於安全確保之上
- 該公司每年在「激勵計畫」(含經營/管理部門、外部董事) 給予近5,600萬美元的獎勵金 (台幣約16億8千萬)
- 獎勵金發送的手段包括：分紅、獎金股票、高級管理人員延期補償辦法 (延期支付計畫)
- 「激勵計畫」中有近數百萬美元的獎勵金，是進了CEO的個人口袋



"PG&E chose to use the surplus revenues for general corporate purposes" rather than improved gas safety!



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 31 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

災後現場回顧！



- 大如炸彈坑的爆炸點



- 燃燒殆盡的街景與民宅



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 32 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

Difficulties of HAZMAT ER

- 運作廠場應變能力不足
- 預先失誤情境想定過於簡單
- 無法研析事故後果影響
- 設備缺乏（缺乏監測、陽春或不足）
- 人員訓練不足（專業與強度不足）
- 缺乏大規模事故應變經驗
- 廠區外應變機制尚未落實
- 應變能量無法延伸至廠區外
- 複合型危害化學品事故
- 經營者吝於投入應變資源



ERIC
Emergency Response
Information Center

– 33 –



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

槽車、儲槽與管線意外



- 全天候緊急聯繫電話、立即趕赴現場投入救災應變（含器材與裝備）
- 災情研析、疏散避難、協助決策、應變程序、聯防支援及財務管理



ERIC
Emergency Response
Information Center

– 34 –



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

IC's equipment

• 自備大功率發電機組與不斷電系統



• 3G、GSM、Wi-Fi、微波或衛星傳輸模組

• 手持式檢測儀器與無線電機組充電模組

• 多頻道無線電通訊主機

- 調度系統、通報作業與有線/無線電通聯模組
- 危害應變資訊作業查詢與決策支援作業平台
- 環域資訊查詢與GIS應用平台
- 後果分析（擴散、火災、爆炸及氣象資料）模組
- 環境監測整合顯示系統（與GIS套疊）



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 35 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

丙烷高壓球槽事故



- 2015年7月16日7:38分，山東日照石大科技石化有限公司1,000立方米液態烴球罐起火。日照消防已調集9個消防中隊，23輛消防車、138名消防官兵到場全力撲救。另：市內7個企業消防隊、青島市消防支隊已增援。目前暫無人員傷亡。目前已爆炸4個球罐，日照鋼鐵停產人員撤離。希望能控制，希望人安全。



就是這麼的湊巧！

最嚴重的狀況「居然」發生了。



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 36 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

丙烷高壓球槽著火後續導致爆炸



ERIC
Emergency Response
Information Center

– 37 –



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

丙烷高壓球槽著火後續導致爆炸



ERIC
Emergency Response
Information Center

– 38 –



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

地下工業管線運作風險管理與緊急應變

- 設施失誤情境是否由專業與實務技術人員完成辨識？
- 最嚴重與可能發生失誤情境的後果影響有多大？
- 影響波及範圍？災害持續時間？事故如何控制？
- 運作廠址與事業經營體是否根據失誤情境備妥緊急應變計畫、組設專業應變團隊、設置能量足夠的應變設備，以及盡其所能的避免事故發生
- 廠址與事業團隊最高負責人是否認知這是應負的社會與法律責任，並落實全體貫徹執行，不能稍有懈怠
- 追求利潤的同時，也應同步、對等的投注預防、整備、應變與善後復原的風險管理機制
- 賺正當的盈餘，也應擔負合理的風險責任。法規只是一個門檻，只有企業自己清楚是否完成擔當風險的準備！



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 39 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

Decision Support System

The screenshot displays the Decision Support System interface. At the top, there's a navigation bar with tabs like '事故之運作廠場', '基本資料', '運作記錄', '許可證/核可文件', '防災基本資料表', '廠區平面配置圖', '廠清計畫書', '防災業務', and '歷史事故'. Below this, a red banner shows '廠區運作毒化物清單' and a dropdown menu for '登記文件: [06801 鄰苯二甲酸二(2-乙基...)]'. The main area features a map with a blue circle highlighting a specific location. To the left, a sidebar lists various data categories: '事故基本資料', '事故處理進度', '現場監測數據、照片及影像', '物質辨識資料', '物理及化學特性', '個人防護及容許濃度', '安全性及反應性', 'MSDS', '防救手冊', '緊急應變卡', and '歷史事故模組'. To the right, another sidebar lists functions: '應變人員聯絡電話', '資料調度', '事故交流平台', '環境資訊資料', '環境公共設施及其它資訊', '圖層整合查詢', '文件下載', '新聞稿範例', and '列印'. At the bottom, a pink bar contains the '應變經驗模組' with sub-items: '行動方案', '環境偵檢', '個人防護', '區域管制', and '除污復原'.

- 依序同步顯示**行動方案**、**環境偵檢**、**個人防護**、**區域管制**，以及**除污復原**等五大項頁籤資訊，使用者可在此操作介面逐項逐一檢視內容



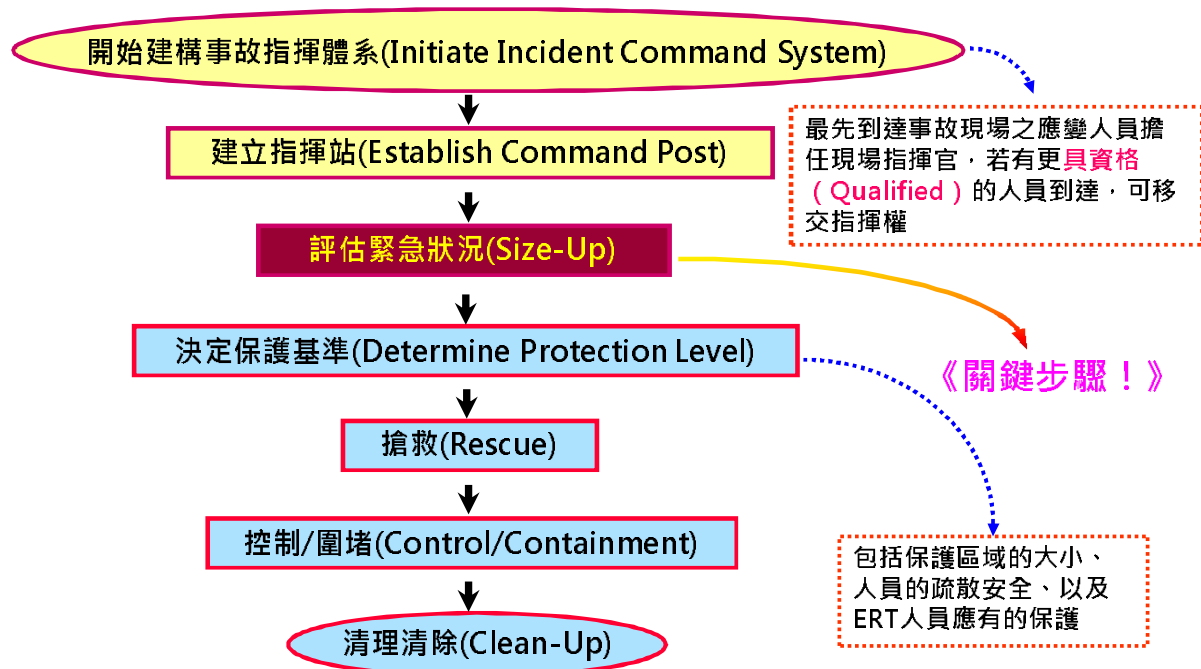
ERIC
Emergency Response
Information Center

