

出國報告（出國類別：開會）

參加「世界核能協會東京中心 緊急計畫研討會」

服務機關： 台灣電力公司第一核能發電廠

台灣電力公司第二核能發電廠

姓名職稱： 朱偉朋 核工課長

林胤昌 程式課長

派赴國家/地區： 日本

出國期間： 108 年 7 月 23 日至 108 年 7 月 26 日

報告日期： 108 年 8 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「世界核能協會東京中心緊急計畫研討會」

頁數 10 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

朱偉朋/台灣電力公司/第一核能發電廠/核工課長/(02)2638-3501 轉 3094

林胤昌/台灣電力公司/第二核能發電廠/程式課長/(02)2498-5990 轉 2666

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：108年7月23日至108年7月26日

派赴國家/地區：日本

報告日期：108年8月6日

關鍵詞：核能電廠、緊急計畫、緊急應變、緊急整備、WANO

內容摘要：

福島事件發生後，為了防範相同事故再次發生，世界各國的核電廠無不徹底檢視各方面的安全弱點並積極強化與改善，對於緊急計畫的準備尤其高度重視，因此世界核能協會東京中心特別舉辦緊急計畫研討會，廣邀轄區內各核能電廠派員參與。會議中除了來自世界核能協會東京中心、亞特蘭大中心及莫斯科中心的專家進行專題報告，各與會電廠也介紹了自身的緊急計畫執行現況，交換彼此的實務經驗以及所面臨的挑戰。從與會者的簡報看來，各國對於緊急計畫的準備都有長足的進步，其中有若干做法頗值得本公司參考，將於本報告中說明。

目錄

壹、 出國目的	1
貳、 任務過程	2
第一天(7/24)研討會內容	2
第二天(7/25)研討會內容	5
參、 心得及建議	8
心得	8
建議	9

壹、 出國目的

世界核能協會東京中心(World Association of Nuclear Operators, WANO-TC)近年來對轄區內各國核能電廠執行同業評估(peer review)的結果顯示：緊急整備(Emergency Preparedness)相關的設備、人員、程序、演習、教育訓練以及嚴重事故情境的假想應對等各方面普遍存在弱點。

這一次 WANO-TC 所舉辦的緊急計畫研討會，邀請了來自 WANO 莫斯科中心及美國核能運轉協會(Institute of Nuclear Power Operations, INPO)的專家及 WANO-TC 轄區內各國核能電廠從事緊急計畫工作的主管，提供一個交流的平台，讓彼此交換實務經驗及所遇到的挑戰。此次與會除了代表本公司在會中報告目前核能電廠緊急計畫的因應對策及準備工作，也期望能借鏡各國核能電廠的寶貴經驗，持續精進本公司各核能電廠的緊急應變準備工作。

貳、 任務過程

此次奉派到 WANO-TC 參加「緊急計畫研討會」，為期 4 天，其中第 1 天(7/23)與第 4 天(7/26)為台北至東京往返行程，第 2 天(7/24)及第 3 天(7/25)在 WANO-TC 參加研討會，以下是兩天研討會的簡報內容摘要說明及與會感想。

第一天(7/24)研討會內容

- WANO-TC: EP Area Common Weakness in TC Region

WANO-TC 過去 3 年在緊急計畫領域針對轄區內各核能電廠執行同業評估 (Peer Review)共開立 25 件待改善事項(Area for Improvement, AFI)，主要的弱點包含缺乏嚴重事故情境的演練、緊急應變設施或設備的準備不夠充分、緊急應變訓練不足、缺乏作業指引或程序書、緊急應變演練欠缺挑戰性等。講者本身是資深的同業評估領隊，報告時舉出實例向學員說明，十分易懂並具有參考價值。

