

出國報告（出國類別：專題研究）

## 核子事故緊急應變

服務機關：臺北縣政府消防局

姓名職稱：高宗祺課員

派赴國家：美國

出國期間：95.6.29-95.12.31

報告日期：96.3.29



## 目錄

出國報告審核表 .....	2
大綱.....	4
壹、研究緣起及目的： .....	5
貳、研修行程概述.....	6
一、喬治華盛頓大學 the George Washington University .....	6
二、工程與應用科學院(SEAS) .....	7
三、工程管理與系統工程系(EMSE) .....	7
四、危機災害風險管理研究中心 (ICDRM) .....	8
參、觀摩實習 .....	10
一、核子事故緊急應變 .....	12
二、災害防救體制.....	22
肆、相關的見聞.....	28
一、核能災害的簡述.....	28
二、輻射對人體造成的傷害 .....	36
三、美國核子事故的分類.....	37
四、核子事故民眾防護作為.....	38
五、美國國家政策對核能發電的態度.....	41
六、緊急計畫區 Emergency Planning Zones .....	43
七、反恐應變： .....	45
八、核能電廠發生事故時各單位的角色功能 .....	46
九、NRC 對核安演習之規劃 .....	49
十、華盛頓 DC 消防局參訪見聞 .....	50
伍、業務改進建議.....	55
一、核子事故部分.....	55
二、消防部分 .....	57



## 出國報告審核表

出國報告名稱： 核子事故緊急應變		
出國人姓名	職稱	服務單位
高宗祺	課員	臺北縣政府消防局
出國期間：95年6月29日至95年12月31日		報告繳交日期：96年3月29日
出國計畫主辦機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input type="checkbox"/> 2.格式完整(本文必須具備「目的」、「過程」、「心得」、「建議事項」) <input type="checkbox"/> 3.內容充實完備 <input type="checkbox"/> 4.建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 5.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 6.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 7.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> ←不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> ↑以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> →內容空洞簡略 <input type="checkbox"/> ↓電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> °未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 8.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會(說明會)，與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 9.其他處理意見及方式：	
層轉機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1.同意主辦機關審核意見 <input type="checkbox"/> 全部 <input type="checkbox"/> 部分_____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 2.退回補正，原因：_____ <input type="checkbox"/> 3.其他處理意見：	

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「公務出國報告資訊網」為原則。



# 大綱

臺北縣境內有核能一廠、二廠座落於石門鄉及萬里鄉，加上貢寮鄉內興建中的核四廠，未來將有三座核電廠位於臺北縣轄內運轉，故核子事故緊急應變工作之推動實屬刻不容緩的事情，更應納入「災害防救」之考量範疇以即早進行各項「核子事故緊急應變計畫防災規劃」及「核子事故緊急應變管理工作」。

此外「核子事故緊急應變法」已於本 94 年 7 月 1 日起開始施行，依據該法相關規定，地方政府正式納入核子事故緊急應變體系之內，除了例行性辦理人員編組、訓練、演習工作外，尚需辦理其他緊急應變整備措施之規劃及執行事項。以往之核子事故緊急應變計畫，核子事故緊急應變體系機制運行之發動者主要落於行政院原子能委員會上，地方政府負責工作多屬於配合角色。兼且，行政院原子能委員會於地方政府並無下屬對口單位，地方政府人員對於地方核子事故緊急應變體系之建立及角色定位，實屬懵懂階段，當急思師法先進國家地方政府之經驗，以作為未來運作機制建立之依據參考。

本出國專題研究報告書，記載 6 個月內在美研究期間，於美國首都 Washington D.C. 內 the George Washington University 下的 Institute for Crisis, Disaster and Risk Management 內擔任訪問學者，並利用研究空檔之餘至 Harvard University 參加學術研討會、觀摩紐約州災害應變中心的運作並透過台北駐美經濟文化辦事處的安排參觀 Alabama 州內 Farley Nuclear Power Plant 的年度演習，藉此探討有關美國中央到地方各種處理核子事故之災害管理機制。

最後依據國外所見所聞，提出專題研究後之研究建議包含每年固定派員至美國參加學術研討會、核子事故演習應落實檢討、核安宣導紀念品製作多樣性的建議等。

## 壹、研究緣起及目的：

國內核能一廠、二廠目前座落於本縣石門鄉及萬里鄉，加上興建中的核四廠，未來將有三座核電廠座落本縣轄內，故核子事故緊急應變工作之推動實屬刻不容緩的事情，更應納入本縣「災害防救」之考量範疇以即早進行各項「核子事故緊急應變計畫防災規劃」及「核子事故緊急應變管理工作」。

「核子事故緊急應變法」已於本 94 年 7 月 1 日起開始施行，依據該法相關規定，地方政府正式納入核子事故緊急應變體系之內，除了例行性辦理人員編組、訓練、演習工作外，尚需辦理其他緊急應變整備措施之規劃及執行事項。以往之核子事故緊急應變計畫，核子事故緊急應變體系機制運行之發動者主要落於行政院原子能委員會上，地方政府負責工作多屬於配合角色。兼且，行政院原子能委員會於地方政府並無下屬對口單位，地方政府人員對於地方核子事故緊急應變體系之建立及角色定位，實屬懵懂階段，當急思師法先進國家地方政府之經驗，以作為未來運作機制建立之依據參考。

宥於以往核子事故之推動傾向於中央之工作，故國內學者多從中央政策面向著手研議蒐集資料以研議本國相關法規；此次出國研究擬從地方政府之觀點，學習地方政府從事核子事故緊急應變工作實務執行面向，著手蒐集美國地方層級推動災害防救工作之經驗，以作為本府進行相關政策制定及落實執行之參考依據。



## 貳、研修行程概述

本次奉派出國專題研究，主要是前往位於華盛頓哥倫比亞特區（Washington D.C.）內喬治華盛頓大學(the George Washington University 以下簡稱 GWU)中工程及應用科學院（School of Engineering and Applied Science 簡稱 SEAS）下的工程管理及系統工程系（Engineering Management and System Engineering 簡稱 EMSE）內的『危機、災害、風險管理中心』（Institute for Crisis, Disaster and Risk Management 簡稱 ICDRM）擔任訪問學者，藉由平時自行蒐集資料，並旁聽系所相關災害與風險管理課程及參與研究中心內相關學術活動，達到研究的目的。

以下便對研究的大學、學院、學系及研究中心進行簡介：

### 一、喬治華盛頓大學 the George Washington University

喬治華盛頓大學(GWU)成立於 1821 年是一所具有超過 175 年歷史的名校，為全美頂尖的私立大學之一。雖然大學的歷史悠久但卻一直充滿了創新的活力並與世界趨勢接軌。因為大學位於美國首都華盛頓特區的市中心，擁有超過兩萬名學生，學校有為數不少的國際學生，學生在學習期間就開始培養世界觀，為一所相當國際化的大學。

美國喬治華盛頓大學(GWU)為美國中部大學聯盟(MSACS)及中華民國教育部所認可之大學，並在 1999 年被 U.S. News 評鑑為全美 Top 50 的國家級大學，2007 年排名 53；在最新的評鑑報告中在大學百分之四十六的新生均來自班上的 Top 10 % 的學生，是頂尖學生優先考慮申請入學的大學（引自 104 教育資訊網，2007）<sup>1</sup>。

---

<sup>1</sup> 節自 <http://www.104learn.com.tw/allschool/3927.htm>



圖 1 喬治華盛頓大學校區內一景

## 二、工程與應用科學院(SEAS)

喬治華盛頓大學(GWU)之工程與應用科學學院 School of Engineering and Applied Science (SEAS)分為五個學院: 電腦工程學系、建築與環境工程學系、電機工程學系、工程管理與系統工程學系、機械與航太工程學系。SEAS 為學生提供寶貴且少有學校能與之匹敵的資源與學習機會，尋求高品質理論與實際相結合的工程教育，值得一提的是 SEAS 的院長唐院長來自香港早年曾於台灣大學求學過，也因為這樣的背景唐院長特別照顧台灣來的同學，在研究期間給予許多的幫忙。

## 三、工程管理與系統工程系(EMSE)

喬治華盛頓大學的工程與系統管理學系 Engineering Management and System Engineering(EMSE)，在美國為最頂尖也是歷史最悠久的學系目前在學人數已超過一千位學生，而該系為因應當前以科技為先驅的資訊網路的新紀元，專為科技領導人才所設計的管理碩士課程，為科技與管理結合之最創新課程。因其畢業生具有良好完備的管理及科技專精背景，畢業生年薪平均八萬五起跳並為許多國際企業爭相指

定的人才（引自 104 教育資訊網，2007）<sup>2</sup>。

## 四、危機災害風險管理研究中心（ICDRM）

危機災害風險管理研究中心 The Institute for Crisis, Disaster, and Risk Management(ICDRM)，是隸屬於喬治華盛頓大學工程與應用科學院內工程管理與系統工程系下的一個研究中心，在 1994 年創立，其創立的宗旨是希望透過系上師生共同的研究將災害防救的理論轉化為實務並透過教學、研究活動、研討會及合作研究案的方式增進政府機關、企業、非營利組織於對於災害與危機管理的預防、行動及決策能力，該研究中心的研究的不僅止於美國本土更將其研究的田野延伸至國外。

本次選擇到位於華盛頓 DC 的喬治華盛頓大學其實有幾個原因，第一個是本次的主題是有關核子事故緊急應變，出國前一位國內防災的學者便跟我建議，美國的核子事故災害管理機制是跟防範恐怖主義與防止核子武器擴散緊緊綁在一起的，而這樣的議題都是跟外交、國際政策息息相關，華盛頓 DC 為美國的首都，這樣的政治活動是最為頻繁的，其次美國核能管制主管機關 NRC（Nuclear Regulation Commission）、核能能量中心（Nuclear Energy Institute 簡稱 NEI）、與聯邦掌管災害管理的最高機關聯邦災害管理署 FEMA 等重要的機構，都在大華盛頓地區內，上述的兩個原因加起來，DC 變成了我最佳的選擇。

另外本次受邀前往擔任訪問學者的喬治華盛頓大學危機災害風險管理研究中心，該研究中心亦是美國頂尖的防災研究學術重鎮之一，我在這個研究中心內也學習到很多最新的知識與災害管理最新的觀念。

也因為該研究中心於華盛頓 DC 內這樣特殊的地緣關係，該研究中心的老師、研究人員與學生都是與聯邦政府、國會有極為緊密的聯繫，甚至許多人白天就在 FEMA、國防部、海岸巡防隊等等機關內工作，這樣的淵源，讓我一個來自和美國沒有正式邦交關係的公務員，認識了許多透過官方管道不容易接觸的朋友，在研究

---

<sup>2</sup> 同註 1

期間除了於課堂上的學習，彼此經驗分享與相互討論外，下課之後的互動對我來說亦有更多的學習，一起買咖啡、一起走向捷運站搭車的途中，彼此聊天分享工作經驗這樣的互動更是難得。從中更瞭解美國的防災工作現況，交談之中美國同學也對台灣因為地理環境及特殊的人文背景，造成各種災害發生潛勢極高的情形感到遺憾，並對本國防災人員運用最少的資源努力為民眾打造一個更安全的家園印象深刻，更對我們也更加敬重。