- 40 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

緊急事故指揮行動程序



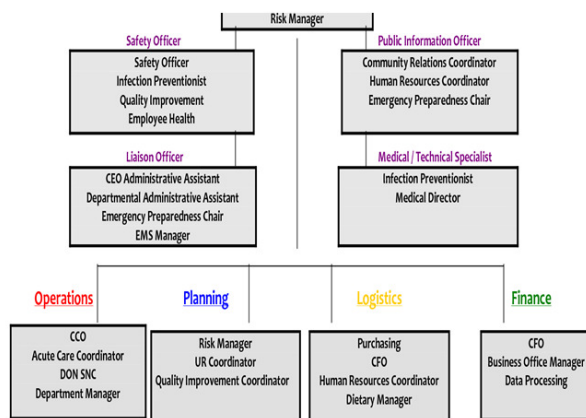
ERIC
Emergency Response
Information Center

- 41 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

應變程序與決策訂定的關鍵



後方應變指揮中心



重要關鍵：「現地ICS」



ERIC
Emergency Response
Information Center

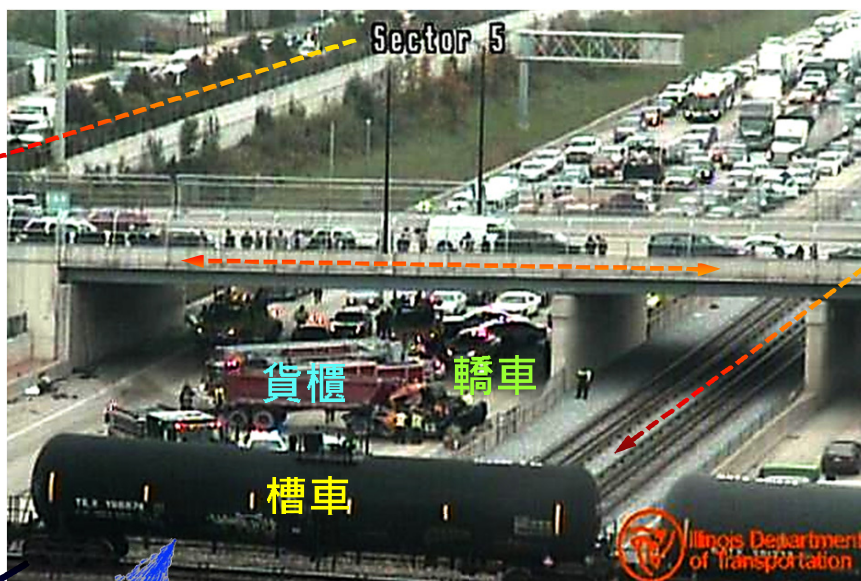
- 42 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

是否為化學品事故？

大量車輛回堵



隨積水四處漫流的高壓電流！

高架

是否有化學品洩漏至下方道路路面？



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 43 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute



利用所收集的災情資訊



是否遺漏了什麼？！

要一直挑戰自己的決策

plan A, plan B, &
plan C...同步產生

- 內容物為何？
- 駕駛？清單？
- 槽體結構與外觀
- 資料是否吻合？
- 氣味、顏色、現象與特徵等
- 比對、研析
- 災情研析
 - 觀察、理解現狀
 - 蒐集所有可用之資訊（眼觀、用心、切勿落入先入為主的窠臼）
 - 嚴重程度確認
 - 發展機制推論
 - 骨牌效應、研析
 - 再修正、再驗證
- 訂定應變方案



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 44 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

- **指認**：利用標示、SDS、危害物清單...等
- **估量**：目前的洩漏量、儲存量與供應量
- **事實**：包括時間、位置、天氣、緊急事故特性、人員傷亡、曝露（參考氣象資料等）
- **可能性**：生命危害性、災變速率、擴散區域、火災爆炸、可能破壞、天氣的變化、可能救援的財產等
- **狀況**：考量事故過去、現在、未來狀況；人力、生產設備及週邊器材用具等狀況（資源）

■ 區域劃分目的

危險區域界定是用於控制在危險區域的危害物質（包括化學及物理危害），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。

■ 劃分名稱定義

- **熱區**(Hot Zone)：亦稱危險區、禁區
- **溫區**(Warm Zone)：亦稱支援區、暖區、除污區
- **冷區**(Cold Zone)：亦稱指揮區
- 上述以外區域：交通人員管制線



如何劃定冷溫熱區 (1)

■ 模擬擴散、火災及爆炸

- ALOHA(V 5.4)：擴散模擬
- PHAST & SAFETI：後果分析（火災爆炸）
- 緊急應變擴散模擬軟體：中文化擴散模擬

■ 參考資料

- 北美洲緊急應變指南(ERG 2012)
- 緊急應變卡(Z卡)
- 廠內危害預防暨緊急應變計畫書
- 毒性化學物質疏散避難作業原則



如何劃定冷溫熱區 (2)

