

出國報告(出國類別:訪問)

日本美濱核能電廠
原子力綜合防災演練國際觀摩
出國報告

服務機關：行政院原子能委員會

姓名職稱：輻射偵測中心高薇喻組長

核能技術處劉俊茂科長

核能技術處周昱辰技士

派赴地區：日本/福井縣

出國期間：111年11月3日至8日

報告日期：111年12月29日

摘要

2011 年東日本大地震引發福島第一核能電廠核子事故，造成放射性物質外釋，影響居民與環境甚鉅；因應我國與日本在地理環境與天然災害上有許多相似之處，故參考福島事故經驗回饋，積極展開核能電廠各項強化措施及重新檢討核子事故相關民眾防護及應變機制，並將相關因應之配套作為落實於平時整備工作，期能從源頭減災、整備耐災至應變抗災，全面強化核子事故應變機制。

為使我國在核子事故應變整備作業能與時俱進，我國除邀請國際專家參與核安演習，進行雙方意見交流外，日本內閣府於 2016 年起，亦首次透過國際交流方式，邀請我國與世界各國專家及代表觀摩該國年度舉辦之原子力綜合防災演習，藉以增進雙方應變機制及作業程序上學習與交流。該國無論是演習規模或是演練情境設計及流程，均類似我國核安演習，以本次演練擇定福井縣美濱核電廠為例，演練項目包括進行廠內事故處置應變、廠外民眾防護作業，參與單位包括中央、地方相關公私部門及核能電廠業者等，觀摩行程中亦配合於演練當下說明事故發生時之應變措施及政府組織運作，有助於我國借鏡日本核災處置經驗，以及兼顧疫情下的複合式災害應變作法，精進我國核子事故災害應變機制及演習規劃。

目錄

壹、 出國目的	1
貳、 出國行程	2
參、 過程紀要	3
肆、 日本與我國之比較	19
伍、 心得與建議	22
陸、 參考資料	24
柒、 附件	26

圖目錄

圖 一、美濱核電廠空拍圖	4
圖 二、美濱電廠 PAZ 及 UPZ 範圍.....	6
圖 三、日本 EAL.....	6
圖 四、日本 OIL.....	7
圖 五、日本弱勢民眾於廠區緊急事故疏散流程.....	7
圖 六、敦賀原子能科學館 At Home 內部設施.....	8
圖 七、美濱町原子力災害對策本部.....	9
圖 八、美濱核電廠展示館(PR センター).....	10
圖 九、美濱町環境能源教育館.....	10
圖 十、廠內應變人員及車輛輻射偵檢及除污作業.....	11
圖 十一、美濱原子力災害現地對策中心.....	12
圖 十二、原子力緊急事態支援中心之無人機設備.....	12
圖 十三、PAZ、UPZ 地區民眾疏散流程.....	13
圖 十四、臨時集合場所長濱高月國小.....	13
圖 十五、臨時集結站發放碘片，以及說明注意事項.....	13
圖 十六、核子事故警報簡訊.....	14
圖 十七、偵檢除污站之偵檢及除污程序.....	15
圖 十八、偵檢除污站之配置圖及對應之人力.....	15
圖 十九、長濱紅十字醫院輻傷醫療處置.....	17
圖 二十、國際觀摩人員交流會議.....	19

表目錄

表 1、出國行程表	2
表 2、國際參訪團參與國	4
表 3 操作干預基準比較表	23

壹、出國目的

台灣與日本均為海島型國家，在地理位置及地震、颱風等天然災害潛勢皆有許多相似之處，因此，無論是防災體系或是應變機制，日本都是我國精進防災措施相當好的取經對象。2011年3月11日，日本東北地區遭受規模9.0強震襲擊且引發海嘯，接續更因福島第一核能電廠喪失外電，引發放射性物質外釋的嚴重核子事故，進而執行疏散、移居、碘片服用等民眾防護行動，影響當地居民生活甚鉅。為能有效增進我國核子事故應變作業，原能會借鏡福島核子事故經驗，於101年8月完成「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」總檢討報告，以精進我國核能電廠之耐災能力及應變機制。

日本內閣府為強化電廠的應變與整備機制，2016年起舉辦核子事故演練時邀請我方代表前往觀摩，並促進雙方互動及意見交流，包含2016年北海道泊電廠、2017年九州玄海核能電廠、2019年島根核能電廠，我國也於舉辦核安演習時邀請日本派員觀摩，虛心接納國際回饋從而檢視我國之核安應變及整備是否完備，達到國際交流之目的；2020年全球發生嚴重特殊傳染性肺炎(COVID-19)，世界各國都造成莫大的影響，為避免疫情擴散，各國演習停止國際間實體交流，至2022年在疫情趨緩下，日本及我國均相繼對外開放，因此再次接獲日本內閣府邀請，於2022年前往觀摩福井縣敦賀市美濱核能電廠之原子力綜合防災演練。該國綜合防災演練類似我國核安演習實兵演練，參與單位包括中央、地方相關公私部門、相關團體及核能電廠業者，其動員規模及執行作法與我國核安演習相似，演練內容包含兵棋推演及實兵演練，如電廠工作人員及一般民眾的車輛及人員除污作業，美濱町原子力災害對策本部、美濱町 Off-site Center 原子力災害現地對策總部開設及運作，並觀摩敦賀原子力緊急事態支援中心、輻傷醫療處置及原子力規制委員會之緊急事態中心(ERC)等等。最後於觀摩行程結束後，與內閣府及 NRA 等官員共同參與座談，進行意見交換及訪談心得分享。藉由本次實地參與觀摩，除可深入了解日本核災應變機制及演練規劃與做法，也能瞭解該國在 COVID-19 防疫作為下的最新民眾防護因應之道，有助於反思我國現行核災應變以及演習規劃，進而強化及完善我國整體之核子事故應變機制。