ICDRM 目前也提供碩士與博士的課程，不止收美國籍的學生也吸引的世界各地的學生在該中心求學，有來自日本、韓國、土耳其、南非、中國大陸、義大利等等。在我六個月研習的時間裡，也和目前正在研究中心攻讀學位，之前韓國擔任消防副局長且拿韓國政府獎學金的鄭秉道成為好友，並且相約等他學成歸國要互相去對方的國家拜訪學習。另外來自日本擁有東京大學博士學位並在日本筑波大學任教的村尾修教授，也在研究中心裡擔任訪問學者，村尾修老師的研究專長是災區重建復原期的跨國比較，參與南亞海嘯、台灣九二一大地震、土耳其大地震等國際重大災害發生後第一時間的觀察研究，他在台灣進行五年的研究案在今年要劃下句點，2007年中會再來造訪台灣一次。

在 ICDRM 的研究，所帶給我的不只是課堂上教室內的，生活中結識認識來自世界各地的朋友，才更是寶貴的資源，也加強了國際化的交流。

危機災害風險管理研究中心提供防災的碩士與博士課程，中心主任也非常歡迎來自台灣的學生可以去該中心攻讀正式的學位，相關的資訊如果有興趣可以自行上其學校網站<sup>3</sup>有更深入的介紹。

---

<sup>3</sup> ICDRM 中心網址如下 <http://www.gwu.edu/~icdrm/>

## 參、觀摩實習

在美國專題研究的六個月期間總共安排了兩次的觀摩實習，依據參訪的目的總共分為兩大重點，一個為核子事故緊急應變，另一個為消防與災害防救體制的相關機關參訪，相關參訪的行程表如表 1

表 1 核子事故緊急應變觀摩實習行程表

日 月	期 日	起 訖 地 點	研 究 內 容	前 往 機 構	備 註
8	07 (一)	D.C.--> Boston	移動		
8	08 (二)	Boston	參加輻射災害規 劃及恐怖攻擊安 全暨協商研討會	波士頓 哈佛大學	
8	09 (三)	Boston		波士頓 哈佛大學	
8	10 (四)	Boston		波士頓 哈佛大學	
8	11 (五)	Boston		波士頓 哈佛大學	
8	12 (六)	Boston	資料蒐集與整理		
8	13 (日)	Boston	資料蒐集與整理		
8	14 (一)	Boston --> New York	移動		
8	15 (二)	New York	紐約州緊急應變 機制研習	紐約州緊急 應變辦公室	
8	16 (三)	New York --> San Francisco	移動		
8	17 (四)	San Francisco	舊金山市緊急應 變機制研習	舊金山緊急 服務及國土 安全局	
8	18 (五)	San Francisco	舊金山市緊急應 變機制研習	舊金山緊急 服務及國土 安全局	
8	19 (六)	San Francisco	整理蒐集資料暨		

8	20 (日)	San Francisco -- > D.C.	移動		
第二階段					
9	12	D.C. -- Alabama >	移動		
9	13	D.C. -- Alabama >	參觀核電廠核能 安全演習	Farley Nuclear Power Plant	
9	14	Alabama -- D.C. >	參觀核電廠核能 安全演習	Farley Nuclear Power Plant	

## 一、核子事故緊急應變

### (一) 哈佛大學研討會部分

於 2006 年 8 月 8 日至 11 日參與由哈佛大學(Harvard University)公共衛生學院(School of Public Health)環境健康系 (Department of Environmental Health) 及終身學習專業教育中心(Center for Continuing Professional Education)所舉辦之『輻射災害規劃及恐怖攻擊安全暨協商研討會』(Radiological Emergency Planning: Terrorism, Security, and Communication)。本次研討會參與的對象主要包含州與地方政府防災工作人員、州的輻射監控機構、核能電廠工作人員等。

講師主要包含哈佛大學的教授、NRC 核能管制會，EPA 環保署的官員，電廠工作人員，國土安全部官員及媒體溝通專家。

主要學習的議題包括美國最新有關核子事故的應變規定、對於聯邦政府因應國土安全部成立的改變、對於核子恐怖攻擊的衝擊與應變、過去事故案例的學習、核子事故復原的決策過程、大規模核子事故演習舉辦後經驗分享。

上課的方式也十分生動活潑，除了一班聽講式的上課模式，同學間依據不同工作背景混和編組，進行議題的小組討論，也可以模擬真正面臨核子事故時不同背景領域的人員一起努力面對處理危機的情形。其中最令人印象深刻的當屬一堂有關核子事故發言人要領的訓練課程，在講師對核子事故發生時一些情境特性稍做概述之後，便將同學編組，有人扮演來自不同聯邦政府部門的官員、有人扮演電力公司經理、有人扮演州長等，其餘人員則扮演記者對台上的官員提出種種尖銳的問題，透過這樣有趣的互動瞭解讓學員瞭解一個好的發言人應扮演的角色及在事故中發揮的功能。

課程結束後也頒發結業證書，哈佛大學也提供的一本厚厚的會議資料，約 3.5 公斤，相關的電子檔供與會的學員帶回做參考。雖然三天半的研討會不包含住宿光是學費就高達 1150 美金的天價，但是研討會舉辦的地點位於 Boston Longwood 的哈佛大學公共衛生學院內，一流的師資及場地還是讓人覺得值回票價。

## (二) Farley Nuclear Power Plant 核能電廠緊急應變演習觀摩

### 1. 電廠基本資料

Farley 核能電廠位於美國阿拉巴馬州 Houston 郡 Ashford 市，隸屬南方核能公司 (Southern Nuclear Company)，共有 2 部西屋 3-loop 壓水式反應器，功率均為 833MWe，分別於 1977 及 1981 年商業運轉。電廠 2 哩內人口僅 19 人、5 哩內 1665 人，10 哩內 17,006 人(2000 年數據)。而 10 哩緊急計畫區 (Emergency Planning Zone, 簡稱 EPZ) 內包括 Houston、Henry 兩郡(阿州境內)及 Early 郡(喬治亞州境內); 50 哩 (Ingestion Pathway Zone 簡稱 IPZ) 範圍內跨阿拉巴馬州、喬治亞州及佛羅里達州。因此若發生核子事故時，三個州均會啟動緊急應變機制。

### 2. 事故狀況及流程

Farley 核能電廠演習係從 9 月 13 日上午 10 點開始 (事實上，廠內動作自 7 點即開始)，由管制官陸續下達狀況演練項目，因受限於時間因素，整



個時程亦經壓縮。

整個事故逐漸惡化過程，歷經廠區戒備(Alert)、廠區緊急事故(Site Emergency)後，發生全面緊急事故(General Emergency)，至此則須疏散民眾。演習至中午 12 點結束。

演習之劇本係當天才揭曉，故參演人員事先均不知情。據相關人員表示，如此才能達到測試應變人員能力的目的。由於劇本事先一無所知，故各應變組織在事前亦無所謂「預演」的動作。

### 3. 啟動的應變組織

#### (1) 緊急應變中心(Emergency Operation Center，簡稱 EOC)

Farley 核能電廠位於阿拉巴馬州 Houston 郡內，惟其 10 哩 EPZ 則涵蓋鄰近的 Henry 及 Early 郡(喬治亞州內)，詳如圖 2。本次演習有喬治亞州及阿拉馬州之州應變中心(SEOC)成立；由於 Henry 郡僅佔極少部分區域，其 EOC 並未啟動，僅派員加入 Houston 郡的 EOC 運作。郡級 EOC 則有 Houston 及 Early 分別設置成立。



圖 2 10miles EPZ of Farley Nuclear Power Plant in AL

值得注意的是，EOC 處理的事件涵蓋所有不同災害，並不僅限於核

子事故。

Houston 郡之 EOC 在多森市(Dothan)的法院大廈地下室開設(如圖 3)，州 EOC 前進指揮所(如圖 4)則緊鄰在旁開設，其主要功能在確認輻射污染情況，及評估民眾防護行動建議的合適性等。



圖 3 Houston 郡之 EOC 演習時之情形



圖 4 Alabama 州 EOC 前進指揮所內，應變人員討論之實景

## (2) 緊急應變中樞(Emergency Operation Facility, 簡稱 EOF)

美國聯邦法規要求各核能業者均應於核能電廠 EPZ 外另設置緊急應

變中樞（註：亦可譯作緊急應變設施，但以此場所的功能及重要性而言，我們認為譯作「緊急應變中樞」可能較貼切。），而南方核能公司為管理面及成本面的考量，選擇於阿拉巴馬州伯明罕市其公司總部內設立此一中樞設施，同時負責轄下三個核能電廠(Farley, Hatch, Vogtle)的緊急應變指揮運作。

本 EOF 距 Farley 電廠約 200 哩，以距離論實在太遠，惟南方核能公司已說服 FEMA 及 NRC，他們有能力在此一 EOF 內同時有效支援 3 座核能電廠事故處理，顯然 FEMA 及 NRC 已接受他們的說法。據我們與 NRC 官員討論中，NRC 認為此 EOF 無論在功能及設施完整性而言，均是現有這類設施中相當傑出的。

EOF 主要成員由業者組成，而 NRC、FEMA 及相關州政府均有派員參與支援。主要任務在確認核子事故狀況、劑量評估及向州政府 EOC 做出民眾防護行動建議。從 EOF 現場配置及活動概況顯示，幾乎每人位置上均有專責電腦、電話，正前方有 5 個布幕可同時顯示很多資料畫面、數據，俾供大家一起研判。

### (3)美國核管會應變組織

據 NRC 稱一旦發生核能事故，在總部將派核管會委員領導一級主管成立執行團隊(Executive Team)坐鎮因應，另由所管責任之地區管理署成立現場團隊(Site Team)就近因應。此次現場團隊由地區管理署署長 Mr. William Travers 親自領軍，在 9 月 13 日當天上午率領 15 位 NRC 組員分別趕至 EOF 協助應變。

在演練過程中，各對應的 NRC 專家被指派配合業者 EOF 專家一起應變，提供建議。誠如前述，NRC 官員一再強調，事故發生時，各單位的重點在於應變，因此 NRC 角色不在視察，而是提供技術專業建議，但處理成敗仍由 EOF（即電力公司）負全責。過程中除請 EOF 當職經理（EOF Manager，負責指揮 EOF 運作，多為電力公司副總經理層級擔任）向 NRC

現場團隊簡報處理現況外，現場團隊並首次透過視訊與 NRC 位於華府總部執行團隊進行多次視訊會議。另 NRC 人員也強調，演習視同作戰，所有演習時的準備、動員、處置，與事故時將完全一致。

#### (4)EOC 與 EOF 演練重點

本次演練重點在測驗事故過程的追蹤、協調、研判、請求支援、命令下達等動作，由於時間經過壓縮，故部分人員須預先集結待命，但演練過程確實相當逼真。

實兵演練部分主要著重在野外隊伍(Field Team)的環境取樣、分析及空間輻射偵測等，野外隊伍共四支，本次僅測試兩支，另兩支則定位在觀摩訓練，所有外場應變人員則要求須配帶 TLD 徽章、劑量筆及準備碘片等。

搭配本次演習、醫療方面則安排於 Flowers 醫院示範；災民收容則選在 Wiregrass 育樂中心，搭配紅十字會開設，但此次並不實際展示相關裝備。

#### (5)聯合資訊中心 (Joint Information Center, 簡稱 JIC)

在核能電廠發生緊急狀況初期，所有的資訊及新聞發布工作係由 EOF (亦即電力公司) 負全責，這也是為何在 EOF 人員配置上有專責之「新聞稿撰寫人員」。而新聞稿撰寫草稿後，亦透過電腦系統投射於大螢幕上，由 EOF Manager 及所有人員確認後發布。