■ 化學品偵檢設備劃分依據

- 空間氧氣濃度：是否大於19.5 %
- 爆炸上下限：是否高於LEL或低於UEL
- 化學品毒理特性：IDLH、ERPG、STEL、TWA、CEILING等

■ 化學品偵檢設備

檢知管、多用氣體偵測器、光離子偵測器、火焰游離偵測器、傅利葉紅外光譜儀(FTIR)、氣相質譜層析儀(GC-MS)、pH試紙與X射線螢光分析儀等

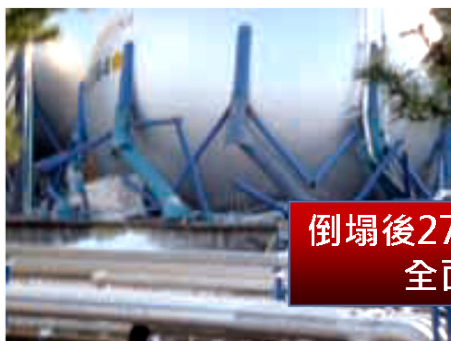


- 內徑：15,700 mm
- 厚度：34 ~ 35 mm
- 設計容量：2,000kl (2,000 m³)
- 內徑7.85 m，外徑=內徑+厚度=7.885 m
- 高張力鋼密度 = 7,874 kg/m³ = 7.874 kt/m³
- 體積 = $\frac{4}{3}\pi(\text{外徑半徑}^3 - \text{內徑半徑}^3) = 27.224 \text{ m}^3$
- 球槽重量 = 27.224 × 7.874 = 214.36 公噸
- 攝氏25°C的1 m³液化丙烯為510公斤(0.51公噸)
- 1,600 m³ × 0.51 = 816公噸
- 總重：816 + 214 = **1,030公噸**

單計算一座球型槽



支撐腳弱化是高壓球型槽
的嚴重事故情境



364番タンク 15時20分頃



15時47分（火災発生）

倒塌後27分鐘儲槽區
全面燃燒



ERIC
Emergency Response
Information Center

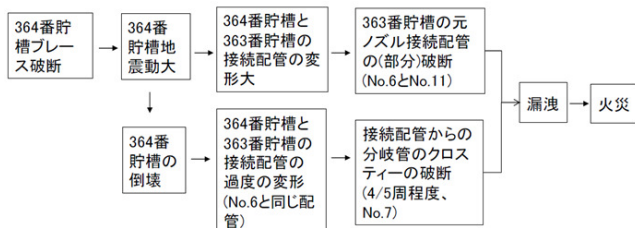
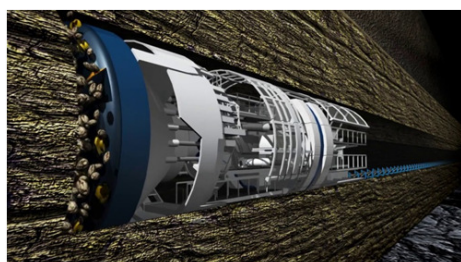
■ 液化氣體球槽(日本311大地震)記錄資料

— 49 —



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

事故發展過程與面臨之失誤情境



ERIC
Emergency Response
Information Center

— 50 —



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

注意：364號儲槽當天為滿水狀態

$1,600 \text{ m}^3 \times 0.51 = 816 \text{ 公噸}$ (滿水為1,600公噸)

總重： $816 + 214 = 1,030 \text{ 公噸}$ (滿水為1,814公噸)

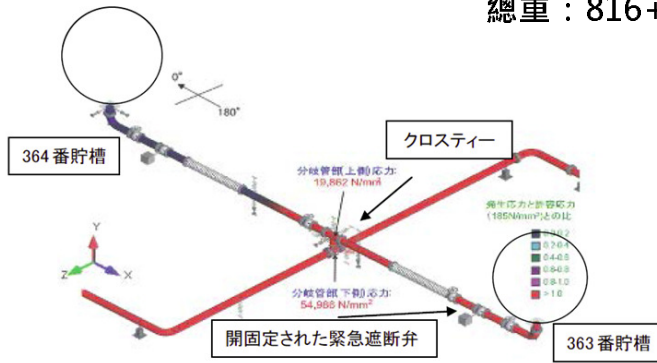


図5 破断箇所 No.7 の応力解析結果

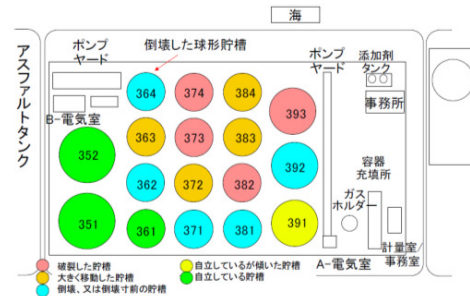
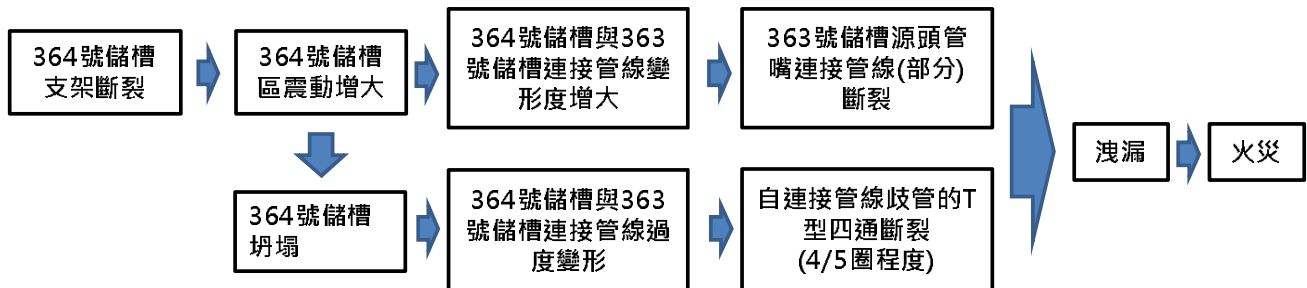
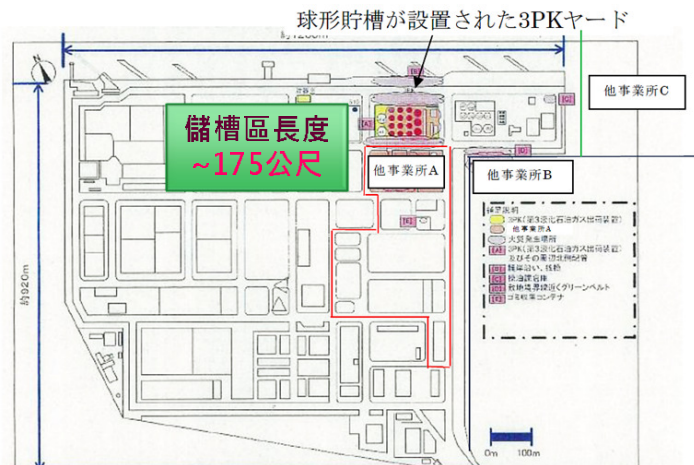