貳、出國行程

本次出國行程含往返共計六日，行程表(表 1)如下：

日期	行程內容
11月3日	去程 (桃園機場->日本中部國際機場->福井縣敦賀市)
11月4日	1. 參加演習觀摩前說明會及歡迎會 2. 參觀敦賀原子能科學館 3. 美濱町原子力災害對策本部(美濱鎮核災應變中心)運作觀摩
11月5日	演習觀摩： 1. A組:美濱電廠廠內應變作業-噴水作業、接電作業 B組觀摩:美濱電廠展示館、環境教育館 2. 電廠應變人員車輛及人員除污 3. 美濱 Off-Site Center 原子力災害現地對策中心 4. 原子力緊急事態支援中心
11月6日	演習觀摩-廠外疏散： 1. 臨時集合場所碘片發放 2. 民眾避難退域檢查車輛及人員除污作業 3. 輻傷醫療處置 4. 美濱 Off-Site Center 原子力災害現地對策中心本次演習總結報告及記者訪問。
11月7日	1. 參訪原子力規制委員會 ERC 2. 參加內閣府與國際觀摩人員交流會議
11月8日	回程(日本東京羽田機場->羽田機場)

參、過程紀要

日本之 2022 年原子力綜合防災演習(Nuclear Energy Disaster Prevention Drill 2022) 國際觀摩於 111 年 11 月 4 日至 7 日間舉行，行程如附件 1。本次觀摩除我國外，還有美國、英國、法國、瑞士、南韓、新加坡等國家代表參加，共 24 人(如表 2)；台灣代表團共計 3 人，由原能會核能技術處及輻射偵測中心派員參加。日本依照原子力災害對策特別措施法實施防災演練，本次擇定福井縣之美濱核能電廠(Mihama NPS, 如圖一)及鄰近區域舉辦，該電廠曾於 2001 年實施演練，事隔 21 年再度辦理。美濱核能電廠場址位於福井縣三方郡美濱町，由關西電力公司營運管理；廠內共設有 3 部機組，1 號機、2 號機及 3 號機分別在 1970 年、1972 年及 1976 年商轉，皆為壓水式反應爐(Pressurized Water Reactor, PWR)，是日本第一座由民間電力公司興建營運的核電廠。後因福島事故，美濱核能電廠 1 號和 2 號機組自 2015 年 4 月 27 日運轉結束，正式進入除役作業；2021 年 4 月，原子力規制委員會完成檢查作業後，同意福井縣美濱核能電廠 3 號機重啟，成為福島事故後日本首座重啟超過 40 年的核電機組，惟重啟後曾因反恐設施建設延誤，被原子力規制委員會要求暫停商轉。

在完成相關設備建置後，美濱核能電廠 3 號機於今(111)年 8 月 30 日恢復運行，可供應 82.6 萬 kW 的電力。3 號機目前運轉已達 46 年，也是日本目前運轉中電廠唯一一座運轉壽命超過 40 年的電廠；本次演習過程中，美濱核能電廠 3 號機均維持滿載運轉狀態(運轉狀況即時查詢網址：https://www.kepco.co.jp/energy_supply/energy/nuclear_power/info/monitor/live unten/mihama_real.html)。



圖 一、美濱核電廠空拍圖

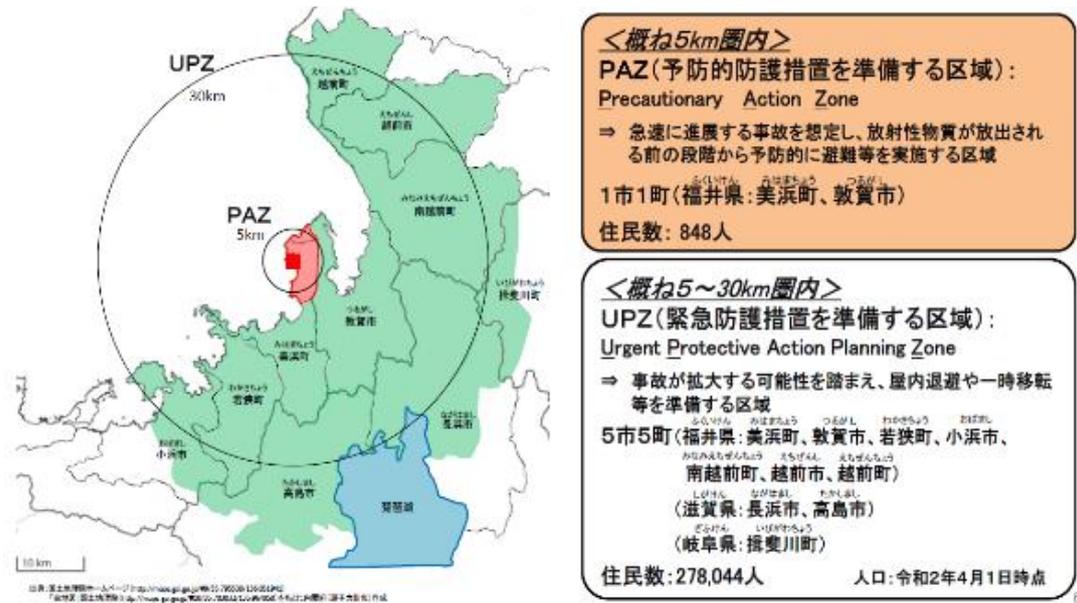
(資料來源: NHK ニュース 速報・最新情報)

表 2、國際參訪團參與國

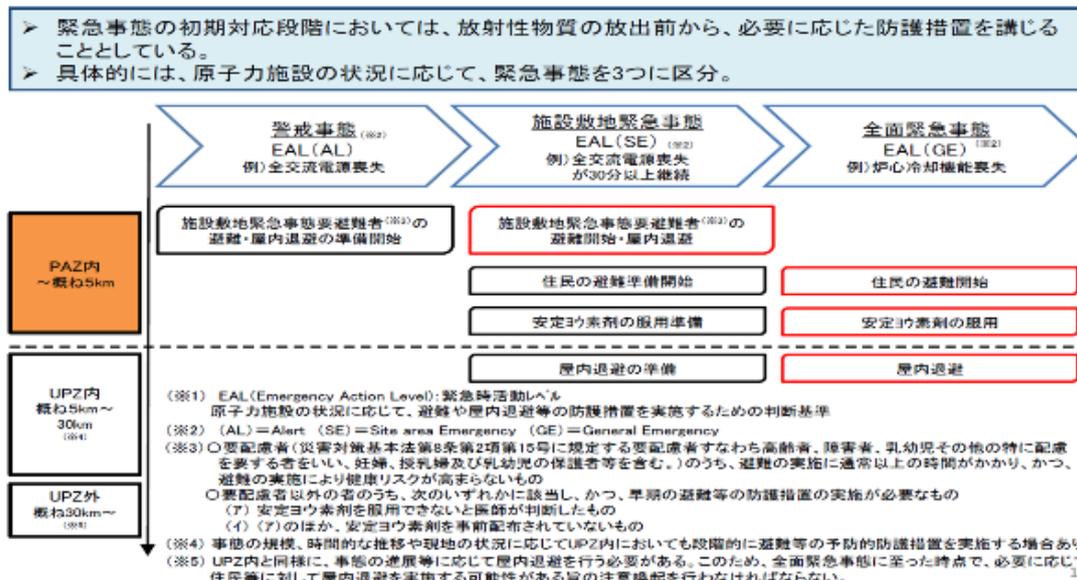
國家	參與人員工作屬性概要
日本	原子力規制委員會(內容解說、參訪團領導)、旅行社(行程控制及翻譯)
美國	DOE/NNSA、NRC、美國駐日總領事館、美國領事館大阪分館(環境及經濟領域)
英國	英國總領事館
法國	法國駐日領事館(核能顧問)
瑞士	瑞士聯邦核能安全機構(ENSI)(應變準備、輻射暴露)
韓國	韓國核能安全局(核災應變準備、大港倡議、應變準備及事故應變)
新加坡	民防組織、空軍、警察、國家實驗室、能源市場
台灣	原子能委員會