隨著緊急狀況的持續惡化，到達全面緊急 (General Emergency) 事故時，則在事故核能電廠附近結合各單位人員成立新聞聯合資訊中心 (JIC) 如圖 5，並開設緊急新聞中心 (此次演習即設在多森市)。自此階段以後，所有的新聞發布工作即移由 JIC 負責，迄狀況完全解除為止。

從此次觀摩 EOF 及後來 JIC 新聞發布作業的狀況瞭解，演習過程中每次新聞稿內容均相當簡明扼要、切入重點，完全以民眾的需求來提供「發

生了什麼事」、「現在狀況如何」、「民眾可利用哪些管道查詢」等資訊，並無任何贅述或技術性字眼，這些作法相當值得國內借鏡。

另外 JIC 中心內有州與地方政府及電廠的單位人員進駐，在發佈新聞稿的部分各單位還是自行發佈自己的新聞稿，但是因為一起聚集在 JIC 裡工作，所以可以確保所獲得的訊息是一致的。



圖 5 Joint Information Center (JIC) 運作情形



圖 6 JIC 內設有模擬記者招待會場亦有安排記者發問過程逼真

## (6)演習評核

在廠內及 EOF 運作部分由電力公司自行聘請或派員評核;在廠外部分由於分別開設數個 EOC，故由 FEMA 及國土安全部(DHS)所屬的化學暨核能應變防護處 (Chemical & Nuclear Preparedness, Protection Division, 簡稱 CNPPD)派員及由其聘請專家共 25 名，分組分項前往評核如圖 7。NRC 由於間接加入 EOF 運作，故不擔任 EOF 運作評核，惟演習後仍給予 EOF 人員部分建議;至於 NRC 總部亦自主內部評核，然由於總部內具高階官員，陪同我們觀摩的 NRC 人員亦不瞭解其內部評核進行情形。

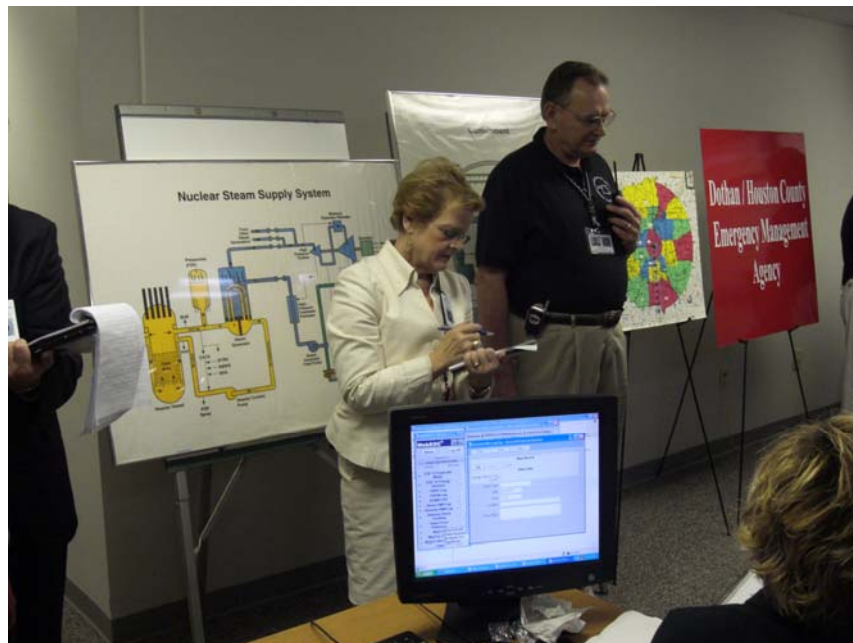


圖 7 來自 FEMA 的評核人員以緊迫釘人的方式，考核演習的各項細節

在演習結束後第 2 天 (9 月 15 日)，即由州政府 EOC 部門主管召集所有評核小組成員進行評核意見討論會，由各分組召集人報告評核看法，當天在輕鬆氣氛下，討論相當熱烈，評核委員對此次各單位在演習的表現，均給予相當高的評價 (如圖 8)。



圖 8 演習結束後參演人員不分階級熱烈投入檢討會

另在當天評核小組討論會後，亦安排由州緊急應變署、NRC 及 FEMA 官員共同主持開放給民眾及媒體提供問題與建議的 Public Meeting，但所有備詢人員等待多時，卻無任何民眾或媒體與會，想必此類演習在地方上也都習以為常，已引不起太多關注吧！

#### (7)演習花費

據 FEMA 人員稱類似此次 Farley 核能電廠大規模的演習，一次大概要花掉美金 85,000 元左右，完全由電力公司來支應。

#### 4.其他緊急應變相關議題

- (1)美國已有 21 個州政府提出或接到碘化鉀(碘片)，Farley 核能電廠所在的阿拉巴馬州是其中之一。阿州同時亦採取將碘片事先發放 EPZ 內住戶保管。惟據瞭解，部分民眾之碘片已遺失或找不到，是否再增補州政府尚無定論。值得一提的是，Farley 核能電廠 EPZ 另外涉及的喬治亞州州政府，並不認同發放碘片的效果，部分原因在於一旦發生核子事，故該州傾向儘早疏散民眾，故迄今未向聯邦政府提出預存碘片的申請。
- (2)阿拉巴馬州及喬治亞州官員似乎不認為要求民眾室內掩蔽是好的防護行動。他們認為一旦放射性物質持續外釋，掩蔽終究不是辦法，遲早仍須

疏散民眾，而且要求民眾於居家掩蔽時關閉門窗、關掉空調等，時間一久（特別在夏天）民眾勢無法接受政府單位此種處置建議。故為保守計，傾向於先疏散 EPZ 兩哩範圍內及污染下風 5 哩範圍內所謂鑰匙洞(Keyhole)內民眾。

(3)Farley 核能電廠 10 哩 EPZ 內約有一萬多民眾，南方核能公司並未於 EPZ 內設置固定式的事務預警廣播站，取而代之是發給住戶一種預警收音機 (Tone Alert Radio, 簡稱 TAR)，如圖 9。這種收音機除能發出聲響外，尚裝有電子顯示板，可傳送簡單重要文字訊息給民眾。每年電力公司會進行收音機現況調查或由範圍區內住戶主動反應，以增補、更新收音機。FEMA 規定每月應進行警報功能測試一次，業者則更保守以每週一次為其內部之測試頻率。



圖 9 Tone Alert Radio 簡稱 TAR

(4)美國法規規定業者必須每年提供 EPZ 內住戶最新的緊急應變相關資訊，據瞭解，電力公司除透過內部網站建置相關網頁之外，還會提供書面宣導品。以南方核能公司為例，2006 年按個別核能電廠區分，已發行宣導月曆如圖 10，其插圖基本上多在介紹該州或該郡偉人事蹟（2007 年的主題為軍人，內的照片皆邀請曾經或者仍服務於 Farley 電廠，並曾於軍中服役過的員工擔任模特兒）及重要活動或進行的計畫，月曆後頁則刊載



相關緊急應變訊息，同時設計問卷。因此，如民眾能充分配合，確實可有效掌握附近民眾狀況。南方核能公司也在地方的電話簿上刊登緊急應變相關訊息，在重要交通要衝或民眾聚集地方更豎立告示牌，每季並派員巡視，一有發現損害或遺失，則立即處理。



圖 10 Southern Nuclear Operating Company 印製給 Farley 電廠外民眾的月曆

## 二、災害防救體制

### (一) 紐約州應變中心

紐約州的緊急應變辦公室(State Emergency Management Office 以下簡稱 SEMO)如圖 11，紐約州的緊急應變相關法律依據是 1950 年的 Federal Civil Defense Act 以及 1951 年紐約州的 Defense Emergency Act，並依據紐約州的 Executive Law 成立紐約州災害整備委員會(New York State Disaster Preparedness Commission，以下簡稱 DPC)，從原來的市民防禦角度轉變為所有災害的應變，SEMO 即是在災害整備委員會底下的單位。由於紐約州的範圍相當廣，為求緊急事故發生時得以隨時應變，SEMO 的總部設於紐約州的首府 Albany，並有五

個地區辦公室如圖 12 紐約州緊急應變辦公室分區圖。



圖 11 SEMO 入口處

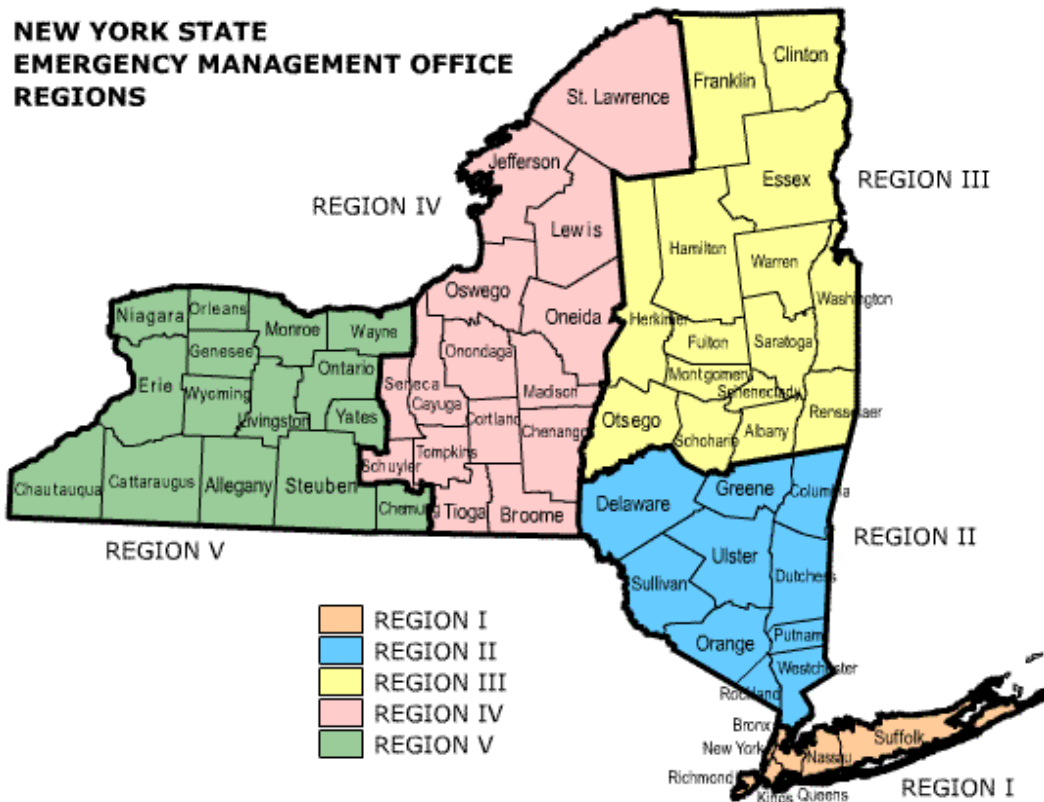


圖 12 紐約州緊急應變辦公室分區圖

SEMO 是負責紐約州全州的緊急事故及災害應變，目前 SEMO 共計有 123 名人員，其中 106 人在 SEMO 總部上班，其餘 17 人則進駐在紐約州的各地。本次接待我們的人員是他們的第一副主任 Andrew X. Feeney 以及助理主任 Dennis J. Michalski 等二位。