図2 3PK ヤードレイアウト



歷史事故規模驗證





超大豪雨狀況



瞬間降雨量**超過**集液溝工程設計的上限，導致**滿溢**



評估有效性的應變作為

- 儘可能彙整**所有可用資訊**，提供後續研判及作為之需
- 釐清事故本質問題、並**全面性分析**各資訊之間的關連性
- 制訂**階段性目標**，製作plan A、plan B甚至plan C...
- 首先要**穩定災情**（stabilization），避免事故擴大
- **執行化學性危害之定性與定量等作為**，與潛在危害分析
- 綜整高度民眾關切與棘手環境議題，制訂應變措施
- 建置**ICS架構**，執行各功能小組現地應變程序
- 持續研析事故與應變動態發展的過程，適時進行討論及修正
- 協助主管單位、應變團隊進行聯合救災及人員物資支援調度
- 特別注意複合型及衍生型事故的size up與動態性修正
- **各功能小組：研析災情、制訂行動方案、說明應變程序、確認操作步驟、回饋現場現況、進行動態修正，並全程掌控**

由具備資格 (Qualified) 的人員掌控全局

原油運輸管線洩漏事故



- 總長469公里（293英里）的30英吋長途輸送管線，經使用超音波探測器（smart pig）偵測到管線弱點，於7月15日通知「國家運輸管線與危害化學品安全委員會（PHMSA）」，告知預計將更換管線（非修補），但實際停工更換管線所需的時程超過公司預期規劃，在11天後的7月26日產生破裂
- 發生破裂的管線造成近80萬加侖（約3,028m³）的原油外洩至地面，後續更流入河川水體
- 洩漏量佔全天輸送量的12.7%，等同在正常輸送流量下洩漏18.28分鐘



ERIC
Emergency Response
Information Center

– 55 –



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

管線洩漏初期階段

- 沿輸送管體產生2~3倍管線直徑的橫向破裂口
- 持續以每分鐘165.65m³的速率外洩
- 約為每分鐘43,760加侖外洩量
(53加侖桶825個)



- 高壓輸送液體自破裂口向外噴射
- 污染範圍迅速擴散
- 外洩液體除沒入地表土壤外，地表形成的液池亦向低窪處漫流



ERIC
Emergency Response
Information Center

– 56 –



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

事故初期應變

- 管線輸送訊號異常
- 警報警告音響起
 - 輸送端與接收端察覺
 - 事故情況研判與災情控制
 - 緊急應變程序啟動
- 控制中心應變能量的考驗



- 管線持續洩漏的應變壓力
- 中控室停車與程序之迫切性
 - 輸送端與接收端停車應變程序
 - 事故災情通報（廠內、外與區域）
 - 廠區與工業區內外應變啟動
- 時間軸線上的急迫及可動員性
- 媒體及民眾的「高度」關切



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 57 -

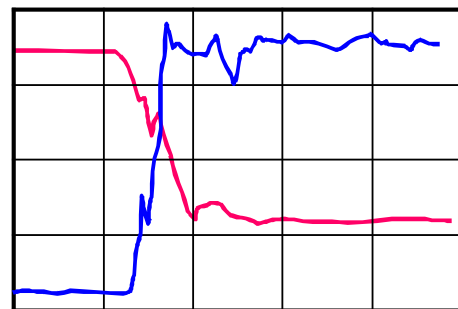


ITRI
Industrial Technology
Research Institute

事故初期災情研析



壓力
kg/cm²



流量
gal/min

時間 (min)
[not to scale]

- 管線輸送壓力驟降
- 輸送流量驟升
- 是否超出預設之失誤情境
 - 輸送、接收與廠內端如何應變？
 - 事故情況如何研判與執行控制
 - 通報等級為何？應變體系啟動層級？
- 控制室人員遂行應變計畫能力！



關鍵的18.28分鐘
廠內能完成何種程
度的應變？



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 58 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

事故後續的發展可能

- 輸送管體確認破裂
- 大量原油外洩至地面
- 初步洩漏量估算不易
 - 持續以每分鐘165.65m³的速率外洩
 - 或更多 ?
- 現場因不明原因起火
- 消防隊趕抵現場滅火
 - 何時能滅火 ?



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 控制室緊急關斷輸送管路
 - 無法順利關斷 ? (緊急遮斷閥功能喪失)
- 管線內重油持續洩漏
 - 何時能完全止漏 ?
- 是否需要啟動外部支援 ?
- 濃煙擴及廠外
 - 附近居民如何避難 ?



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

- 59 -

緊急應變中樞



控制室=應變中心 ?

- 各廠中控室、應變中心與全區應變中樞資訊共享平台 (製程資料)
- 失誤地點與鄰近偵測器資訊取得、研析與預警通報
- 廠內、外與全區即時all call-out通報體系與機制
- 實際狀況評估 (國內外重大實際實例) 對外說明及居民通報與避難
- 最嚴重狀況與可能發生情境預先模擬及應變計畫程序設計
- 應變進駐層級與升級 (專責與代理指揮權移轉及授權)
- 應變中心設備重新審視、最嚴重狀況備援及第二ERC建置
- 前進指揮中心建置 (災情彙整、視訊與諮詢網絡及軟硬體)
- 現有化災應變整體能量配置重新評估與強化