一、日本核災應變體系說明

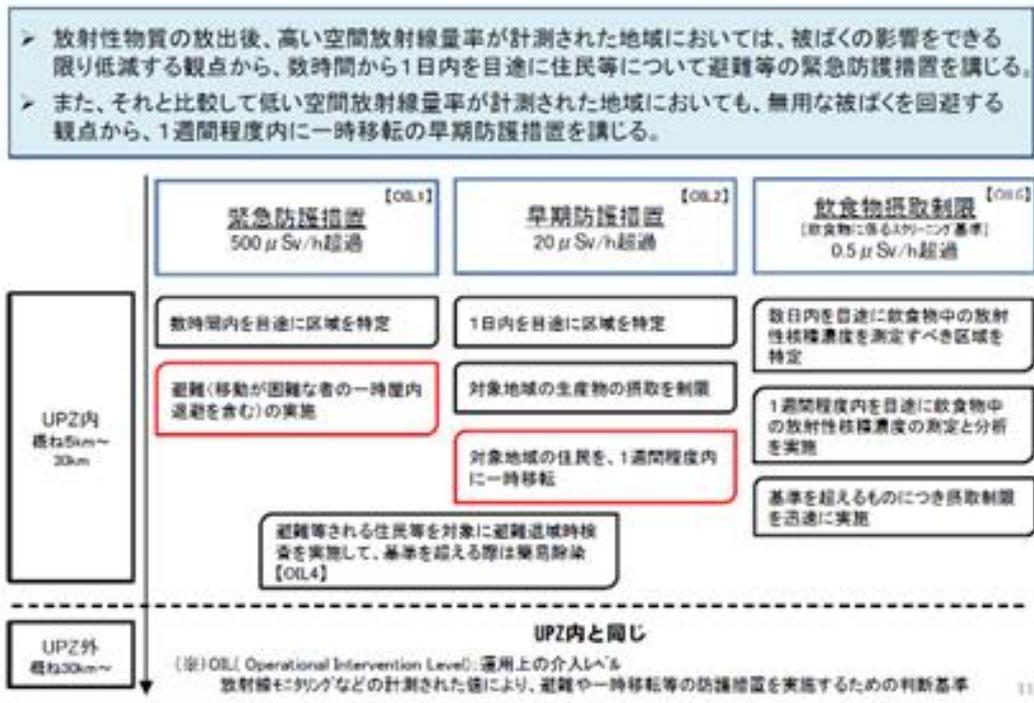
觀摩行程首日，由日本 Nuclear Regulation Authority(NRA,原子力規制委員會)官員說明日本 NRA 組織、工作內容以及相關原子力政策與福島事故後組織改造的差異。日本核能電廠緊急應變計畫區係參考國際原子能總署建議，將緊急應變計畫區劃分為 PAZ(Precautionary Action Zone,距離電廠 5 公里範圍內，類似我國 EPZ 3 公里內距離)及 UPZ (Urgent Protective Action Planning Zone,距離電廠 5 至 30 公里範圍，類似我國 EPZ 3 至 8 公里範圍)。以美濱核能電廠為例(詳參考附件 2)，PAZ 範圍為福井縣之美濱町和敦賀市，居民人數約 828 人；UPZ 範圍則包含福井縣內的七市町(美濱町、敦賀市、若狹町、小浜市、南越前町、越前市、越前町)、滋賀縣內之二市(長濱市、高島市)及岐阜縣之揖斐川町，居民人數約 278,044 人；上述之緊急應變計畫區範圍及居住人口如圖 2 所示，合計約 28 萬人，又以福井縣之涵蓋面積及影響人口最多。發生核子事故時，依電廠事故狀況執行緊急行動基準(emergency action level,縮寫為 EAL，依核子事故類別於緊急應變計畫區內考慮採行民眾防護行動之建議)、操作干預基準(operational intervention level, OIL，依輻射劑量率量測及劑量評估結果於受影響區域內考慮採行民眾防護行動之建議)等等作法(圖二、圖三及圖四)。在 UPZ 範圍，則依電廠事故狀況，原則要求民眾執行室內掩蔽，並依當地的輻射狀況，依 OIL 執行各項輻射偵測、檢測以及撤離作業(圖四、表二)。此外，依福島電廠事故撤離民眾經驗，長時間撤離造成有健康風險的民眾在撤離過程身體健康惡化，許多民眾因此而喪生。爰此，在福島事件後，NRA 在緊急戒備時要求 PAZ 內的弱勢疏散對象(包含孕婦、嬰幼兒、授乳中女性、嬰幼兒的照顧者以及年長者、身心障礙者如失智症患者)且無健康風險因素者，優先進行撤離的準備工作。弱勢疏散對象中若有因長時間撤離而可能造成健康惡化之對象，例如住院病患、在家之插管病患等，則在進入廠區緊急事故時，撤離至鄰近(PAZ 內)有輻射防護措施之地點安置等待，之後(約 7 天)再轉移至預定地收容場所；其他健康的弱勢患者則直接撤離至預定地收容場所(圖五)。