SEMO 位於紐約州辦公區的公共安全大樓，警衛檢查非常嚴格，建築物已經有四十年的歷史，當初該棟建築物建造於美蘇冷戰時期，為了防止在核子恐怖攻擊時，可以確保應變中心的運作正常，因此辦公室設於該棟大樓的地下室，許多設備是具有防止輻射的功能，例如建築物本身的結構以及在出入口時都有鐵閘門管控如圖 13，甚至還有逃生隧道，以防恐怖攻擊時相關人員可以從其中進行避難如。



圖 13 SEMO 災害應變中建於美蘇冷戰時期，出入皆有鐵閘門



圖 14 SEMO 的避難隧道用於恐怖攻擊時人員避難之用

SEMO 所負責的業務包括民防團體事務、化災整備、災害復原協助、緊急事故警報系統、緊急事故發生時與聯邦、地方政府之溝通協調、提供民眾相關緊急應變訊息、緊急應變裝備補給、國土安全、緊急應變中心、人道服務、減災、應變計畫、生化事故應變、電信通訊等。

SEMO 並與其他州及聯邦政府機構合作支援郡及地方政府，提供行政及訓練支援給災害整備單位及州政府的決策單位，透過不同的緊急管理計畫協助地方政府、民間組織及私人機構有關於災害的應變作為。這些計畫包含有害物質確認、財產損失預防、計畫設計、訓練課程、對於緊急事故的應變措施、技術支援及災害復原協助。當有緊急事故或是災害發生時，SEMO 協調所有州機構的應變作為，以確保資源可以有效被運用。州的機構及組織，例如州的警察局、交通部門、衛生單位及國家巡防局可以與州的應變計畫完全配合及融入運作。

從 1995 年到 2006 年的 7 月，SEMO 已經針對 32 個聯邦宣布的緊急事故或災害投注應變及復原的協助，這當然也包括了 2001 年 9 月 11 日恐怖份子對於世貿大樓的攻擊。在對於 911 事件的應變上，超過 30 個州政府的單位及將近 17000 個私人機構及志工投入應變。SEMO 負責協助整合從災害現場所傳出川流不息的消息，大力協助紐約市政府，並將相關訊息提供給州長及州長辦公室應變單位。透過完整的協調溝通，SEMO 應紐約市政府的要求完成超過 800 個

的需求，並管理大量的救援物資以提供紐約市的特殊需求。

SEMO 的立法依據是根據 1950 年的聯邦民防法案以及 1951 年的紐約州緊急防禦法案。SEMO 同時也負責州的緊急應變中心（the State Emergency Coordination Center，以下簡稱 ECC）如圖 15，包括建立組織，撰寫政策及程序以及設備的供應。州的 ECC 是負責在地方的權限內協調州的資源，同時也與聯邦及其他州的災害應變系統溝通及協調。州的 ECC 並不直接控制資源的分配，其職責在於資訊的管理，協調調度資源、及支援地方政府。幾個特殊的活動列舉如下：

- 1.向州長辦公室報告整備情形。
- 2.對民眾宣布州層級的政策執行情形。
- 3.災害防救及應變資源的監控。
- 4.與聯邦機構的協調。
- 5.確保州及地區所有的粉應均符合災害現行狀況的需求。
- 6.支援州及地區辦公室等單位建立復原應變中心以應付之後的災害。
- 7.擔任州的協調員以應付事故同時發生的災害。



圖 15 SEMO 之 ECC

當 ECC 開設時，進駐的單位包含警察局、消防局、國民兵、衛生單位等 26 個單位，人員輪值以 12 小時為一班，應變中心場地較台灣的中央災害應變中心狹小許多，每個單位的座位均以 OA 方式隔開，而且沒有休息的場地，大

致與我國運作的情形相同，在應變中心現場有五個螢幕，分別投射 CNN 新聞報導、氣象報導以及各單位的簡報資料。在美國是相當注重災害發生後各級政府部門與新聞媒體的互動及新聞播報的內容，因此 SEMO 中也設有專門進行媒體新聞發佈的空間如圖 16，在災害或緊急事故發生時進行要發布有關公眾健康及安全保護措施的資訊，同時 SEMO 也製作教材以提高民眾對於災害整備的認知，並提供州及地方政府等單位在從事公眾資訊的人員相關的訓練。



圖 16 SEMO 中的媒體發佈室

## 肆、相關的見聞

### 一、核能災害的簡述

歷史上所發生的核能電廠災害事故，大家最為耳熟能詳的應該屬 1979 年於美國賓州所發生的三哩島事故與 1986 年蘇聯車諾事故，幾次核子事故的偶發，促使大眾更加關心核電場的安全。這兩個事故都引起輻射物質外洩並且啟動了相關緊急應變措施（稍後進行詳述）。然而並非每次的核子事故都會使大眾暴露輻射下，即便災情嚴重，民眾也不見得會暴露在輻射線下，以下是歷史上發生在核電廠以及在其它核電場所幾起事故：

#### 1.Winscale 英格蘭 (1957 年 10 月 7 日)

發生在鈾製造場的大火，產生大量輻射物質，含有輻射的碘污染了附近的牧場。200 萬公升的牛奶被禁止上市。雖然大量輻射外洩，但沒有民眾因急性輻射病發生。

#### 2.SL-1 愛達荷州 (1961 年 1 月 3 日)

三名工人死於小型軍事試驗反應爐。正當手控移動控制棒時，一條控制棒從爐心噴射出，三人都死於這場事故而非輻射外洩。

#### 3.Enrico Fermi 密西根州 (1966 年 10 月 5 日)

某個設備部份鬆脫，堵住冷卻劑的注入，導至核電廠反應爐部份核心熔毀。這場嚴重的事故並沒有引起任何輻射外洩

#### 4.Browns Ferry 阿拉巴馬州 (1975 年 3 月 22 日)

火場發生於商用電廠的控制室，起因是由於使用蠟燭的火燄，檢視

是否有氣流外洩，火災燒毀控制電廠設備的纜線以及控制緊急冷卻設備的纜線。這場嚴重的事故並沒有引起任何輻射外洩。

### (一) 三哩島事故<sup>4</sup>

#### 1. 事故概述

1979年3月29日，美國賓州哈里斯堡附近三哩島核電廠第二號機發生事故，主飼水泵突然跳機。一連串的機械與人為失誤使反應爐爐水降低，冷卻系統失效，導致爐心的熱無法有效移除，而使反應爐心燃料熔毀將近一半。主要的機械故障為緊急飼水泵無法打開，緊急輔助水無法送入蒸汽產生器，只好洩壓灌入冷卻水來帶走爐心熱量。但工作人員後來忘了將釋壓閥關閉，導致反應爐冷卻水大量流失，加上運轉員誤判冷卻水流失事故的信號，直至發現真實情況作爐心補水時，反應爐已損壞至不可修補的地步，大約有47%核燃料融化。總之，三哩島事故為人為失誤及設計未儘妥善，但以前者為主因。

#### 2. 事故後果

事故發生之後，所有重要的放射性核種，除了氬-85、氙-133之外(大約有50%的氬-85與6%的氙-133釋到周圍環境之外，幾乎所有放射性物質都被滯留在反應器或輔助廠房之內，根本沒有洩漏到環境。所以對於電廠周圍居民的健康影響，是微乎其微的。

#### 3. 三哩島事故對於周圍民眾健康沒有影響

對事故所造成的環境污染、人體健康影響、癌症發生率等作過廣泛研究，主要結果如以下三項。

---

<sup>4</sup> 取自網站『核新家園』：<http://www.newnuclearhome.com/pages/safety/threeMileIsland.htm>



- (1)在三哩島電廠周圍半徑 50 哩（80 公里）內，當時共有居民約 220 萬人。沒有任何人發現有急性輻射效應（Acute radiation syndrome）。
- (2)廠外居民所接受的最大個人輻射劑量，小於 0.1 侖目（小於法規限值的 1/5、天然背景輻射的 1/2）。
- (3)居民的平均輻射劑量，小於 0.0015 侖目，是法規限值的 1/300，天然背景輻射的 1/150。
- (4)在事故後的 70 年內，居民可能的健康影響機率，分析如表 2：

表 2 事故後居民可能的健康效應

健康效應	自然發生案例	三哩島事件影響	
		可能發生案例	佔自然發生案例比率
所有癌症	748,000	1.9	40 萬分之 1
致命癌症	440,000	0.9	50 萬分之 1
非致命癌症	308,000	1	30 萬分之 1
遺傳缺陷	110,000	1	10 萬分之 1
所有效應	858,000	2.9	25 萬分之 1

附註：根據 ICRP-60 號報告結論推估

由於上述健康效應，遠低於任何流行病學調查的可信範圍，所以美國國家癌症研究中心（NCI）非常確信：「三哩島事件對於附近居民的癌症發生率，沒有任何增加。」

三哩島事故是核能史上的大事。即是發生多年之後，仍不斷有相關研究進行，表 3 摘錄許多權威單位的研究結論，他們包括地方與中央政府衛生單位、超然學術單位等，她們的結論都相當一致：三哩島事故對於民眾健康與環境沒有不利影響。

表 3 三哩島事故研究報告結論摘錄

研究機構 (發表年代)	主要結論
美國核管會 (NRC) NUREG-0558 (1979) NUREG-0600 (1979) NUREG-0636 (1980) NUREG-0637 (1980) NUREG/CR-1250 (1980)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 半徑 80 公里內，2,200,000 人口的集體劑量約為 3,300 人-侖目 (33 人-西弗)。</li> <li>2. 居民最大個人輻射劑量，小於 0.1 侖目 (小於法規限值的 5 分之 1)。</li> <li>3. 居民的平均輻射劑量，小於 0.0015 侖目，是法規限值的 300 分之 1，天然背景輻射的 150 分之 1。</li> </ol>
美國總統特別委員會報告 (1979)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 三哩島事件外洩的放射性極低，不可能增加額外的癌症。</li> <li>2. 無法觀察到任何增加遺傳疾病或新生兒畸形的可能。</li> </ol>
賓州衛生部 Pennsylvania Department of Health 1 (1981) Pennsylvania Department of Health 2 (1985) Pennsylvania Department of Health 3 (1984) Pennsylvania Department of Health 4 (1993)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 3582 名居住在電廠半徑 16 公里內孕婦，無論在早產、新生兒夭折各方面，均無增加跡象。</li> <li>2. 嬰兒甲狀腺機能、死亡率均完全正常。</li> <li>3. 研究電廠半徑 20 公里內，7924 名癌症死者，完全無法自流行病學調查發現與 TMI 事故的關聯性。</li> </ol>
美國環保署 EPA600/NUREG-0738 (1980)	未發現任何動、植物的異常現象。
賓州農業部 Pennsylvania Department of Agriculture (1983)	1976 至 1982 年各種農作物產量毫無異狀。
美國國家癌症研究中心 Jablon, S 等人 (1991)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 無法發現電廠附近居民有較高的致癌風險。</li> <li>2. 電廠正常運轉，造成的輻射劑量遠小於天然背景輻射，因此不可能產生可見的效應。</li> </ol>

#### 4. 三哩島事故的教訓與經驗

三哩島事故是核能工業第一次重大打擊，尤其事故發生的原因除了機械故障之外，還牽涉嚴重的人為疏失。所以美國核管會事後推動一系列改革，除重新檢討系統設計外，特別注重避免人為疏失與人因工程介面。

