

出國報告（出國類別：開會）

參加「緊急計畫研討會及新機組 支援工作小組會議」

服務機關：台灣電力公司核能發電處

台灣電力公司第三核能發電廠

台灣電力公司第二核能發電廠

姓名職稱：劉鴻漳核能發電處副處長

黃錦泉緊急計畫資深工程師

劉家銘機組反應器值班主任

派赴國家/地區：日本

出國期間：107年7月16日至107年7月21日

報告日期：107年9月6日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加「緊急計畫研討會及新機組支援工作小組會議」

頁數 8 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話： 台灣電力公司/陳德隆/(02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

劉鴻漳/台灣電力公司/核能發電處/運轉副處長/(02) 2366-7043

黃錦泉/台灣電力公司/第三核能發電廠/緊計資深工程師/(08)889-3470 轉 3350

劉家銘/台灣電力公司/第二核能發電廠/反應器值班主任/(02)2498-5990 轉 2501

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 開會6 其他_____

出國期間：107.7.16~107.7.21 出國地區：日本

報告日期：107.9.6

分類號/目：核能

關鍵詞：緊急計畫 緊急應變 演習

內容摘要：

奉派參加由世界核能運轉協會東京中心(World Association of Nuclear Operation-Tokyo Centre, WANO-TC)所舉辦之「緊急計畫研討會及新機組支援工作小組會議」，本次會議由各 WANO 區域中心專家及各會員電力公司進行簡報，提供給負責緊急計畫之經理級人員學習緊急計畫相關經驗回饋，並討論緊急計畫領域重要議題，以提供新建機組支援(New Unit Assistance, NUA)。

最後並安排參訪位於日本福井縣關西電力公司大飯核能發電廠，實地瞭解大飯核能發電廠在福島核子事故後，因應新的安全管制標準，所完成的重要軟硬體改善措施。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<https://report.nat.gov.tw/reportwork/>)

目 錄

壹、出國目的	1
貳、任務過程	2
一、緊急計畫研討會	2
二、新機組支援工作小組	7
三、日本大飯核電廠緊急應變現場參訪	7
參、心得及建議	8

壹、出國目的

參加由世界核能運轉協會東京中心(World Association of Nuclear Operation-Tokyo Centre, WANO-TC)所舉辦之緊急計畫研討會及新機組支援工作小組會議，出國期間自 107 年 7 月 16 日至 107 年 7 月 21 日，共計 6 天。

WANO-TC 所舉辦之「緊急計畫研討會及新機組支援工作小組會議」，會議由各 WANO 區域中心專家及各會員電力公司進行簡報，提供給負責緊急計畫之經理級人員學習緊急計畫相關經驗回饋，並討論緊急計畫領域重要議題，以提供新建機組支援(New Unit Assistance, NUA)。

最後並安排參訪位於日本福井縣關西電力公司大飯核能發電廠，實地瞭解大飯核能發電廠在福島核子事故後，因應新的安全管制標準，所完成的重要軟硬體改善措施。

貳、任務過程

奉派至日本東京(WANO-TC)及福井縣(大飯核能發電廠)，參加「緊急計畫研討會及新機組支援工作小組會議」，為期 6 天，詳細過程及工作內容如下表：

起始日	迄止日	地點	工作內容
1070716	1070716	台北-東京	往程(台北-東京)
1070717	1060719	日本國 東京市	緊急計畫研討會及新機組支援工作小組會議(WANO-TC)
1070720	1060720	日本國 福井縣	大飯核電廠緊急應變現場參訪 (大飯核電廠)
1060721	1060721	東京-台北	返程(東京-台北)