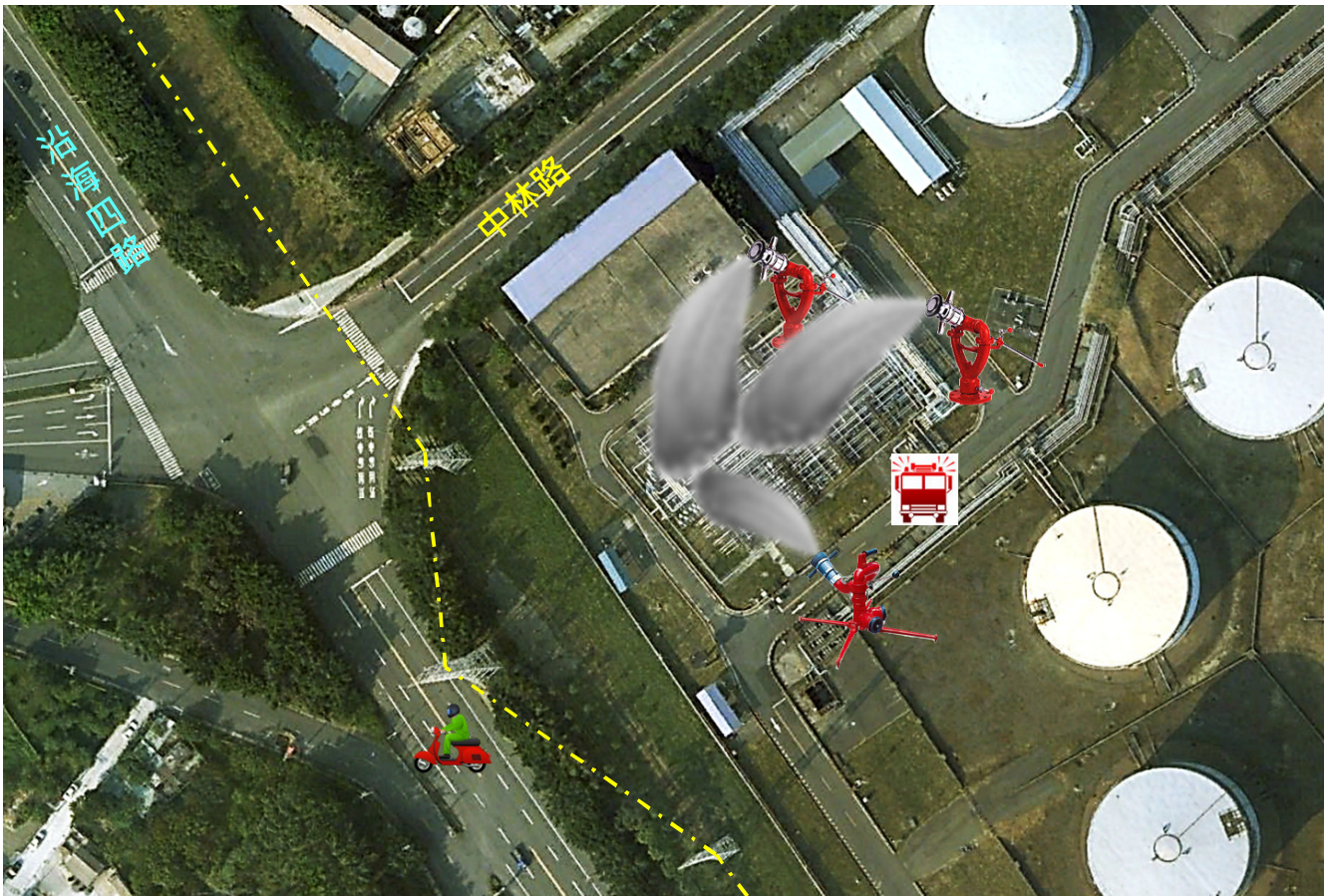


ERIC
Emergency Response
Information Center



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

- 60 -



ERIC
Emergency Response
Information Center

– 61 –



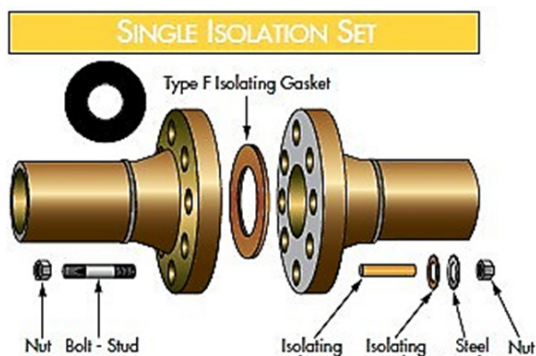
ITRI
Industrial Technology
Research Institute



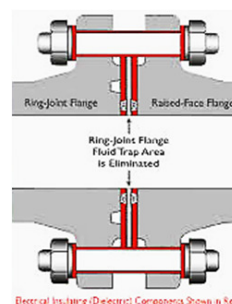
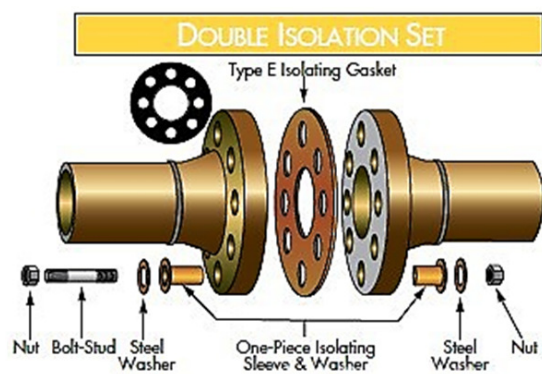
創新40·前瞻未來

地下管線上的絕緣法蘭

Type F (Flange face RF)
RTJ available



Type F (Flange face FF)



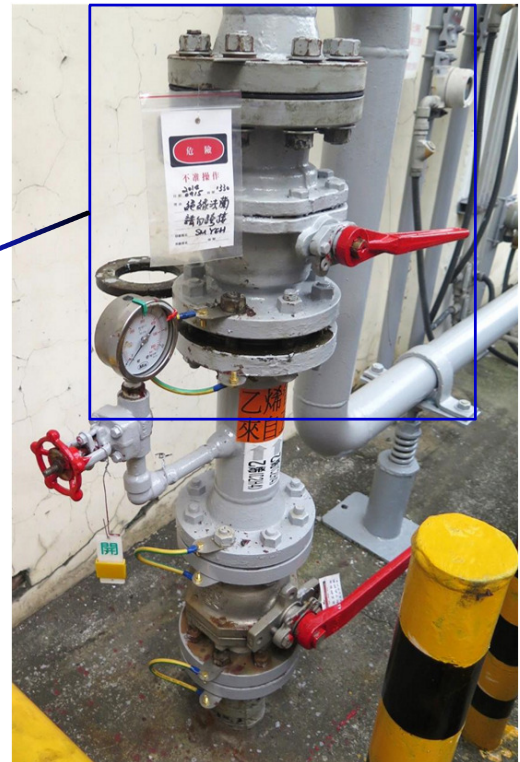
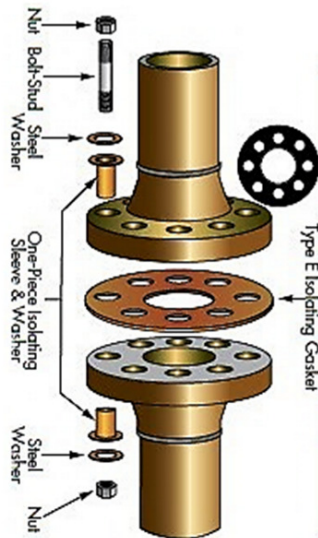
ERIC
Emergency Response
Information Center