另一方面，這次事件也印證了圍阻體，的確可以發揮功能，將爐心熔毀後所釋出的放射性物質包封住，不讓它排到外界環境中，把環境的衝擊和民眾的輻射傷害減到最低。

三哩島事件使得核能界了解到：運轉人員的臨場應變對核能電廠安全的重要性，電廠控制室的人機介面也需要適當的改善，以及電力公司間運轉經驗相互交流的必要性。

從安全的角度來看，三哩島事件對核能電廠安全所帶來的衝擊是正面的，它促成了核能界全面檢討核能電廠的安全運作模式，發覺許多隱藏性盲點，進而提出相當多的改善方案，這些改善措施直接提昇了電廠的安全。

## （二）車諾比事件<sup>5</sup>

### 1. 事故簡述

1986年4月26日凌晨，前蘇聯車諾比爾核能電廠的4號反應器，因為運轉人員違法進行極危險的實驗，導致水蒸氣及氫氣爆炸。爆炸後引起反應器內石墨的燃燒，造成大量的放射性物質外釋，造成31名搶救的消防人員死亡與廣大地區遭受污染。

這項實驗違反所有電廠安全運轉規定，它必須強迫停止電廠所有安全防護系統，在西方世界簡直不可能想像；再加上反應器先天設計不良，一連串蓄意違法情況下，終於釀成核能史上最大災變。

車諾比爾電廠所使用的 RBMK-1000 型反應器，是冷戰時期前蘇聯的特產。由於特殊的爐心設計，平時可作民生發電之用；戰時可迅速生產核武所用的鈾-239。

---

<sup>5</sup>取自網站『核新家園』<http://www.newnuclearhome.com/pages/safety/tschernobyl.htm>

## 2.RBMK 型反應器與我國目前的輕水式反應器完全不同

(1)RBMK 反應器使用石墨作為中子減速劑，我國所有輕水式反應器全都使用水作為減速劑。石墨缺點是反應器體積變得相當大，也更難以駕馭。而且高溫時，容易發生火災。

(2)RBMK 反應器的爐心結構稱作「壓力管」，在這次事故時，由於反應器產生高熱，使得很多壓力管被擠破，爐心得不到足夠的冷卻，釀成了此次悲劇。我國的反應器則完全不同，所有的燃料、控制棒、都是完全沉浸在水中，而反應器壓力容器是厚達 30 公分的高張力鋼桶。只要能控制反應器的水位，就能保證反應器的安全。

(3)RBMK 型反應器廠房沒有圍阻體（Containment）設計。爆炸力加上蒸氣，掀開了反應器頂板之後，碎片穿破廠房，直衝雲霄。我國反應器則有厚達 2 至 6 公尺的超強化鋼筋混凝土圍阻體，其內部有各種保護裝置。萬一反應器發生極嚴重的爐心熔燬，圍阻體就要擔負起阻止放射性物質外洩的最後一道防線。在三哩島事件中，由於圍阻體各項保護系統都適時發揮功能，所以輕易的把大部分放射性物質滯留在圍阻體內。

(4)RBMK 型反應器急停反應不靈敏。當反應器急停時，所有控制棒就會立刻完全插入爐心，立即終止核反應。我國各反應器的平均急停時間只要 2.78 秒而 RBMK 型反應器的急停時間是 20 秒，控制棒根本來不及動作，功率在 23 秒內暴增 100 倍，事態才一發不可收拾。

## 3.放射性物質外釋對人體健康的影響

綜合俄國國家報告、OECD、世界衛生組織與聯合國報告等權威報告，本次事件的人類健康效應摘要如下：

重度輻射暴露族群，共有 237 人，主要是事故發生之初的救火

人員，包括電廠員工與救火隊員。他們都有非常明顯的急性輻射效應，譬如噁心、嘔吐、腹瀉，嚴重者甚至昏迷、死亡。有 28 人在最初三個月內死於輻射傷害，另有 2 位死於與輻射非相關的疾病。有 11 位病患發生消化道傷害。事故 10 年間，另有 4 位死亡，但其死因與輻射傷害的效應無關。

受輻射響地區小孩甲狀腺癌的明顯增加，是車諾比爾災變中，唯一可以清楚確定的輻射健康效應，至 1995 年底，共發現約 1,800 例的 15 歲以下兒童甲狀腺癌病例。事故發生時已出生及事故後六個月內出生的小孩，其甲狀腺癌上升極明顯，但事故後六個月才出生的小孩，其甲狀腺癌罹患率與未受曝露民眾相同。但甲狀腺癌只要手術治療即可痊癒，至今只有 3 位兒童死於甲狀腺癌。

血癌是與輻射曝露主要相關的疾病，到 1995 年底，20 萬人中只有 40 人罹患血癌。因此，至今的結論為：除了甲狀腺癌以外，似無明顯證據顯示，血癌或其他癌症有升高的現象。

綜合各項研究，結論本事件對於民眾健康影響如表 4。

表 4 車諾比爾事故對於人體健康影響

*	工作人員	受影響民眾	全球	參考資料
死亡人數 (輻射致死)	28	0	0	《OECD 報告》 《UNSCEAR2000 報告》 《EC/IAEA/WHO 聯合報告》
(非輻射致死)	3	0	0	
急性輻射疾病	208	0	0	
癌症增加率 (與自然病例相較)	+2.8%	+0.8%	< 0.004%	《OECD 報告》 《EC/IAEA/WHO 聯合報告》 《V. K. Ivanov》
遺傳效應	+0.035%	+0.015%	0	《EC/IAEA/WHO 聯合報告》
甲狀腺癌症	增加 1,800 例		*	《UNSCEAR2000 報告》

(非致命癌)				《NRER-1999》
死亡率	*	無顯著變化	無顯著變化	《俄國報告》 《Mortality Table 1, 》
嬰兒出生率	*	無顯著變化	無顯著變化	

此次事件後國際建立了受影響民眾健康效應長期追蹤觀察體系，俄國的國家輻射與流行病學登記中心（National Radiation and Epidemiological Registry, NRER），統計了超過 50 萬民眾的劑量與醫療紀錄（1997 年底）。從俄羅斯國家醫學與劑量登記檔案（Russian National Medical and Dosimetric Registry, RNMDR），可以查證民眾健康紀錄<sup>6</sup>。

#### 4. 輻射外釋對環境造成的影響

- (1) 受污染區域絕非不能恢復，現今放射性活度僅為事故發生時的 1/180。影響最大核種為 Cs-137。
- (2) 農作物中 Cs-137 活度急速下降，在 1994 年之後即已達安全標準，1995 年之後即檢測不出。
- (3) 超過自然背景 3 倍以上的污染區（Cs-137 活度超過 555 kBq/m<sup>2</sup>（15 Ci/km<sup>2</sup>））只有 2,440 平方公里，絕非誇張的數萬平方公里。詳如表 5。

表 5 俄羅斯境內土壤 Cs-137 濃度分布

Cs-137 濃度 (Ci/平方公里)	面積 (平方公里)
1-5	49,760
5-15	5,450
15-40	2,130
> 40	310
合計	57,650
超過 15 Ci/平方公里	2,440

<sup>6</sup> (<http://phys4.harvard.edu/%7Ewilson/radiation/rrS1998/RRSI.html>)

## 二、輻射對人體造成的傷害

根據美國疾病管制局<sup>7</sup>的規定，輻射病又稱為急性放射性疾病（Acute Radiation Syndrome 簡稱 ARS），是人的全身或者大部分受到大劑量輻射（通常短時間內）後出現的一種嚴重疾病。二十世紀四十年代廣島和長崎原子彈爆炸後的許多存活者以及 1986 年切爾諾貝利核電站事故第一批趕到的許多消防員都患有急性放射性疾病。

只有在如下條件下受到輻射的人才會罹患急性放射性疾病：

1. 輻射劑量高（胸部 X 光等醫學用輻射的劑量非常低，不足以導致急性放射性疾病；不過，癌症治療用放射療法的輻射劑量較高，可能足以導致一些急性放射性疾病症狀）；
2. 輻射是穿透性的（也就是說，能夠抵達體內器官）；
3. 人的全身或者大部分接受輻射，以及
4. 輻射是在短時間內接受的，通常是在數分鐘內。

急性放射性疾病首先出現的症狀通常是噁心、嘔吐和腹瀉。這些症狀將在輻射暴露後幾分鐘至數天內出現，可持續數分鐘至數天，並且可能反覆出現。然後，患者在一段短時間內會看起來並感覺健康，之後會再次出現病症，具體症狀包括喪失食欲、疲勞、發燒、噁心、嘔吐、腹瀉，甚至可能出現癲癇和昏迷。這一嚴重病症階段可能持續數小時至數月。

急性放射性疾病患者一般還會出現一定程度的皮膚損傷。輻射暴露後數小時內就可能開始呈現皮膚損傷，症狀可包括皮膚腫脹、瘙癢和發紅（像是曬傷）。還可能出現脫髮。像其他症狀一樣，在一段短時間內皮膚也可能痊愈，但是幾天或者數週後，皮膚又會出現腫脹、瘙癢和發紅。皮膚完全痊愈可能需要數週至數

---

<sup>7</sup> 取自美國疾病管制局（CDC）<http://www.bt.cdc.gov/radiation/ars.asp>

年時間，具體取決於患者皮膚受到的輻射劑量。

急性放射性疾病患者的存活機會隨著輻射劑量增大而減少。不能恢復的大多數急性放射性疾病患者都會在輻射暴露後數月內死亡。多數情況下，死亡原因是骨髓損壞而導致的感染和內出血。對於存活者，復原過程可能持續數週至 2 年。

發生使人在短時間內暴露於大劑量輻射的輻射緊急事件時，應立即到醫生處或當地醫院就醫。

### 三、美國核子事故的分類

美國對電廠核子緊急事故的分類共分下列四種

#### (一) 異常事件 Unusual Event

當電廠發生超越運轉規範限制且離「事故」尚遠時，稱為異常事件，但並不危害大眾安全，一年約有 200 起『異常事件發生』。

#### (二) 緊急戒備 Alert

如果核能電廠所發生的異常事件，違反運轉規範限制，稱為緊急戒備，但並不危害大眾安全，也不會動員災害管理工作人員，除非事故持續惡化。一年約有 10 件『緊急戒備』事故發生。

#### (三) 廠區緊急事故 Site Area Emergency

表示電廠已經有或可能將會有問題產生。政府官員可能會要求民眾撤離或至避難所，以預防危害。

#### (四) 全面緊急事故 General Emergency

表示爐心熔毀或爐心即將熔化，輻射外洩是有可能的。政府官員將告知民眾如何因應，三哩島事故就是這樣的一個狀況。



## 四、核子事故民眾防護作為

美國核能電廠，若有核子事故發生時，除了廠內的搶修外，對廠外（off site）民眾的防護作為包含電廠經營者與政府主要有三個方向 1.避免民眾直接暴露於來自核電廠輻射煙塵中（plume）及接觸到落到地面上的輻射粒子。2.避免身體因為直接接觸到來自核電廠輻射煙塵所造成吸入式（internal）與接觸式（external）的感染。3.攝入（Ingestion）含有放射性的物質。

主要的手段依據不同情況可分兩種掩蔽（SHELTER）和疏散（EVACUATION），而這兩種民眾防護行動的規定及實施方法，除了平時宣導告知民眾外，更印製於發放給 EPZ 內的民眾之月曆上，民眾可以於家中自行查閱。

### （一）民眾掩蔽的步驟

如果民眾被告知要進行掩蔽，將採取避難步驟如下：

- 1.待在家中靜待更進一步消息。
- 2.關上住家外的門窗。
- 3.關掉會循環屋外空氣的風扇、暖氣機以及空調。
- 4.持續收聽當地廣播以及電視。
- 5.盡量別使用家中的電話，保持電話暢通以供緊急使用。
- 6.不要外出，除非聽到指示要求撤離該區域。
- 7.遵照指示行動。