以下將整個出國行程分為(1)緊急計畫研討會(2)新機組支援工作小組(3)大飯核能發電廠緊急應變現場參訪等 3 個部分說明。

一、緊急計畫研討會

緊急計畫研討會為期 1 天半，從 7 月 17 日整天至 7 月 18 日上午，會議議程請參考附件一，會中安排由各 WANO 區域中心及 WANO-TC 各會員公司簡報，針對主題為：SOER 2013-2 Rev.1 福島核子事故後之經驗回饋、GL 2012-01 緊急應變組織人員訓練及資格、GL 2012-02 緊急應變重要設備及 GL 2012-4 危機緊急通訊等。

針對 WANO 區域中心及各會員公司之簡報內容及感想，簡要說明如下：

(1) WANO-TC: Activities should be taken, Now for Future Nuclear Safety-Lessons Learned from the Fukushima Daiichi Accident

福島事故發生已經七年了，福島事故為何會發生?事故直接的原因(direct cause)為海嘯高度超出電廠設計假設。至於根本原因(root cause)日本國會事故調查委員會報告有三: 1.缺少安全文化。 2.對於超越設計基礎事故的因應明顯不足。 3.深度防禦(Defense-in-Depth)管理的缺乏。

地震發生後：(1)反應爐正常停機(2)所有控制棒全插入(3)所有柴油機正常起動(4)電廠啟動停機程序。地震對於福島第一核能發電廠沒有造成問題；對於地震而言，安全餘裕非常大。

海嘯是福島第一核電廠事故的直接原因。福島第一/ 第二，女川，東海第二核電廠對於海嘯估計從建廠到西元 2011 年的建設決策演進，其中女川建廠即選擇地表海平面 15 公尺(2011 年海嘯高度 +13.8 公尺)，顯出管理者的遠見(反觀:福島第一核電廠 Unit1~4 地表海平面 +10 公尺，2011 年海嘯高度 +13.1 公尺)，東海第二核電廠於 2007 年及時將海水進口泵室從 +4.2 公尺提升到 +7 公尺(2011 年海嘯高度 +5.5 公尺)顯示出管理者相信專業，核安文化落實，幸免於難，高階管理者的營運決策對於核能安全極為重要。

(2) WANO-TC : TC AFIs on Emergency Preparedness

Peer Review 結果:在 3 年內執行 23 次 WANO PRs(包括 7 個日本核電力公司在長期停機狀態)共有 20 件 AFI(Areas For Improvement) 在 EP(Emergency Preparedness)領域，在課程內一一探討。

(3) TEPCO : TEPCO's "Nuclear Safety Reform Plan"

SOER 2013-2 福島核子事故後之經驗回饋，所提出建議，可分類為 8 個領域：(1)安全文化及高階領導(2)挑戰設計基準假設(3)安全系統隔離邏輯(4)緊急事故應變(5)知識、技術及熟練(6)人力資源(7)設備資源(8)重大事故業界之應變。

(4) TPC : Emergency Preparedness in Maanshan NPS

核三廠黃錦泉緊急計畫資深工程師先簡介台電(TPC)四座核電廠的基本資料，然後由 EP(Emergency Preparedness)主題 4 個面向詳盡介紹台電核三廠的良好狀況與精進作為。4 個面向為：1. 緊急計畫。2. 緊急應變組織。3. 福島事故後學到的經驗與改善案。4. 緊急計畫演習與演練。

(5) KHNP : Implementation System in Accident Management Plan

韓國水力與核能電力公司(Korea Hydro & Nuclear Power, KHNP)為韓國電力公社(Korea Electric Power Corporation, KEPCO)所屬之子公司，其運轉之水力及核能電廠負擔南韓約 40%電力供應，目前 24 機組運轉中，5 機組興建中，2 機組計畫中及 1 機組永久停機。韓國以核能大國以及核能技術輸出國自許，但

政治方面現任大韓民國總統文在寅傾向減核。

KHNP 在日本福島核子事故後，受相鄰效應影響，即對其改善措施作出回應，以減緩民眾的疑慮。改善措施採三階段推展：(1)福島後安全檢視 (2)壓力測試 (stress test) (3)整體事故管理計畫。