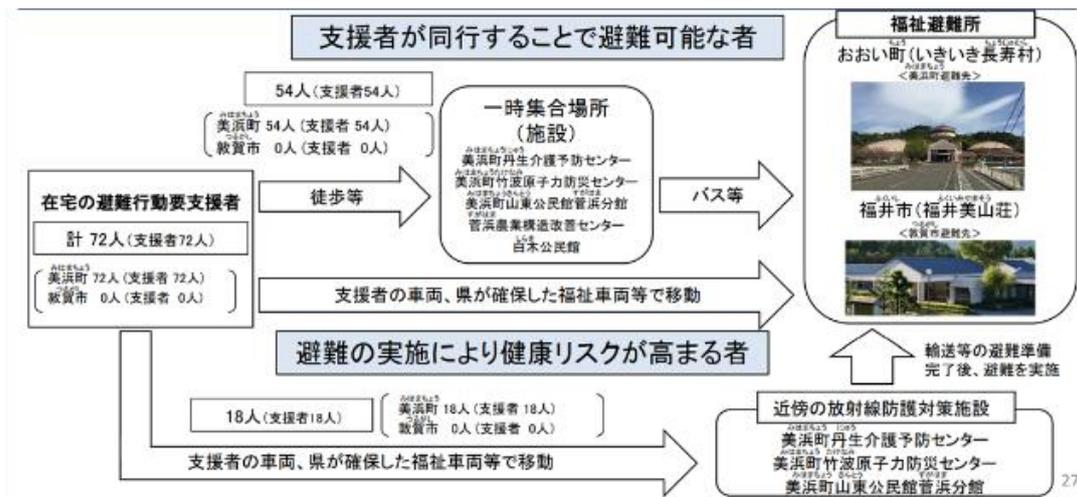
圖二、美濱電廠PAZ及UPZ範圍



圖三、日本EAL



圖四、日本OIL



圖五、日本弱勢民衆於廠區緊急事故疏散流程

二、參訪敦賀原子能科學館 At Home

福井縣因天然地理環境相當適合設置核能電廠，因此境內共有 6 座核能電廠 (4 座運轉中，2 座廢爐)，8 座核能反應器(7 座運轉中、1 座申請審查中)，僅次於福島縣 2 座電廠 10 座反應器，可謂目前日本核能發電重鎮，因此鄰近村鎮對於核安教育不遺餘力，1976 年在敦賀市設置原子能科學館，提供適合兒童、學生的輻射、核能教育內容，透過互動活動(如圖六)讓民眾容易了解核能發電的相關

科學，以及核能發電的重要性，提高民眾對於使用核能的接受度。為使民眾能夠更親近物理科學知識，該場館室內設計採日常住家風格，並取名為” At Home”。該館除對一般民眾開放外，鄰近學校也會透過校外教學方式，帶領學生前往參觀，自 2016 年至 2021 年間共約 84 萬人次參觀，尤其在福島事故之後，參觀的民眾快速增加，顯示日本民眾對於核能使用的關心。



(一)提供適合小孩子的科學宣導手冊



(二)透過互動遊戲了解氣渦輪發電的原理



(三)透過互動讓參觀者了解靜電



(四)讓參觀者以人力方式合作發電，累積發電量，來了解發電的辛苦與困難



(五)現場有小型 X 光機可看讓參觀者將隨身物品放入觀看構造

圖 六、敦賀原子能科學館 At Home 內部設施

三、美濱町原子力災害對策本部

美濱町原子力災害對策本部(美濱鎮核災應變中心)開設於美濱町的鎮公所 3 樓(圖七)，事故應變期間由町長擔任指揮官，召集相關單位包含消防、工務、民政等單位，以及電力公司的工作人員，進行災害現況以及處置過程的報告，同時電力公司人員亦須說明電廠目前事故狀況，並討論高風險民眾撤離的狀況。現場除了與 NRA 連線，也與美濱町廠外應變中心(Off-Site Center)原子力事故現地對策總部連線，說明最新的狀況及處置需求。



(一)美濱町原子力災害對策本部會議



(二)現場透過視訊系統與首相官邸對策本部
視訊連線

圖 七、美濱町原子力災害對策本部

四、廠內演練

本次演練情境設定為地震之後，美濱核能電廠 3 號機緊急停機，反應爐冷卻水洩漏，蒸汽產生器冷卻系統及反應爐注水系統喪失功能(ECCS 功能正常)，最終爐心喪失冷卻功能，進入全面緊急事故。此次國際觀摩團參訪廠內演練項目，包含電廠電源車(500 kV)接電作業及圍阻體撒水，降低外釋輻射塵擴散的作業。接電演練部分，由於日本各家電力公司的電力接頭設計均有不同，電廠接電作業需透過轉接頭來解決插座不同規格的問題。另圍阻體噴水部分，廠內設置 2 台加濃水砲，由工作人員穿著防護衣進行操作，對圍阻體破口部分進行噴水，目的為利用水霧減少放射性物質的外洩。

此次觀摩行程亦留意電廠保安作業，電廠周圍設有鐵刺圍網及攝影機，觸動圍網後會將訊號傳送至保安中心，並由保安中心轉動攝影機查看；主警衛室則以保全為主，主要武力為警棍，而電廠警察主要武力則為槍械。外賓進入電廠除了查核行李、身分與 X 光機檢查，進入管制口則需要電廠核發之六位數號碼及感應卡才可進入，而電廠員工則是使用指紋辨識進入管制口。

五、美濱、敦賀核電廠展示館

美濱電廠展示館及敦賀電場展示館均位於電廠大門處，類似我國南、北展館，介紹電廠設施、歷程以及對於地震、海嘯的安全對策。



(一)美濱核電廠安全防護介紹



(二)美濱核電廠歷程介紹

圖 八、美濱核電廠展示館(PR センター)

六、美濱町環境能源教育館

該教育館配合 2050 零碳排放的世界趨勢，由廢棄小學改建，以天然能源(太陽能及水力)作為主軸，以微電網模式建置太陽能板、展示館及電池倉庫，讓參觀者體驗「能源」與「環境」共存的未來生活。



(一)美濱町環境能源教育館設施介紹



(二)使用水力之過去農家建築

圖 九、美濱町環境能源教育館

七、電廠應變人員車輛及人員除污作業示範

演練地點為關西電力公司的員工宿舍前(距離電廠約 9 公里)，員工宿舍前建築設有廠內作業支援中心(OPERATION SUPPORT CENTER, OSC)，作為緊急時刻廠內應變人力集合地點，中心並建有安全參數顯示系統(Safety Parameter Display System, SPDS 等設備)，為支援廠內應變工作人員回到住所前，進行車輛、人員偵檢作業及除污。其中日本除污方式為乾除污，以乾布/濕紙巾進行擦拭，據日方說明，以清水沖洗的濕式除污與乾式除污效果差不多，但是可大幅減少廢水的處理作業。人員除污也是以乾式除污為主。此外除污標準採日方訂定之