– 62 –

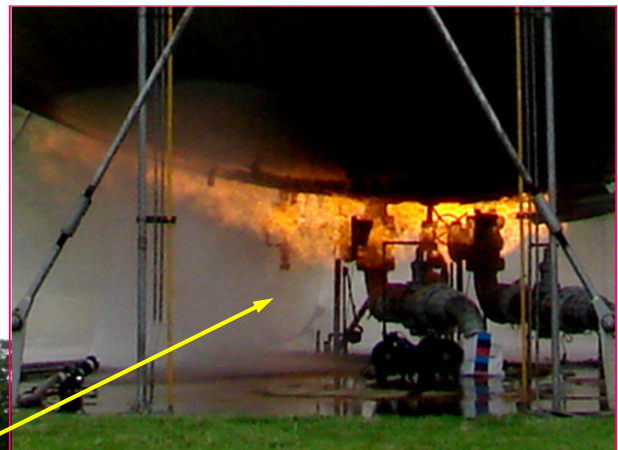
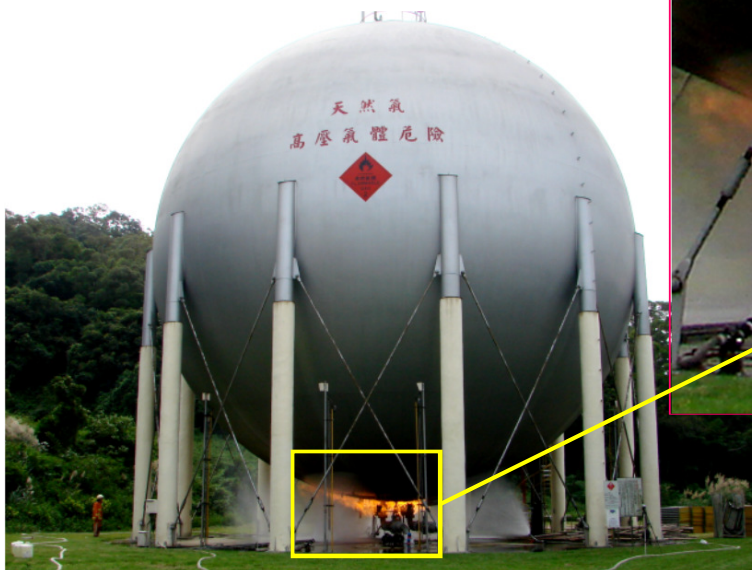


ITRI
Industrial Technology
Research Institute

地下管線升至地面層之絕緣法蘭



高壓甲烷儲槽失誤實例 (直接滅火? !)



■ 洩漏點產生之噴射火焰將直接影響鄰近儲放之槽體或管線

- 撤水降溫與水源供應確保
- 洩漏物質危害濃度量測
- 鄰近槽體或管線影響評估



Formosa:

- 乙烯 / 丙烯-8 in (兩條管線)
- 乙烯 : $\sim 33.7 \text{ kg/cm}^2$ (使用中)
- 丙烯 : $\sim 17.4 \text{ kg/cm}^2$ (使用中)
- 氮封 : $\sim 10.0 \text{ kg/cm}^2$ (管存壓力)

pressurized symptoms:

- sound ? (continuous)
- mist ?
- bubble ?
- splash ?
- flow ?
- LEL alarm conc. detected ?
- mild yellow color (?)
- mild smell (heavy oil?)

Judging by instinct ?!



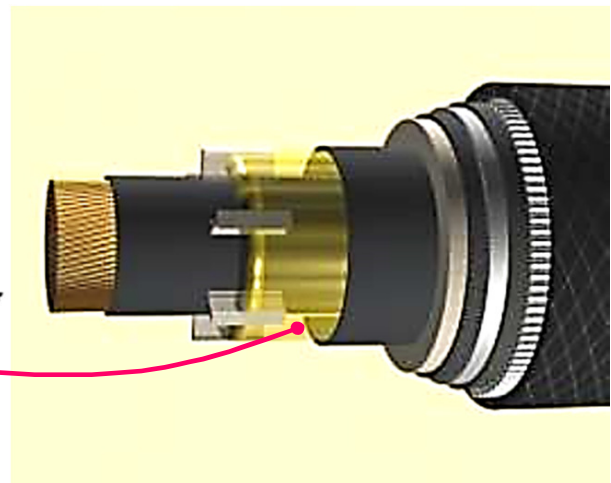
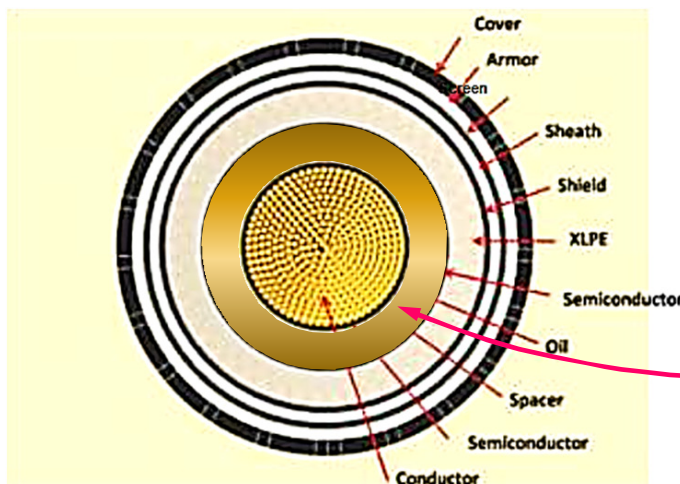
ERIC
Emergency Response
Information Center

– 65 –



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

Internal oil cooled outside the conductor



Oil : mineral oil ?!

- Oil filled cables, the channels or ducts are provided within or adjacent to the cores, through which **OIL UNDER PRESSURE IS CIRCULATED**.

Pump station, temperature sensor & cooling system
NEED TO BE COMFOIRMED!