(6) WANO TC : Severe Accident management & Emergency Response Plan - Post Fukushima

核電廠防護措施可分為 5 層，第 1 層為正常運轉，第 2 層為可預期的運轉事件(Operational Occurrences)，第 3 層為設計基準事故/事件(Design Basis Accidents/Events)，第 4 層為超出設計基準事故/事件(Beyond Design Basis Accidents/Events)，第 5 層為大量外釋(Significant Release)；嚴重事故管理(Severe Accident Management)是在達到超出設計基準事故前一連串的行動，目的在防止逐步擴大到嚴重事故、減緩嚴重事故後果及達到長期安全穩定狀態。嚴重事故管理對於在第 4 層時確保有效的縱深防禦(Defense in Depth)是非常重要的。

(7) WANO-TC : WANO Emergency Support Plan

由於在福島後之檢討，發現對事件之資訊不足且對受影響成員之支援不足，於是 WANO-TC 提出發展「緊急支援計畫(Emergency Support Plan)」之專案，目的在：(1)依據事件狀況，調度其他成員提供知識及技能專業協助(2)確保精準的資訊提供給成員及通知對象(Target Audience)。

WANO-TC 依據 WPG15 ” Emergency Response Support” 及 PCD2016-01 ” Emergency Response and Support Procedure” ，在 2016/3/28 建立自己的指引 ” TC Emergency Response Plan” 以實現對成員進行有效的緊急應變支援。

今年 2018 年 WANO-TC 規劃 Emergency Support Plan 與 NPCIL 及 Tohoku EPC 演練，2019 年與 PAEC 及 Tokyo EPC，2020 年與 TPC 及 Chubu EPC，進行演練。

(8) WANO-AC/INPO : WANO-Atlanta Centre Features of Emergency Preparedness

首先介紹以往關鍵事件對緊急整備之影響，包括：三哩島核子事故、車諾比核子事故及世貿恐怖攻擊等。福島核子事故後，美國法規之要求：(1)成立 Near-Term Task Force 以針對 NRC 程序及法規進行系統化的審查，決定是否須

額外強化措施(2)NRC 命令(Order) (3)NEI 指引(Guidance)

(9) WANO-PC : Emergency Preparedness - WANO PC

WANO-PC 對每一個 PC 會員核電廠每一年一次舉辦研討會(Seminar)與支持任務(Support Mission)頻度使在場 WANO-TC 人員讚許。彙整主要重點評論如下：

- ◆ 在緊急應變組織內每一個人每年至少一次訓練與參與演習。
- ◆ 訓練命令與控制鏈。
- ◆ 責任明瞭與角色清楚。
- ◆ 員工訓練愈充實，愈多的員工心情處於安穩愈少的員工處於壓力。
- ◆ 在緊急事故時，輻射監測的重要性。
- ◆ 核電廠員工與當地民眾的關係。
- ◆ 標竿學習與資訊交換的好處。

(10) NPCIL : Emergency Preparedness

NPCIL 印度核能電力公司簡報包括：(1)緊急整備現況說明(2)緊急應變演習(3)緊急應變管理階層作為(4)福島後之經驗回饋。

NPCIL 是依據印度管制單位 AERB(Atomic Energy Regulatory Board)所制定之安全指引建立緊急應變計畫，再經 AERB 審查同意。廠外緊急整備計畫也須經 AERB 及地方政府同意。NPCIL 表示他們在基礎設施、組織分工、訓練/演練、通訊建立與測試等，皆已建置完成，電廠管理階層皆積極參與定期演練，員工清楚瞭解每個人的職責。