OIL-4，距離皮膚數公分劑量值為 40,000 count per minute, cpm(1 個月後的 OIL-4 為 130,000 cpm)，超過 OIL-4 的車輛及人員針對污染部分進行除污(如圖 10)。



(一)廠內應變人員車輛偵測



(二)廠內應變人員偵測及除污

圖 10、廠內應變人員及車輛輻射偵檢及除污作業

八、美濱 Off-Site Center 原子力災害現地對策中心

美濱 Off-Site Center(美濱原子力防災中心)位置距離電廠約 10 公里處，於電廠異常事故階段時就由 NRA 美濱事務所同仁進駐，並依照電廠事故進程，於廠區緊急事故時開設原子力事故合同現地對策本部，並由內閣府負責核災的副大臣進駐擔任指揮官。全面緊急事故升級為原子力災害現地對策本部，同樣由內閣府負責核災的副大臣進駐擔任指揮官，並有更多部會單位進駐，包含有其他單位的現地本部例如福井縣、福井縣美濱町、滋賀縣等等，現場工作人員將近 300 人。現場視訊系統可與首相官邸、福井縣縣廳、美濱町公所、ERC 等單位進行連線，並由首相發布緊急事態宣言，呼籲民眾撤離及服用碘片等內容。為使工作人員可以安心進行運作，美濱原子力防災中心建物設有正壓通風系統，並設有除污室供官員進入前可以進行偵檢及除污。另外配合長期運作，建物內也有儲備乾糧以應不時之需。在演習結束後，現地對策中心也召開總結會議，由福井縣知事、敦賀市市長、美濱町町長共同主持；會議先由各單位進行總結報告，最後由福井縣知事接受記者提問。



(一)美濱原子力災害現地對策中心現場設狀況



(二)首相發布緊急事態宣言

圖 十一、美濱原子力災害現地對策中心

九、原子力緊急事態支援中心

為民間企業日本原子力發電股份有限公司因應福島事故後之需求而建置，內部備有無人工作車、空拍機以及無人重裝機具(如圖十二)，提供進行障礙排除、輻射偵測以及建立通訊等等工作，為日本唯一一處核災支援中心，除設備廠房外還設有直升機停機坪。無人工作車及空拍機由日本自行研發或向國外購買，並由支援中心進行人員操作訓練，若接到通報則緊急進行人員召回、設備及物資裝載，並出發到事故電廠所在地。本次演習亮點之一為使用無人機空拍機運送碘片到偏遠、道路中斷之地方，再由所在地電廠人員接收碘片。雖然自 2016 年已完成支援中心建置，並進行多次的訓練，但目前設備仍未有實際進入核災現場之經驗。



(一)無人工作車



(二)空拍機搭載輻射偵測儀



(三)無人重型機具

圖 十二、原子力緊急事態支援中心之無人機設備

十、廠外演習

(一)民眾疏散流程及碘片發放

在全面緊急事故階段，會在放射性物質外釋前疏散 PAZ 地區的民眾，UPZ 的民眾則會視 OIL 的結果決定室內掩蔽或疏散。被疏散之民眾，首先到臨時集結站領取碘片，UPZ 地區民眾因為符合 OIL-2(空間劑量率每小時超過 20 微西弗)，可

能遭受到一定程度的輻射體外曝露，因此在領取碘片後會再到輻射防護站進行車輛或人員的輻射偵測及除污，最後才至臨時避難所安置(圖十三)。本次觀摩之臨時集結站為長濱市月高國小的體育館(圖十四)，由民眾進行資料登記之後領取物資，工作人員說明碘片服用的注意事項及詢問身體健康狀況。領取物資內容包含碘片及碘片使用說明與注意事項、食物、餅乾、礦泉水以及輻射偵測檢查表(圖十五)，提供的礦泉水可以供民眾在收到服用碘片的通知時立刻服用，部分的PAZ區域則仿效台灣目前的做法，已經將碘片發給民眾自行收存。

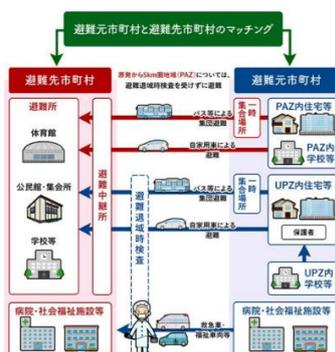


圖 十三、PAZ、UPZ 地區民眾疏散流程

圖 十四、臨時集結場所長濱高月國小



圖 十五、臨時集結站發放碘片，以及說明注意事項

(二)核子事故廣播發放及手機警報簡訊

電廠事故狀況因進入全面緊急事故，首相發布核子事故緊急宣言後，就會透過網路、戶外廣播、電視媒體等發布核子事故警報，另外電信業者也會發布手機警示簡訊(類似台灣的 CBS)。本次參訪內容未觀看警報發放，手機警示簡訊部分則僅有日文(圖十六)，若無日本手機號碼也無法收到警示簡訊。因此在最後參訪討論的部分，國際參訪團多人都提出警示簡訊應有英文的建議，僅可能讓越多的民眾及旅客收到相關訊息。

(三)除污措施

針對居民車輛偵檢部分，以 OIL-4(距離表面數公分處 40,000 cpm 為基準，經過事件一個月以 1,3000 cpm 為基準)為檢測標準，車輛若超過 40,000 cpm，除車輛進行簡易清洗外，由乘客代表進行抽樣偵檢；若乘客抽樣偵檢結果也超過 OIL-4，則所有的乘客都進行偵檢(圖十七)。在乘客有檢出的情形，所攜帶的隨身行李也必須一併做偵檢及簡易除污。在車輛及隨身行李經過簡易除污後，若仍高於 OIL-4，則必須暫時留置於除污現場。人員部分若經過簡易除污後仍然超過 OIL-4，則需送往輻傷醫院進行除污及治療。