ERIC
Emergency Response
Information Center

– 66 –



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

擬定行動方案



儲槽管線發生洩漏

- 確認洩漏點
- 佈署監測點
- 選用防護裝備
- 進行災情研析 (Size up)

儲槽底部產生洩漏點

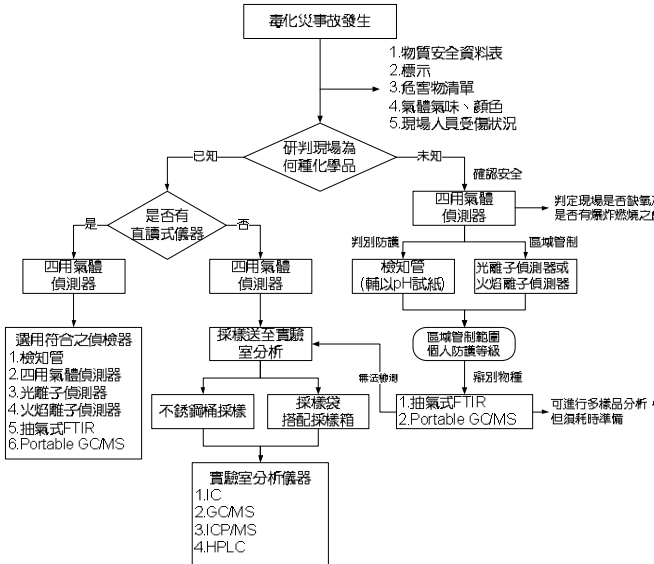
- 洩漏速率評估
- 持續進行災情研析 (Size up)
- 擬定應變方案
- 採取Defense or Offense戰術
- 修正監測點佈署
- 現場必要措施研提
- ★ 徵詢廠場負責人員
- ★ P&ID或PFD資料取得

洩漏點附近逐漸形成白色蒸氣雲

- 根據現場狀況評估洩漏變化趨勢與預估
- 持續與修正進行災情研析 (Size up)
- 修正應變方案
- 調整Defense or Offense戰術
- 評估監測點佈署
- ★ 確認與跟催現場必要措施

蒸氣雲範圍逐漸擴大

- 持續根據現場狀況評估洩漏變化並修正趨勢與預估
- 持續與修正進行災情研析 (Size up)
- 修正應變方案
- 調整Defense or Offense戰術
- 評估監測點佈署
- ★ 確認與跟催現場必要措施



緊急關斷/止漏
氣/液態洩漏
存量/儲槽條件
廠方應變動員
聯防機制啟動
臨廠協防
其他潛在危害
儲槽連通確認
槽車卸收料
持續擴大?

完成程序確認
戰術確認
指揮官決策
廠內/外監測
不利條件
無法執行措施
預警潛在危害
廠內/外危害
現地安全告警
Zoning修正!

Follow up
做最壞狀況準備
Worst case

就地避難
人員疏散
氣候條件
ICS(post)修正
臨廠協防
調度外部支援

倉儲毒化物事故 (情境想定、供狀況推演)

儲槽管線發生洩漏

儲槽底部產生洩漏點

洩漏點附近逐漸形成白色蒸氣雲

蒸氣雲範圍逐漸擴大

儲槽周邊大電力設備發生短路

火花引燃持續外洩之蒸氣雲

引發周邊小區域氣雲爆炸

洩漏點產生噴射火焰

儲槽灑水系統水壓不足

灑水系統單邊送水迴路發生爆管

儲槽單邊喪失冷卻防護功能

儲槽安全閥開始做動排放

儲槽支撐發生防火披覆材剝落

部分支撐發生變形

儲槽發生傾斜現象

儲槽朝現場指揮中心方向傾斜

管線法蘭不耐久燒形成第二火點

儲槽安全閥間歇性做動排放

風向轉變180度迴轉

風速明顯減低趨近靜止

天津濱海新區瑞海危險品倉庫爆炸事故



ERIC
Emergency Response
Information Center

– 69 –



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

地下工業管線運作設施能抵抗洪水威脅？



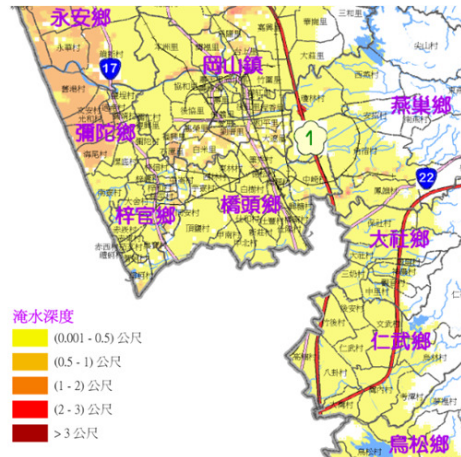
ERIC
Emergency Response
Information Center

– 70 –



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

極端氣候的威脅與日遽增



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 71 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

Katrina與Rita颶風造成嚴重環境污染



KATRINA AND RITA OIL SPILLS

Hurricanes Katrina and Rita caused 540 separate oil spills throughout the Gulf Coast. A look at the biggest of those spills:

Company	Oil spilled IN GALLONS
Bass Enterprises Production Co. (Cox Bay)	3.78 million
Shell (Pilottown)	1.05 million
Chevron (Empire)	991,000
Venice Energy Services Co. (Venice)	840,000
Murphy Oil Corporation (Meraux)	819,000
Bass Enterprises (Pointe a la Hache)	461,000
Chevron (Port Fourchon)	53,000
Shell Pipeline Oil (Nairn)	13,440
Sundown Energy (West Potash)	13,000
Numerous other small spills	About 3 million
TOTAL:	11 million

Sources: Former LSU energy researcher in Oceanography magazine, NOAA

THE TIMES-PICAYUNE

- 路易斯安那州與聯邦政府仍在針對2005年Katrina及Rita颶風外洩的11,000,000加侖 (41,639公秉) 油品，進行造成污染自然資源的損失評估



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 72 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

41,639公秉油品造成的污染範圍

- 海上油污薄膜厚度2mm
- 污染面積估算為

$$41,639 \text{ m}^3 \div 2 \text{ mm} \times (10 \text{ mm/cm}) \times (100 \text{ cm/m})$$

$$= 2.08195 \times 10^9 \text{ m}^2 \text{ (} 20.8195 \text{ km}^2 \text{)}$$

台灣本島東海岸佈滿
寬53公尺的油污帶



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 73 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute



決定應變作為的優先次序

- 儘可能彙整**所有可用資訊**，提供後續研判及作為之需
- 釐清事故本質問題、並**全面性分析**各資訊之間的關連性
- 制訂**階段性目標**，製作plan A、plan B甚至plan C...
- 首先要**穩定災情** (stabilization)，避免事故擴大
- **執行化學性危害之定性與定量等作為**，與潛在危害分析
- 綜整高度民眾關切與棘手環境議題，制訂應變措施
- 建置**ICS架構**，執行各功能小組現地應變程序
- 持續研析事故與應變動態發展的過程，適時進行討論及修正
- 協助主管單位、應變團隊進行聯合救災及人員物資支援調度
- 特別注意複合型及衍生型事故的size up與動態性修正
- **各功能小組：研析災情、制訂行動方案、說明應變程序、確認操作步驟、回饋現場現況、進行動態修正，並全程掌控**

由具備資格 (Qualified) 的人員掌控全局



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 74 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