NPCIL 在福島核子事故後，也對核電廠進行安全審查，發展嚴重事故管理指引，加強人員資格要求及訓練，緊急操作重要設備之整備及緊急通訊之建立。

(11) PAEC : Emergency Preparedness & Response Chashma Nuclear Power Plant

巴基斯坦原子能委員會(Pakistan Atomic Energy Commission, PAEC)是一個獨立政府授權的科學研究所，負責核能的研究與發展，提昇核能科技，使用於和平用途。PAEC 所屬有 5 部機組運轉中(1,572MWe)、2 部機組興建中(2,200MWe)，預計 2030 年將達 8,800MWe、2050 年達 40,000MWe。巴基斯坦核能

管制機關 (Pakistan Nuclear Regulatory Authority, PNRA)是負責巴基斯坦的核能管制工作，法規制定主要依循國際原子能總署(IAEA)。

簡報中介紹緊急計畫應變組織，可區分為廠內、廠外緊急應變，事件等級分為 Standby、Plant Emergency、Site Emergency 及 General Emergency，並說明緊急通報系統及連絡方式。有關緊急應變組織的訓練、演練及演習實施中，針對緊急應變設備，也有良好的保養及安全儲存。

福島核子事故後之經驗回饋，PNRA 於 2011 年 3 月針對重要安全領域提出建議改善，PAEC 在 2011 年 8 月提出福島因應行動計畫(Fukushima Response Action Plan, FRAP)，會中也針對 WANO SOER 2013-2、GL 2012-1、GL 2012-2 及 GL 2012-4 符合情形提出說明。

(12) CNNC: Sanmen NPP Emergency Preparedness Current Status and Future Plan

三門核能發電廠簡介:該電廠位於中國東部沿海地區浙江省台州市三門縣健跳鎮毛頭山半島，規劃 6×1250MWe (總裝機容量 7500MWe) GEN III 壓水式機組 (AP1000) 分三個階段建造，隸屬中國核工業集團公司(China National Nuclear Corporation , CNNC)下轄核能發電廠。

該電廠 EP 領域介紹如下:根據應急演習/演習管理要求，年度演習/演習計劃於去年年底發布。第一次預填燃料前綜合核子事故應急演習於 2016 年 11 月成功實施。2017 年 7 月成功實施了核子事故聯合演習。2017 年 11 月實施了場外核子事故應急支援演習。

該電廠 EP 領域未來計畫:包括加強演習/演練和培訓，以提高應急響應能力，改進演習/演練情境劇本數據庫，加強公眾溝通和宣傳，嚴格控制應急管理指標。

二、 新機組支援工作小組

新機組支援工作會議為期 1 天半，從 7 月 18 日下午至 7 月 19 日整天，會議議程請參考附件一，會中由 WANO-TC 說明本工作會議之由來：WANO Long Term Plan “WANO Compass” focus area 4 為新機組支援工作，希望能對新機組提供有價值的支援；在 PSUR(Pre-Start Up Review)經驗發現，新機組須要特定領域的協助，

NUA 之目的在讓新機組於 PSUR 之前得到支援協助，而緊急規劃及管理為 NUA 的核心支援工作項目之一。

會中邀請 WANO-HK PR 部門副主任針對緊急應變提出經驗分享

結論：運轉營運決策 ODM 就是關鍵安全時刻，一定要使用導入運轉經驗 OE 與符合保守性原則 CONSERVITISIM。

WANO-TC 規劃工作會議之進行，將所有與會者分成 4 組：G1 成員有 NPCIL、WANO-PC、NAWNH，G2 成員有 KHNP、PAEC、INPO，G3 成員有 TPC、CNNC、WANO-HK，G4 有 KHNP、J-POWER、JANSI、Hokkaido EPC；各分組針對影片(Ontario Power Generation Conducted Exercise Unified Response- A simulated nuclear emergency at the Darlington Nuclear Generation Station)觀後共 4 個重點領域進行強項，弱點，建議以及期望來進行工作小組會議討論及分析，經過熱烈討論後，每小組各一人上台分享結論，議題包括：(1)緊急應變之設備/程序書 (2)緊急應變組織/設施 (3)知識、技能及精通能力等(4)演習(Drill)之程序/頻率/方式/劇情/承包商/疏散。