### （二）民眾疏散的步驟

如果民眾被告知要進行疏散，將採取疏散步驟如下：

1. 關掉水龍頭及電器品，除了電冰箱及冷藏箱。
2. 確認門窗上鎖。
3. 倘若要撤至接待中心請不要刻意等待和朋友一起撤離至該中心或是

自行撤離到汽車旅館。此外收容中心不准寵物進入，寵物得留至家中，並幫他準備充足他水及食物。

4. 在前門或信箱綁上白布或白毛巾;如此一來，防災應變人員就知道該處所已人員淨空。
5. 緊閉車窗及通風口，車上的冷氣機或暖氣會把室外的空氣帶至車內。倘若冷氣或暖氣機，只循環車內空氣的話，就可以開啟。
6. 不用急忙趕至收容中心，警示時間絕對充裕，直到您安全地抵達該中心。
7. 請直接到收容待中心，不要計畫和朋友待在一起或是待在汽車旅館裡。您的財務以及衣物可能會被要求檢驗是否遭受輻射污染。接待中心也將紀錄您的臨時住址或是所在地。

### (三) EVACUATION INFORMATION 疏散相關規定

Emergency exit routes 緊急逃生路線的決定，視天氣狀況而定;且將透過廣播電視發布。一定會有足夠的時間疏散，不用急忙逃離，請遵守公告的速限規定。如果沒有交通工具，請打至縣警長辦公室或緊急應變中心，將會派遣交通工具至您的所在處。如果孩子還在學校，而且學校會受到污染的話，學童會依指示至避難區或是必須被送至收容中心，並請家長絕不要到學校去接小孩。如果命令要撤離的話，學生家長應該到指定的地點去接您的孩子。沒有公立學校設置於 10 哩以內的緊急應變計畫區。

### (四) 老年人 (Elderly people) 和行動不便者 (people with disabilities) 疏散的規定

當地緊急應變中心人員將協助老人年以及行動不便者。緊急應變中心人員平時便有建立 EPZ 範圍內所需要協助的名單，同時政府也鼓勵左鄰右舍提供政府 EPZ 內無法自行撤離者的名單，並提供簡易回報的方法，以維持這份名單的完整性。

#### (五) 疏散時對民眾的宣導

當民眾在避難時，當地警察會加強巡邏該區以保護民眾的財產當緊急狀  
若疏散警報解除時，政府將透過新聞媒體告知民眾可以安全回家。

#### (六) 疏散時民眾所應攜帶的東西

民眾疏散時所應攜帶到收容中心包括以下：

1. 換洗衣物。
2. 毛毯或睡帶。
3. 個人重要文件。
4. 盥洗用具。
5. 藥品及藥品處方簽。

而收容中心也會提供食物、床墊及相關的急救服務。

#### (七) 農產業者、食物加工業者、食品批發商的注意事項

州政府和地方政府的災難應變中心會發佈消息給農產業者、食物加工業  
者及食品批發商指導如何做好防護措施：

- 1、用帆布或其它合適的東西覆蓋外頭的飼料供給器。
- 2、覆蓋與外頭空氣接觸的水源地例如：水井、大水桶、水槽、貯水器。
- 3、撤離牧場上的乳牛、家禽或其它牲畜；盡可能撤至有庇護的地方並且  
提供乾淨的水和食物。
- 4、不要喝在室外剛擠下來的牛奶、不要吃在室外剛摘下的蔬果、不要吃  
在室外鳥禽剛下的蛋。
- 5、覆蓋好作物或儲藏於室內。
- 6、不要處理及批發農產品，除非經官方認證為安全可食用為止。
- 7、請不要做會掀起灰塵或塵土的動作例如：耕種、收割
- 8、要洗、擦、削或剝去果皮。
- 9、吃東西前要徹底洗淨雙手。

10、如果發佈要疏散,記得提供充足乾淨的水和食物給牲畜。

並確定遮避場所通風。在救難人員的監督下,業者有機會再回到農場照料生畜救難人員依據災害種類及其它因素(核電場至農場的距離或是風向)請依指示以防止食物被汙染或使受汙染的食物降至最少量請向災害應變中心或推廣服務中心索取輻射緊急情況應變手冊。

## 五、美國國家政策對核能發電的態度

美國目前共有 67 個核能發電廠, 103 個反應器, 其分佈圖如圖 17。美國 2004 年核能電廠發電總量佔全國的電力來源約百分之 20。



圖 17 全美核能電廠分佈圖

依據布希總統 2005/6/15 於美國華府第 16 屆能源效率研討會上,發表「全國能源政策」演講指出,為了美國經濟的發展,美國需要更多的電力,其中煤、天然氣以及核能是主要的三種來源,為了確保電力供應穩定且價格合理,美國需改善對此三者的利用方式。

煤炭是美國最豐富的能量來源,而美國也得天獨厚地擁有未來 250 年所

需之煤礦，不過燃煤也帶來了環保上的問題。因此當布希總統在 2000 年競選總統時，即承諾在未來十年內將投資 20 億美元的經費以研究潔淨的燃煤技術，以消除燃煤火力發電廠的污染排放。而 2006 年預算中，將會使潔淨燃煤基金在五年內達到 16 億美金。美國將會至促請國會通過類似「潔淨天空法案」(Clear Sky Initiative)的法案，持續投資在潔淨燃煤的技術上，以利用此項豐富的資源。

美國是全世界第六大天然氣儲存國，所以美國會增加符合環保要求的天然氣生產與使用。

同時間增加核電的使用。美國自 1970 年迄今，並無新核能電廠之設立。相對的，而相對的法國自 1970 年迄今已建立 58 座新電廠，全國超過 78% 的電力係來自安全又便宜的核能發電。美國政府能源部與國會合作，協助通過立法，降低在核能電廠核發執照過程中的不確定性。為了建立一個安穩的能源供應，我們應提高既安全又環保的核能發電比例。

布希政府主要希望藉由完整的能源策略，分散美國的能源供應，降低美國對於國外能源的依賴，以解決能源成本日益高漲的問題。

在過去的四十年當中，美國人民已經為了遲滯的國家能源政策付出了代價，電費及油價之上漲，並且因大停電帶來生活上的衝擊。在這個新的世紀裡，發揮改革創新精神，將會致力留給子孫一個更潔淨、更健康及更安全的美國。

從美國總統的政策演說稿中可以發現，美國聯邦的政策因為國家的經濟發展，將致力於減少對國外能源的依賴，及開發更穩定及對環境負荷較少的能源，因此將增建核電廠。

此外在一次與 NRC 同仁交談的機會中瞭解，整個美國的就業市場來說是前景一片看好，因為這位博士的工作是負責去各大學招募人才，他指出，近年來美

國的核能界有景氣復甦的現象，NRC 每年都有許多的工作機會，因此他們會很積極的去各校招募新血。但卻面臨到來自民間電廠的競爭，因為民間電廠也有大量的人力需求。

## 六、緊急計畫區 Emergency Planning Zones

美國聯邦政府在 1978 年召集了 NRC、FEMA、EPA 等相關機關，為了制訂整備計畫，審議訂定在每一座核電廠周圍 10miles 和 16 miles 等兩種距離不同緊急計畫區（EPZs）。

每一個核能電廠其 EPZs 的實際大小依據各地區緊急應變的需求（local emergency response needs）、能量（capabilities）、人口（population）、土地特性（land characteristics）、連外道路狀況（access routes）與轄區範圍（jurisdictional boundaries）等因素有所不同。

### （一）10 miles 約 16 公里

這個沿著核電廠周圍 10 miles 半徑所畫出的圓形緊急應變計畫區，主要防範的目的是在於核電廠發生輻射物質外洩的緊急事故時，避免民眾因為吸入及接觸核電廠所釋放出來含有輻射物質的煙塵。

這個範圍的估算是依據最嚴重的意外發生時為假設，所能釋放出來影響到民眾最遠的距離。因此在 10 miles 之外的區域是不需要有任何的防護行動。

### （二）50 miles 約 80 公里

這個沿著核電廠周圍 50 miles 半徑所畫出的圓形緊急應變計畫區，其包含的範圍較 10miles 的範圍廣大許多（兩者比較圖以 Farley 電廠為例如圖 18），主要防範的目的是在於核電廠發生輻射物質外洩的緊急事故後，為了

避免當地的食物、飲水、農產品等被輻射物質污染，民眾藉由食物鏈的方式攝入 (Ingestion)，而劃定出的範圍，政府需對此一範圍的各項相關飲水、家畜、農作物等持續進行監控及檢測，確保民眾安全。此一範圍內的 EPZ 又有文獻將其稱之為(Ingestion Pathway Zone 簡稱 IPZ)。



圖 18 10 and 50 miles EPZ of Farley Nuclear Power Plant in AL

### (三) 『鑰匙孔區域』(keyhole sector)

聯邦政府設在每一個核電廠的周圍設定一個方圓 10miles 的緊急計畫區，於核子事故發生時來保護民眾。如果疏散有必要時，初期應變的指揮官會特別針對在方圓兩英里之內，及下風處五英里區域有暴露在核輻射物質影響風險區域的內民眾進行疏散，這就是所謂的『鑰匙孔區域』(keyhole sector) 如圖 19，其餘的部分則視情況進行掩蔽，但實際發生事故時的因應作為還是要依據電廠對實際的災情狀況進行監測與評估，對地方政府下達的建議為基準。

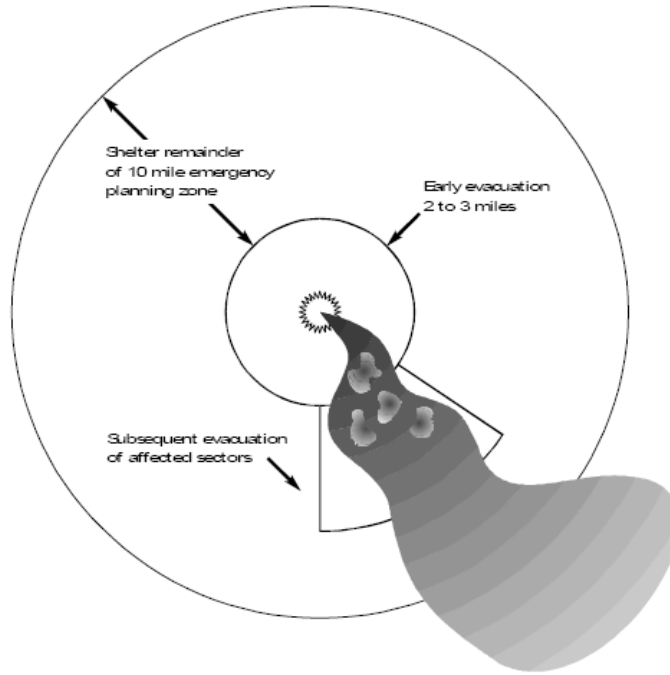


圖 19 核子事故 keyhole sector 應變圖

## 七、反恐應變：

911 事件之後，許多美國人開始會對核電廠遭受到飛機來自空中的攻擊感到驚恐，但事實上根據在美國研習期間親身與美國空軍詢問得知，要將一架行進中的飛機準確的撞上核電廠是相當困難的事情，我們可以從圖 20 世貿中心、五角大廈與核能電廠建築物量體比較示意圖發現，核電廠和 911 事件中遭受到恐怖攻擊的建築物相比較，就建築物的量體來說是小的很多，以目前廣體客機降落時約 300 公里的時速看來，就算是經驗老到的飛行員也不一定可以每次都撞上目標，此外 911 事件過後，整個美國飛航安全的管制又比以往更加嚴格，另外即使發生了飛機撞上核電廠，核電廠外高達四呎厚的水泥圍阻體將可提供一定程度的防護。