人員偵檢的部分如圖十八，現場設置 2 組門框偵檢器，均以塑膠膜包覆，底部另鋪設替換式的紙墊；民眾會先經過門框偵檢器進行初篩，停留時間約 1 分鐘，若是偵測結果未超過設定之日本目前的除污基準 (OIL-4) 40,000 cpm，即可放行；反之，則需進一步進由人員以儀器進行複偵找出污染位置，若有污染會移到除污區進行除污；民眾執行初篩及複偵使用的表單如附件 12 文件附表，每個進到防護站的民眾都會拿到。防護站設有健康諮詢區及醫護區，受到污染的人在除污後會被引導至健康諮詢區，會診時說明輻射污染的影響；另外，被救護車送至醫療區的民眾，不會被要求須先做偵測，均以醫療救助為先。



圖 十六、核子事故警報簡訊

十一、長濱赤十字醫院輻傷醫療處置

長濱赤十字醫院是滋賀縣三個核災緊急醫療核心醫院(原子力災害拠点病院)之一，主要觀摩病患除污及輻傷演練。福島事故後，日本的輻傷醫療體系(詳參考文件 12)由原來的三級(依與電廠距離及輻傷處理能力分為 1 至 3 級)分為三級五類，依輻傷處理能力及角色分區分，第一級由國家指定，屬輻射傷害處理能力最高之研究所及醫院擔任，分別為基幹高度輻射曝露醫療支援中心、高度輻射曝露醫療支援中心及原子力災害醫療綜合支援中心；第二級及第三級由地方政府輔導設置，「原子力災害拠点病院」屬第二級，以各縣的大型區域醫院為主；第三級「原子力災害醫療協力機關」則是以地方的小型診所為主。發生核子事故後，鄰近電廠的據點醫院將成為主要的醫療據點，無論有輻射傷害的病人都進行接收，而其他的醫療協力機關及輻傷處理能力較高的原子力災害醫療綜合支援中心則會派員支援據點醫院。發生輻災之後，據點醫院將啟用偵檢通道及除污室，所有要入院的病患都將藉由警衛及工作人員引道至專用的入口進行輻射偵檢。在避難中繼所救護站經過檢傷，有輻射污染且需要緊急處理的病患也會藉由救護車送至據點醫院，進行除污及收治。若有輻射污染，則會視病患的傷病及緊急程度進行除污及緊急處置。完成除污及初步治療後，無輻射傷害疑慮的病患將視狀況轉院至 UPZ 之鄰近地區的一般醫療機構進行收治，無法處置的輻傷病患則會經過初步處置後轉送至輻傷處理能力更高的災害醫療綜合支援中心，如廣島大學或量子科學技術開發研究所進行處理。本項演練的考核則由輻傷處理能力更高的廣島大學派員擔任演練評核人員。



(一)救護車內裝以塑膠膜包覆



(二)傷口進行輻射偵檢



(三)一般病患輻射偵檢及乾除污



圖 十九、長濱紅十字醫院輻傷醫療處置

十二、原子力規制委員會

規制委員會辦公室位在東京都六本木，在福島事故前核電廠管制業務分散在內閣府、經濟部以及教育部；在福島事故以後，為整合管制權力，強化核安監管的獨立性，2012 年 9 月成立獨立機關，負責全國之核能安全管理、核子保安及核子保防等業務。委員會共委員長 1 名及委員 4 名，人事任命均須經國會同意。委員會轄下的業務執行機關為規制廳(核子事故期間與內閣府共同稱為原子力災害事務局)，員工約有 1,000 人(統計至 2022 年 1 月 1 日)，其角色與我國行政院原子能委員會相當。規制廳轄下派駐各電廠據點的事務所，則直接監管電廠保安、主導電廠年度演習規劃以及電廠防災計畫的審查工作。

規制委員會其規劃一整層辦公空間作為核子事故緊急應變中心 (Emergency Response Center, 簡稱 ERC) 之作業用，面積約 700 平方公尺，可容納約 300 人。該辦公區域平時 24 小時由 4 人監管核能電廠重要運轉參數及全國環境輻射偵測即時資訊，確保電廠運轉正常及環境輻射安全，其功能類似台灣之原能會核安監管中心，該中心在發生電廠異常通報或電廠所在區域發生五級以上地震，將召回工作人員成立 ERC。ERC 作業場所共分為廠外應變中心(off-site center) 作業區和廠內應變中心(on-site center) 作業區等二個區塊。廠內應變中心作業區是事故發生時負責追蹤掌控廠內狀況的作業區，可與日本各核能電廠及相關單位進行視訊連線。廠外應變中心作業區則是負責處理和地方災害應變中心相關作業事項，事故時也可隨時與各地方政府進行視訊連線，討論即時狀況和應變決策。廠

外應變中心下轄之應變功能分組有:住民安全班、醫療班、廣報班、放射線班、實動對處班、電廠班、總括班和國際班等。國際班則透過電子郵件、傳真等方式與國際單位如 IAEA 等進行連絡。

十三、參加國際觀摩人員交流會議 (地點:東京都)

本次參訪的最後一個行程是參加日本內閣府辦理之國際觀摩人員交流會議。會議主席為內閣府原子力防災事務局(Nuclear Disaster Management Bureau)局長擔任，先由內閣府針對本次演習進行回顧與總結簡報，再請國際觀摩人員就演習提出建議，並由內閣府及原子力規制委員會的代表分別就廠外及廠內的應變分工提出說明。

各國代表主要關心議題如防災訊息通知僅有日文的問題，也關心演練中有關民眾疏散、引導告示等僅有日文，希望能讓核子事故訊息讓外籍人士知道。日方表示，目前仍以本國民眾為主，會參考外賓意見研議提供其他語言資訊的方式及做法，以落實民眾溝通。本會同仁於總結會議向日方提出的問題係有關除役電廠是否還會要求其辦理國家級核安演習(Full-Scale Emergency Drill)；日方表示，完全除役的電廠數量較少，因此只要電廠還有一個反應器尚在運轉中，就會優先安排為國家級核安演習的考慮名單，原子力規制委員會和內閣府會依各電廠風險擇定每年演練對象。會議最後，主席感謝各國參與代表踴躍提供日本辦理演習的意見，有助於日本持續精進核子事故緊急應變作業(圖二十)。