三、大飯核電廠緊急應變現場參訪

WANO-TC 安排至關西電力株式會社之大飯核電廠 (Oh Nuclear Power Station) 進行緊急應變現場參訪，大飯核電廠由安全管理副廠長先在電廠研修館親自接待做一詳細約 40 分鐘簡報，隨後進行電廠參觀緊急應變設備(例如緊急事故用電源車，替代用海水泵，送水車，海水泵備用馬達...等等)，最後在再回到研修館進行熱烈以及時間充分的 Q & A 活動。大飯核電廠 (Oh Nuclear Power Station of Kansai Electric Power Co., Inc.) 座落於日本福井縣大飯郡大飯町，由關西(Kansai)電力株式會社經營管理；大飯核電廠目前共有 4 部核能機組，4 部機皆是壓水式(PWR, Pressured Water Reactor)反應器機組。大飯核電廠 1、2 號機已於 2018 年 3 月停止運轉並進行除役中，3、4 號機分別於 2018/3/16 與 2018/5/11 重啟運轉。

參、心得及建議

一、心得

此次參與 WANO-TC 緊急計畫研討會，與來自各個會員電力公司及 WANO 各中心

專家交流，發現我們比較於日本、韓國、中國，在擬定緊急應變計畫及實施緊急應變作業，作法頗為相似；至於新建電廠的國家，則在緊急應變工作起步階段，對於各項訓練、演習等之實施頻度，有很多的疑問，也須要 WANO 更多的協助；透過此次交流，可瞭解到緊急應變領域最新發展，收獲良多。

最後一天安排電廠標竿學習(BV;BENCHMARKING VISIT)參訪日本關西電力公司大飯核能發電廠(3 號機/4 號機 2018 年上半年已成功順利重啟運轉)，廠方安排安管副廠長親自詳細簡報關西電力公司組織，大飯核能發電廠運轉狀況(1/2 號機已執行除役，3/4 號機經過日本新安全標準審核後重啟運轉中)，電廠現場 TOUR 實地參觀該廠緊急整備相關設備，日本核能業界利用這七年痛定思痛，大刀闊斧改善改革核能發電廠設備可靠度，人員訓練更扎實，日本核能業界眾核能發電廠核安文化以追求核能安全為第一要務，戮力讓核能工業維穩復興(附註：目前日本境內獲得 NRA-日本原子力規制委員會與當地知事同意重啟運轉的核電廠，包括位於鹿兒島縣九州電力川内核電廠 1/2 號機;愛媛縣四國電力公司伊方核電廠 3 號機;福井縣高濱核電廠 3/4 號機;佐賀縣九州電力玄海核電廠 3/4 號機;福井縣大飯核電廠 3/4 號機。)，與會人員無不以提供該國人民安全便宜無碳的穩定電力供應為畢生志業，各國代表團員亦皆深深感動。

二、建議

1. 大飯核能發電廠緊急整備相關設備(例如緊急事故用電源車、推土機、替代用海水泵、送水車、海水泵備用馬達...等等)採戶外儲存方式，可免除倉庫耐震疑慮，值得參考。
2. 依據福島核子事故後之經驗回饋，WANO-TC 專家在 EP 領域持續加大力度/深度於主管/管理者的職責，一直強調”控制監督-CONTROL OVERSIGHT”以及”管理者的期望- MANAGEMENT EXPECTATION ”。這兩項內容應為未來同業評估活動之觀察重點，值得重視因應。
3. 日本已經重啟運轉九部機組，為何此九部機組可以得到日本核能官方審核後順利重啟運轉，是做了什麼樣的設備改善，是完成了什麼樣的層層流程，反觀其他日本核能發電廠為何尚未能重啟運轉，是卡在哪個因素/環節，值得我們持續關注。