此外對於來自地面的恐怖份子攻擊事件防護，核能電廠保安(security)演練，核管會早在 1980 年代即要求各核能電廠執行，當時規定每 8 年進行 1 次所謂的



實兵對抗(force on force)演練，鑑於 911 事件，近年來 NRC 已要求縮短該類演練週期至 3 年。

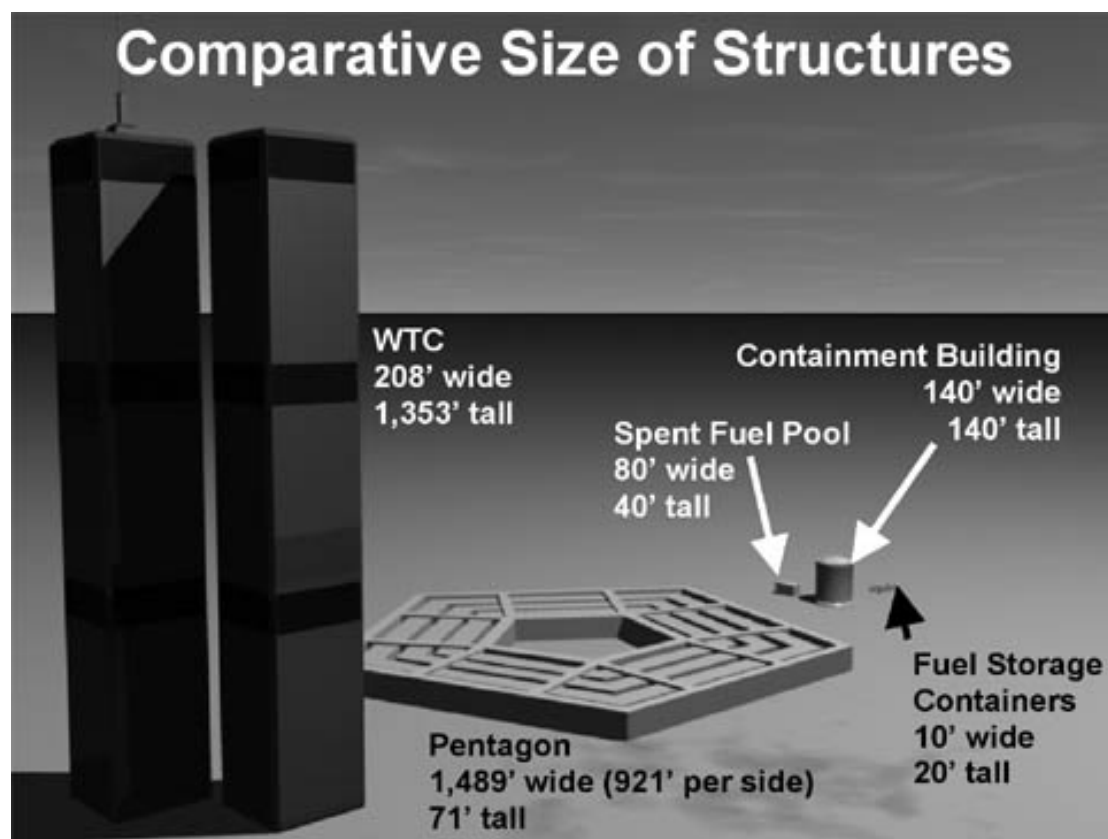


圖 20 世貿中心、五角大廈與核能電廠建築物量體比較示意圖

## 八、核能電廠發生事故時各單位的角色功能

### (一) 州政府與地方政府

結合地方政府及各相關單位資源，負起保障廠外民眾免受事故傷害的責任。核子事故發生時，州與地方政府有著決定權與責任對所轄的民眾進行適當的民眾防護行動，包含進行疏散、掩蔽、和通知大眾服用碘片。而這些決策基礎是來自於電廠經營者與地方自己有的核子與健康機構的建議。而 NRC 則是提供地方政府與州政府相關作為的指導與建議。

### (二) 持照者(電力公司或核能電廠，亦稱業主)

一旦知悉有核子事故發生並且可能產生輻射記量物質超出聯邦政府 Protective action guides 所規定時，電廠應立刻進行評估，通知地方及州政府並給予適當之行動建議，避免民眾受到暴露於輻射污染物的傷害。另外如果狀況演變持續惡化到電廠應該有專責機構，在輻射物質外洩出電廠前一個小時，立刻通知 NRC 的值勤中心，並且在 15 分鐘內通知地方與州政府並且給予適當的民眾防護作為的建議。

電廠也應該依據緊急防護計畫並且確保緊急事件發生時，電廠有能力及能量確保民眾不會受到傷害。

### (三) 美國核管會

1. 支援核能電廠及州政府應變。
2. 獨立評估核能電廠採取的措施。
3. 應廠外應變單位要求，協助確認核能業者所提出的民眾防護建議。
4. 知會聯邦相關單位事故狀況。
5. 知會媒體及協調其他公共事務組織，使其瞭解 NRC 對事故狀況之對策與看法。
6. 評估核能電廠所提出的緊急應變計畫是否足以防護大眾的健康與安全。
7. 評估核電廠所提出的緊急應變計畫是否能夠被電廠的緊急應變人員執行，並且在事故發生時有足夠的裝備和資源進行應變。
8. 複審國土安全部 DHS 對廠外緊急應變計畫的評估結果。
9. 負責對全美國有關核子事故整被階段相關決策（包括發照、停照、發款等）
10. 在核子電廠於平時整備階段，經由聯邦政府的國土安全部為聯繫的介面協助州與地方政府。
11. 透過 NRC 其下四個區域辦公室給予地方政府廠外整備計畫的協助。

NRC 在核子事故發生時(包括在演習時)，均秉持四不政策，讓業者全心全力投入救災行動，分別如下：

不視察(inspect)、不涉入(intrude)、不干擾(interfere)、不打擾(interrupt)

#### (四) FEMA 聯邦緊急應變管理署

聯邦緊急應變管理署 (Federal Emergency Management Agency, 以下簡稱 FEMA) 係美國專責處理各項緊急重大事故的單位，以往為獨立機關，但自 2001 年發生 911 恐怖攻擊事件後，美國特別成立了國土安全部 (Department of Homeland Security, 簡稱 DHS)，並將 FEMA 納為其中單位。

1. 評估地方與州的緊急應變計畫足以保護大眾健康與安全。
2. 評估核地方與州政府所提出的緊急應變計畫是否能夠被政府緊急應變人員執行，並且在事故發生時有足夠的裝備和資源進行應變。
3. 評估地方核子事故警報通知系統是否適當
4. 提供州政府與地方政府訓練教學的資源
5. 監督中央聯邦層級的政府關於核子事故整備的橫向聯繫整合
6. 複 NRC 審核核子經營設施所 (包含電廠、燃料儲存設施等) 提出之緊急應變計畫。。

FEMA 在核子事故緊急應變的主要任務在核准核能電廠廠外(主要為州或地方政府負責)部分的應變計畫，同時在每 2 年 1 次的演習當中扮演評核的角色。依規定如果演練中發現重大缺失，州政府應於 120 天內改善完成，否則緊急應變計畫即屬有重大瑕疵，而 NRC 可以據以要求電廠停止運轉。鑑此，電力業者基於自身利益，都會積極出錢出力協助州政府，改善其應變計畫的重大瑕疵。

## 九、NRC 對核安演習之規劃

美國核管會要求核能電廠每 2 年要參加 1 次情節發展至煙羽階段(plume phase)的演習，每 6 年參加 1 次發展至攝入階段(ingestion phase)的演習，表 6 為核管會 2007 年參與核安演習的規劃。

表 6 NRC 於 2007 年規劃之年度演習表

DATE	FACILITY/ACTIVITY/EXERCISE NAME	STATE	PARTICIPANTS	COMMENTS
03/07/07	Fitzpatrick	New York	Region I	Region
03/07/07	Palo Verde	Arizona	Region IV	Region
03/21/07	Dresden	Illinois	HQ & Region III	Full Exercise
04/17/07	Three Mile Island	Pennsylvania	Region I	Region
04/18/07	San Onofre	California	Region IV	Region
05/2007	Portsmouth (Fuel Facility)	Ohio	Region II	Region
05/16-17/07	PINNACLE/ARDENT SENTRY	N/A	HQ	Interagency
05/15/07	Davis Besse	Ohio	Region III	Region
05/22/07	Ginna	New York	HQ & Region I	Full Exercise
06/20/07	Byron	Illinois	Region III	Region
07/10/07	Surry	Virginia	Region II	Region
08/07/07	Limerick (Evening Exercise)	Pennsylvania	Region I	Region
08/08/07	Callaway	Missouri	HQ & Region II	Full Exercise
08/22/07	Hatch	Georgia	Region II	Region
08/29/07	Comanche Peak	Texas	Region IV	Region
09/07	Westinghouse (Fuel Facility)	South Carolina	Region II	Region
09/18/07	Oyster Creek (Evening Exercise)	New Jersey	Region I	Region
09/19/07	Grand Gulf	Mississippi	Region IV	Region
10/16/07	McGuire	North	HQ & Region II	Full Exercise

		Carolina		
10/16/07	Fort Calhoun	Nebraska	Region IV	Region
10/17/07	Vermont Yankee	Vermont	Region I	Region
10/30/07	Calvert Cliffs	Maryland	Region I	Region
11/06/07	Wolf Creek	Kansas	Region IV	Region
12/05/07	Waterford	Louisiana	Region IV	Region

基本上，核管會所轄四個區域管理署（Regional Office）每年都會安排參加 1 次所管範圍內核能電廠全方位(Full Scale)的演習。

至於核能電廠保安(security)演練，核管會早在 1980 年代即要求各核能電廠執行，當時規定每 8 年進行 1 次所謂的實兵對抗(force on force)演練，鑑於 911 事件，近年來 NRC 已要求縮短該類演練週期至 3 年。

基本而言，各核能電廠除配合進行各項廠外聯合的演習外，每季並會進行不同項目的內部演練，以測試本身緊急應變能力。

## 十、華盛頓 DC 消防局參訪見聞

以目前的國際情勢來說，種種跡象顯示，美國被列為恐怖份子攻擊機會最高的國家之一，特別是美國的首都華盛頓哥倫比亞特區，城市內許多重要的政府機關如白宮、國會山莊、副總統官邸等，亦有許多象徵美國精神的重要歷史建築物如華盛頓紀念碑、林肯紀念堂、傑佛遜紀念堂、史密斯博物館等，都被視為被恐怖攻擊機會極高的標的。

2001 年所發生的 911 恐怖攻擊事件，雖然沒有飛機直接撞上華盛頓特區的建築物，但是其中的一架撞上了美國國防部五角大廈（位於維吉尼亞州），而五角大廈位於大華盛頓生活圈裡，與 DC 僅僅只有一條波多馬克河的距離，更有媒體及專家大膽指出，另一架墜毀於賓州郊區的飛機更是衝著白宮而來。2001 年 911 事件發生當時，DC 亦進入了全面警戒，所有聯邦政府工作的員工全面進行