圖 二十、國際觀摩人員交流會議

肆、日本與我國之比較

藉由本次演練國際觀摩，日本及我國在核子事故應變及演習做法比較如下：

- (一) 在觀光客疏散部分，日方在緊急戒備事故時，透過戶外廣播、廣播車、新聞資訊及手機訊息呼籲遊客返家或離開相關區域，有交通工具的民眾可自行離開警戒範圍，無交通工具民眾則在下榻旅館等待，安排返家；若事故進展至廠區緊急事故，仍留在 PAZ 內、無法離開的遊客則配合疏散到避難收容所，UPZ 內的遊客則進行室內掩蔽，並配合 OIL 執行疏散。我國在緊急戒備事故時之處置與日方相同，先關閉相關遊憩場所，無法離開之民眾由地方政府安排相關交通工具協助離開，但進入廠區緊急事故仍滯留的遊客，則由地方政府進行強制撤離。此外，日方因考量電廠周遭外國籍的民眾或遊客數量較少，因此相關訊息、手機簡訊仍以日文為主，而我國已為多元文化融合國家，考量有許多外籍人士或新住民，因此在核子事故警報亦有中、英文以及台語的內容，手機 CBS 簡訊亦有中、英文。
- (二) 本次綜合防災演練雖有廠內演習，因各電力公司的訓練機或模擬中心不在電廠周圍，而是設置在鄰近城鎮，無法配合進行演練操作，因此控制室部

分未規劃配合無使用模擬機演練。另經查詢資料電廠例行年度演練內容，控制室則配合在年度演練時，以電廠內辦公室模擬控制室配合演練，我國則在年度廠內演練或核安演習，電廠人員均配合在模擬中心執行演練，演練場景較日方更為真實。

- (三) 日本在醫療制度因醫院可考量醫院的病床數、值勤醫護量能及急診處理能力，醫院可能拒絕接收救護車送來的病患並要求救護車到其他醫院，因此過去仍時常有醫療人球的新聞，在核災時有大量民眾就醫需求情況下，恐排擠輻傷處置量能，病患在救護車上轉送或等待期間也增加醫療風險。因此日本現在採原子力據點醫院制度，在核災時集中醫療量能於據點醫院，讓病患經過必要的處置之後再進行轉院。我國則在醫療法中規定病患到院後醫院必須進行一定程度的緊急治療才能讓病患離開，各醫院的人員緊急召回、大量傷病患及轉院制度也在八仙塵爆事件中接受實際的壓力測試，因此我國若維持三級輻傷制度，配合無污染輕症民眾疏散到鄰近其他醫院，則不會有醫療崩潰的情形。
- (四) 日本在敦賀市建立科學教育館進行發電、核能及輻射的互動教育宣導，但針對核災緊急應變部分則是以宣傳手冊為主，因避難教育在日本的國小推動成果相當有成效，因此在輻災避難教育也多半配合地震等防災訓練進行。但要進行輻射科普知識的互動則必須透過校外旅行到敦賀科學教育館才能有所接觸，電廠除役的相關內容則無著墨。反觀我國電廠均面臨除役，因此除役科普及防災教育互動上著墨較多，核子事故應變宣傳的推動及創新部分則較日本有更強的力道，以科普展的方式辦理亦可於國內不同地點進行巡迴，解決民眾必須固定到特定地點才能進行教育互動的問題。
- (五) 日本考量除污後產生的大量廢水恐難處理，因此採行乾除污的方式，減少廢水的產生，且據日方表示在除污效果上沒有太大的差異；台灣則採濕除污的方式，廢水經檢測符合排放標準後即可排放。
- (六) 本次日本美濱電廠核安演習與我國核安演習最大差異主要有兩處：1. 演習設計：我國的核安演習會分成兵棋推演及實兵演練兩階段辦理，兵棋階段

為整備及應變的桌上推演，實兵階段是應變技術實作演練，且配合演練的時程壓縮時序；日本則是採實際時序的做法，合併辦理兵棋推演及實兵演練，以應變會議穿插實做，演練各項應變措施，優點為讓參與者熟悉決策面及執行面的關聯性，缺點為必須動員大量作業人力，且須兼顧演練費用、演練評核規劃以及觀摩動線安排。本次參與演習的應變人力及行政人員動員近 3,000 人，動員規模相當大，過去更有動員民眾萬人以上之演練，而我國核安 28 號演練也動員近 3,000 人，相比未有遜色之處。2. 本次演練重點：日本的演練重點為全面緊急事故(GE)階段之廠外民眾應變作業，台灣之防災作法強調超前部署，為避免核子事故發生，已要求台電公司必要時得採行特定重大事故策略指引(SMI)，執行廢棄核子反應器設施應變措施，以確保民眾生命財產安全為第一優先，因此我國核安演習實施重點為廠內及廠外緊急戒備事故(AE)至廠區緊急事故(GE)時之應變。綜上，透過赴日觀摩日方年度核安演習的實際做法，有助於我國未來規劃核安演習之廣度。

項目	日本作法	我國作法
觀光客疏散方式	緊急戒備事故時呼籲遊客返家，無交通工具民眾於廠區緊急撤離至收容所	緊急戒備階段關閉場所並撤離遊客，廠區緊急時強制撤離民眾，並由地方政府安排交通工具
核子事故警報/CBS 發放時機	全面緊急事故	廠區緊急事故
CBS/SNS 內容	只有日文	有中文跟英文
使用控制室模擬機配合演練	演習當下無使用模擬機；電廠年度演習則在電廠綜合事務所辦公室當作控制室	演習當下使用模擬機配合演練
輻傷醫療制度	原子力據點醫院支援模	三級輻傷急救責任醫院

	式	醫院
輻射教育	建造科學教育館，互動內容以認識發電、輻射及核能為主，核災應變主要為宣導手冊。	以辦理科普展與民眾互動方式宣傳輻射應用、核能發電及除役，以及核災、輻災應變。
除污方式	乾除污為主	濕除污為主