實兵演練等同作戰？！

■ 堵漏工具組

■ SCBA



■ 日式消防衣

■ 防爆型無線電



■ A級防護衣

■ SCBA

借來支援演練的！

■ 53加侖回收桶



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 75 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

整體資源調度與運用



■ 使用共12輛次裝載的波特蘭水泥進行酸中和

跨廠區之聯防機制！

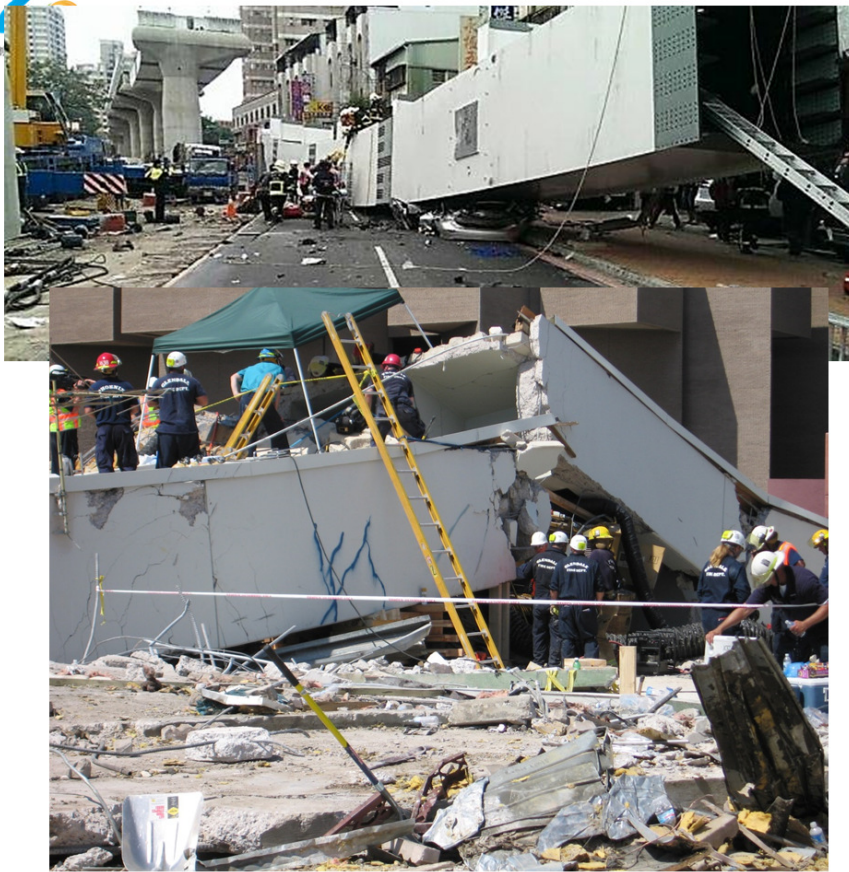


ERIC
Emergency Response
Information Center

- 76 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute



- 台中捷運北屯路與文心路口工程段在進行鋼樑吊掛作業時發生掉落
- 209公噸重的鋼樑掉落路面壓扁一部汽車，事故造成4死四傷
- US TEEX Disaster city 建置地震救援與應變實作訓練場址
- 「仿真」訓練對於應變人員的**重要性**與**真實性**

實作訓練的精神所在
與設計目的



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 77 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute



再多的講解，抵不過
親身、親手去**實作**

關鍵總是躲在**細節裡**，
需要用心去**發掘**



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 78 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

訓練機制：一人一機、獨立操作



- 每組訓練模組由單人獨立操作



- Team job則需集眾人之力來完成

每個人都必須具備擔任該項
職務的專業資格

再多的講解，抵不過親身、
親手去實作



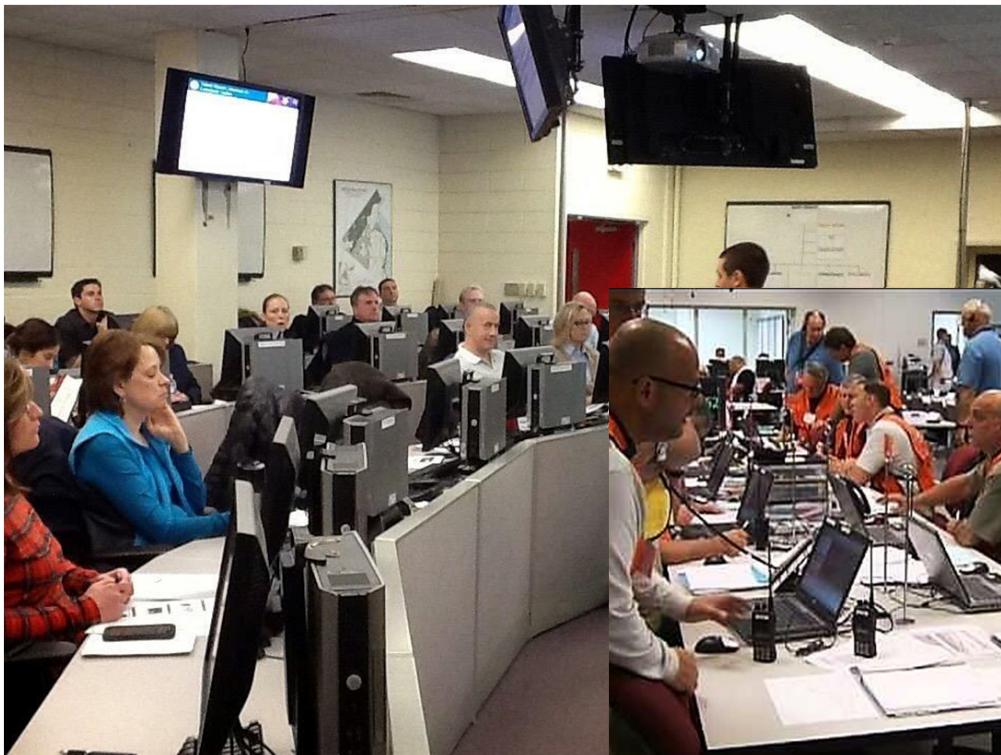
ERIC
Emergency Response
Information Center

- 79 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

40 TEEX訓練機制：一人一機、獨立操作



ERIC
Emergency Response
Information Center

- 80 -



ITRI
Industrial Technology
Research Institute



ERIC
Emergency Response
Information Center

— 81 —



ITRI
Industrial Technology
Research Institute



***In God
We Trust!***

**簡 報 完 畢
敬 請 指 教**



ERIC
Emergency Response
Information Center

— 82 —



ITRI
Industrial Technology
Research Institute