疏散，步行回家，許多當地的居民回想起當時的情形還心有餘悸。

但 DC 也是全美甚至是全世界最重要的觀光城市之一，每年吸引成千上萬的遊客造訪此城市，據了解設籍於 DC 的人口有 50 萬人，但日間的人口，包含從郊區進城工作及觀光客等非特定居住的人口，保守估計達 100 萬。可以想見這樣一個結合政治、觀光重要的城市，加上如此特殊的人口結構，對消防救難工作是相當有挑戰的，因此雖然本次專題研究的主題是核子事故緊急應變，但因為個人在消防局工作，更不能放棄此一難得的機會，利用研究空檔參訪 DC 消防機構，僅將所見所聞列出如下供作參考。

整個華盛頓 DC 內約有 3000 個消防人員，外勤消防隊員的勤務方式是分成四個班，工作 24 小時後有 3 天的輪休，其勤務預定表如圖 21，有的時候外勤消防隊員也因勤務的關係必須要停休加班，但是因為法令的規定一次加班不能超過 12 小時，政府也會依據加班的時數全額的支付給加班的消防同仁，加班費並沒有上限。



圖 21 2007 年 DC 消防局勤務預定表共分四班制

一般民眾要加入消防隊需參加考試，這樣的考試由各地方政府自行舉辦，並

自行辦理分發，一般來說剛入行的基層消防隊員年薪是從 41,000 美金起跳（約台幣 135 萬），分隊長(captain)81,000 美金起跳(267 萬台幣)，小隊長(Lieutenant) 介於兩者之間，當然薪水也會根據你個人擁有的專業證照給予酌量增加費用，薪水也會隨這年資的增加逐年調升。

消防隊員開始工作後六年之後可以參加考試升任小隊長，考試的方式是用筆試的方式測驗你專業的技能，另外學歷也是一個考量升遷很重要的因素，隊員到小隊長，小隊長到分隊長，分隊長到大隊長都有相類似的升遷制度。也因為學歷是一個升遷重要的指標，所以政府會補助消防人員在職進修學費的支出。

一個分隊大約有 50 個人但因為是四班制，一個分隊車輛不多，一台水箱車，一台救護車，一台雲梯車（不一定每個分隊都有），帶隊官的配置是一台車一個分隊長三個小隊長（四天輪班制）。所以一天大約有 11 個人上班，值得一提的是，大隊長（Battalion Chief）也有四個，各有配一個司機，總共 4 名大隊長的專屬司機。

DC 內大約 40 分隊 companies（其中約有 33 台水箱車、16 台雲梯車，3 個特種救助隊），屬於七個大隊 Battalion（其中一個是特種救助大隊隊）會四處跨轄區支援救災，有三艘消防船、與兩台消防直昇機。有關內務管理的規定，早上七點到晚上八點不能睡覺，（可以躺在床上看書），台灣早期分隊用的出勤用滑杆，DC 的消防隊還是繼續使用，整個 DC 消防局有 50 個女消防隊員，女隊員有自己的寢室，內有置物櫃、盥洗室等。

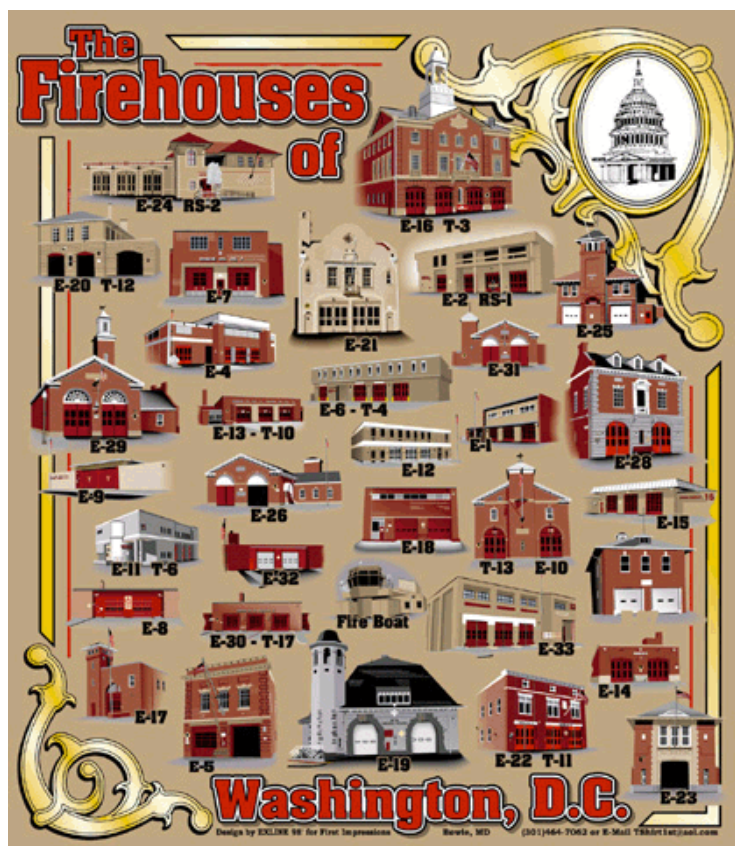


圖 22 DC 消防局自行設計之 T 恤圖案，內有各分隊的造型



圖 23 白宮的轄區分隊之 T 恤，分隊人員以保護美國總統安全而自豪

消防局局長也是由地方首長直接指派，因為會隨著首長的輪替而有所更換，



如 DC 在 2006 年 12 月產生的新任的市長，市長也在上台之後，更換了新的消防局與警察局局長。DC 消防局與台北縣政府消防局相關比較如表 7。

表 7 台北縣消防局與 DC 消防局比較表

特徵	臺北縣政府消防局	華盛頓 DC 消防局
轄區面積	2052 平方公里	177.081 平方公里 69 平方英里
轄區人口數	377 萬 (2007/2)	日間超過 100 萬
大隊數	六個	七個
消防人員數	約 1000 人	3000
勤務制度	勤二休一 (每月補休兩天)	勤 <del>三</del> 休 <del>一</del>
有無消防船	無	三艘
是否利用滑杆出勤	否	是
升遷小隊長之規定	沒有限制但目前為止最快紀錄為 7 年	6 年後開始可以升遷 (但大多超過 10 年以上才有機會)
隊員剛入行薪水 (年薪)	約 80 萬	135 萬

## 伍、業務改進建議

### 一、核子事故部分

#### (一) 固定派員參加哈佛大學研討會

本次專題研究，於期間參加位於 BOSTON 哈佛大學公共衛生學院所主辦的『輻射災害規劃及恐怖攻擊安全暨協商研討會』，研討會的講師包含美國聯邦各政府機關的官員及學界的教授及各方面實務界的專家，內容除了美國有關核能防災最新的法規與政策，也包含過去處理相關事故與辦理相關業務經驗的分享。

除了經由課堂上學習，也可以在會場認識來自於全美甚至世界的相關從業人員，包括來自中央到地方政府相關核能防災、管制工作人員及來自民間電廠、私人公司的人員，可以從透過各個不同的層面瞭解美國的規定及核子事故應變的作法，並結識相關的人脈，便於日後可以直接請教相關的業務，甚至到達其工作的地點進行參訪，對於本國提升核子事故應變的業務人員相關知能，幫助非常大。

此研討會每年固定辦理，建議本府可每年固定派員參加，以強化本府核子事故人員相關應變能力，並擴展本府國際關係。惟為此研討會全程以英文，參加者需具備一定的英文能力，吸收的效果較好。

#### (二) 酌情參考美國沒有預演模式的演習

本次到阿拉巴馬州的 Farley 核能電廠參觀其年度演練，其演習完全沒有預演，參演人員事前也完全不知到狀況腳本，直到演習當天完全依據演習的狀況下達官所下達的狀況，臨場發揮，也因為沒有事前的腳本，所以可以接受偶而發生的，但可以接受，美國人很珍惜這樣演習的機會，希望藉此測試自己單位平常整備的能量，並認真面對在此過程中產生的瑕疵，進行缺失

改進，建議日後考量本國國情的狀況，進行類似的演習已瞭解各相關機關真實動員應變的能力。

### （三）演習後確實的檢討值得我國借鏡

此次參觀美國所辦理的演習，於演習結束後，所有人會平心靜氣坐下來，發表演習所面臨的問題、心得感想，及該如何檢討的方向，在那樣的討論氣氛中，並沒有階級的分別，不論你是指揮官、操作員，每個人都有公平發言的機會，且每個人都踴躍的發言，針對自己在演習中所執行的業務作檢討。這樣的檢討過程，往往是整個演習過程中，最重要的過程之一，所帶來的收穫也最多，因為透過這樣良性的檢討互動，往往可以使整個組織團隊的向心力增加，也可以確實瞭解各個環節的成功與失敗點，並加以改進，更利於日後危機發生時更有效妥善的處理。

### （四）核安宣導的紀念品應考慮生動活潑並與民眾生活結合

本次參觀阿拉巴馬州的 Farley 核能電廠，該電廠每年都會印製精美的月曆分送給 EPZ 內的居民，月曆的照片每年皆有不同的主題，以本次參訪所取得 2006 年的版本為例，月曆內的照片皆以在該電廠工作且目前正服役或曾經服役於軍中的員工，據電廠人員表示，因為美國人普遍的價值觀保家衛國的軍人十分敬重，這樣的點子廣受民眾好評，大多數的民眾也會將其掛在家中，而月曆內最後幾頁也包含了核子事故相關的知識宣導，及一旦核子事故發生時，民眾所需配合民眾防護行動的相關資訊，Farley 電廠以這樣的方式，確保一旦核子事故發生時，每一個家庭裡都一份相關的行動指南，指引民眾進行應變，並提供基本的知識。這樣的概念本府可以加以學習，不但製作民眾喜歡的宣導品，並且考量這個宣導品與民眾的生活結合，在緊急事故發生時，也能立即派上用場。

## 二、消防部分

### (一) 消防紀念品以朝多樣性發展

本次在美研習期間，有機會到各地消防機關與之交流，藉此機會或交換或購買各地消防機關紀念品，發現各種紀念品與防火宣導品從 T 恤、鑰匙圈、兒童畫冊、消防車明信片（如圖 24）、尺、蠟筆等包羅萬象五花八門，令人不禁讚嘆美國人的創意，本局每年也有固定的經費購置相關防火防災宣導品，可以參考國外的作法，開發多樣化形式的防火宣導品，讓民眾更能夠接受達並到宣導效果。



圖 24 紐約消防局所印製消防車造型之明信片

### (二) 消防的紀念品應結合地方特性

美國是一個面積廣大的國家各地方有各地方的特色，其政府的組織型態也與台灣中央到地方一條鞭的方式不一樣，往往各地方政府便能決定自己轄內的政府組織型態。消防也不例外包括制服、局徽等全美各地都不一樣，也因此有許多結合當地特色的紀念品產生，包括結合當地城市球隊、特產、名

勝古蹟等的特色，因此美國許多消防隊（如波士頓、紐約、華盛頓等）都有製作結合當地特色的紀念商品或 T 恤，供觀光客選購，消防分隊亦有排定固定的公差勤務販賣此一販賣紀念品，觀光客也樂於購買這樣特殊的產品，也因此會走入消防隊裡瞭解當地的消防特色，不但可以藉此進行防火宣導，分隊也多一筆基金可以運用，建議台灣也可在不違反相關法令的情形之下，比照美國的模式，依據分隊其所屬轄區的特性，適度開發紀念品，以達與民眾接近的目的。