伍、心得與建議

- (一) 日方的核安演習廠內、廠外做法與我國相同，均依核子事故發生時序演練；日方演練重點在於全面緊急事故階段廠外的演練內容，民眾也對於演練內容相當配合；日本的民眾防護行動在放射性物質外釋前後分別以 EAL 及 OIL 做決策，與台灣現行做法一致。
- (二) 我國在核子事故廠外應變作法，部分內容台灣因國情壓力，在制度上反而比日本更為完整，例如在核子事故警報放部分台灣發放時間(廠區緊急事故)遠早於日本(全面緊急事故)，內容也配合國情有中英台語，手機告警訊息也有中英文內容。碘片發放部分日本也學習比照台灣的作法，預先發放給特定地區民眾。在民眾互動的部分台灣則比日本更早提及除役相關問題。我方將 EPZ 地區(山海里及頭溝里)畫有疏散路線及公車站資訊之束口袋發給當地民眾，我國此作法也突破日方僅以宣傳手冊宣導核災疏散宣傳的思維，方式更為多元化。
- (三) 日本參考福島的經驗，已調整除污作業的執行方式；輻射監測中心負責我國核子事故期間防護站及收容所的輻射偵檢及除污作法，建議可參考日本的做法，評估與我國現行做法的差異及檢討可行性，與相關單位共同討論，研議出最適合我國的偵檢除污流程。

表 3 操作干預基準比較表

種類	日本			IAEA	台灣			備註
OIL-1(疏散)	500 μ Sv/hr			1000 μ Sv/hr	500 μ Sv/hr			離地面一公尺處之環境輻射劑量率
OIL-2(暫時移居)	20 μ Sv/hr			100 μ Sv/hr 25 μ Sv/h-10 天後	20 μ Sv/hr			離地面一公尺處之環境輻射劑量率
OIL-3(飲食管制-初篩)	0.5 μ Sv/hr			1 μ Sv/hr	0.5 μ Sv/hr			離地面一公尺處之環境輻射劑量率
OIL-4(除污)	(β) 40000cpm (β) 13000cpm-1 個月後			(γ) 1 μ Sv/hr (β) 1000cps	(γ) 1 μ Sv/hr			離皮膚表面 10 公分 處之輻射劑量率
OIL-6 (飲食管制-複測)		飲用水	食物	¹³¹ I) 1000Bq/kg (¹³⁷ Cs) 200Bq/kg		碘 I	銫 Cs	
	碘 I	300	2000		乳及乳製品	55	50	
	銫 Cs	300	500		嬰兒食品	55	50	
	鈾 U	30	100		飲料及包裝水	100	10	
	鈾 Pu	1	10		其他	100	100	
	單位: Bq/kg				單位: Bq/kg			

資料來源：1. 原子力災害対策指針；原子力規制委員會；2022。

2. Operational interventional levels for reactor emergencies and methodology for their derivation(EPR-NPP OILs)；IAEA；2017。

3.核子事故民眾防護行動應變與決策參考指引；行政院原子能委員會；2018

陸、参考資料

1. 美浜地域の緊急時対応(全體版)
https://www8.cao.go.jp/genshiryoku_bousai/pdf/02_fukui_0503s1.pdf
2. 関西防災・減災プラン（原子力災害対策編）
https://www.kouiki-kansai.jp/material/files/group/4/0403_gennshiryoku_honnpenn.pdf
3. 原子力災害対策マニュアル(中央対策本部)
https://www.kantei.go.jp/jp/singi/genshiryoku_bousai/pdf/taisaku_manual.pdf
4. 原子力災害における新型コロナウイルス感染症対策
https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/kikitaisaku/genshiryoku-saigai_d/fil/corona-g.pdf
5. 原子力災害時における避難退域時検査及び簡易除染マニュアル
https://www8.cao.go.jp/genshiryoku_bousai/shiryoku/pdf/12_josenmanual.pdf
6. 安定ヨウ素剤の配布・服用に当たって
<https://www.nra.go.jp/data/000024657.pdf>
7. CDC 之碘片服用建議
<https://www.cdc.gov/nceh/radiation/emergencies/ki.htm>
8. 防護装備及び放射線測定器の使用方法-日文化
https://www8.cao.go.jp/genshiryoku_bousai/keikaku/pdf/02_genboupanfu2_1.pdf
9. 原子力災害対策指針が定める原子力災害医療の実施体制
<https://www.nra.go.jp/data/000396856.pdf>
10. 原子力災害拠点病院及び原子力災害医療協力機関の一覧
<https://www.nra.go.jp/data/000216042.pdf>
11. 原子力災害対策指針と新規制基準

- <https://www.nra.go.jp/data/000172848.pdf>
12. 放射線防護施設の運用及び維持管理マニュアル
https://www8.cao.go.jp/genshiryoku_bousai/pdf/02_bogounyo.pdf
13. 原子力災害発生時等における 避難者の受入れに係る指針
https://www8.cao.go.jp/genshiryoku_bousai/pdf/02_ukeireshishin1.pdf
14. 緊急時モニタリングについて（原子力災害対策指針補足参考資料）
<https://www.nra.go.jp/data/000276389.pdf>
15. 緊急時モニタリングセンター設置要領
<https://www.nra.go.jp/data/000274862.pdf>
16. 原子力災害発生時の防護措置
https://www8.cao.go.jp/genshiryoku_bousai/shiryoku/pdf/02_okunai_zantei_r4r1.pdf
17. 令和4年04月11日北海道電力株式会社泊発電所原子力防災総合訓練結果報告について、北海道電力株式会社泊発電所原子力防災総合訓練における訓練課題対応資料について、北海道電力株式会社泊発電所原子力防災総合訓練及び要素訓練実施結果報告について
<https://www.nra.go.jp/jimusho/tomari/meeting/index.html>
18. 美浜町広域避難計画要綱
<https://www.town.fukui-mihama.lg.jp/uploaded/attachment/3486.pdf>
19. 原子力防災のしおり - 美浜町
<https://www.town.fukui-mihama.lg.jp/uploaded/attachment/3741.pdf>
20. 美浜町地域防災計画（令和4年3月修正）
<https://www.town.fukui-mihama.lg.jp/soshiki/7/526.html>

柒、附件

附件 1、日本 2022 年原子力綜合防災演習國際觀摩行程表

附件 2、原子力規制委員會(NRA)簡報

附件 3、內閣府地區核災應變簡介

附件 4、令和 4 年(美濱核電廠)滋賀縣核安演習訓練計畫

附件 5、美濱核電廠事故通報表

附件 6、令和 4 年(美濱核電廠)廠外民眾疏散演練通知

附件 7、美濱町民眾疏散路線及收容所位置

附件 8、美濱原子力災害現地對策中心座位圖及總理緊急命令文字稿

附件 9、長濱市民眾碘片使用說明

附件 10、美浜原子力緊急事態支援中心簡介

附件 11、福井縣原子力科學館介紹簡報及科普摺頁

附件 12、滋賀縣原子力災害醫療手冊