- WANO-TC: Severe Accident Management & Emergency Response Plan – Post Fukushima

講者開宗明義就定義嚴重事故指的是超過設計基準(design base)的核子事故，這種事故發生的機率雖然極低，可是一旦發生後果不堪設想，福島事故發生的原因之一就是沒有做好嚴重事故的管理。根據福島事故的教訓，講者從訓練體系、決策體系、事故設想(如海嘯的高度)、設施及設備的配置與維護、應變程序等各層面，提示學員如何做好嚴重事故管理。此外，來自 INPO 的資深評估員並補充了目前美國配置緊急應變設備的原則供學員參考：假設一座核電廠有 n 部機組的話，就需要配置 n+1 套緊急應變設備。

- Kansai EPC: Preparation for Severe Accident in Kansai

日本關西電力公司的高濱電廠為了符合主管機關新增的緊急應變要求，在人

員組織、訓練及嚴重事故的設想上做了很多的努力。首先是法規新增對於放射性物質外洩的抑制、飛行器刻意衝撞的恐怖攻擊、預防圍阻體失效、預防多重防禦失效造成爐心毀損等嚴重事故，高濱電廠都加強了對應的應變措施。

在人員配置方面，目前在 2 部機組運轉的情況下，共有 70 名專責的緊急應變人員，未來恢復 4 部機組運轉後(目前有 2 部機正停機以進行增進安全的工程)，將會擴增到 112 人。這些專責人員必須輪流值班，以確保具備 24 小時隨時待命處置緊急事故的能力。

在人員的訓練上，法規也有相當的嚴格的要求，專責的緊急應變人員必須每年實施長達一個月的教育訓練，大大小小的演練次數一年多達 2500 次，非常密集而紮實。針對機組運轉中無法實際操作的環境，另設有模擬(Mock-Up)設施供人員實地操作以提高訓練成效。此外，如果真的發生緊急事故，緊急應變人員可能需穿著防護衣及面具，因此必須預防人員發生熱衰竭的傷害。

- **TPC: Emergency Preparedness at Chinshan Nuclear Power Plant**

本公司由朱偉朋課長代表簡報本公司的緊急應變組織架構、福島事件後的強化措施、及核一廠目前所面臨的挑戰。簡報中並穿插了 107 年於核一廠舉行的 24 號核安演習紀錄片，片中展示了當時在廠內外的應變處置，也看到了廠外各級政府單位動員及協同執行輻射偵測、除污、人員救護、疏散等工作，與會者觀賞影片後均感印象深刻。

- **NPCIL: Emergency Preparedness in NPCIL**

印度核電公司的緊急應變處置作為當中，讓人印象較為深刻的是電廠除了自行舉辦例行緊急應變練之外，也會參與國際原子能總署(International Atomic Energy Agency, IAEA)及 WANO 的緊急應變演練，由 IAEA 及 WANO 提供指導，這是我國電廠目前尚未實施的。而簡報之後的 Q&A 時段討論到緊急應變的通訊

問題，使用衛星通訊是各電廠的共識，因為這是一旦實體通訊線路遭受重大災害破壞之後唯一能存活的通訊手段，來自 INPO 的專家建議除了固定式的衛星通訊設備外，最好也能準備移動式通訊設備，以確保衛星通訊的可用性。

- INPO: WANO-AC Post-Fukushima-Daiichi Actions

福島事件之後美國核管會(Nuclear Regulatory Commission, NRC)要求境內各核能電廠實施 FLEX 策略(Diverse and Flexible Mitigation Capability)以因應超過設計基準災害的發生，維持爐心冷卻、圍阻體完整性、用過燃料池的重要安全功能。該系統的運作分為 3 階段，第 1 階段是先依靠電廠已安裝於廠房內的設備做初始因應；第 2 階段是利用電廠事先存放於倉庫的備援移動式設備(Portable Equipment)支援緊急應變；第 3 階段則是啟動 NRC 主導建立的區域備援設備支援中心(Regional Response Center, RRC)，將備援設備以陸路或空運方式送至受災電廠。我國各核電廠已具備 FLEX 系統第 1、2 階段的應變能量，至於 RRC 雖未設置，但在電廠發生事故時，緊執會可以協調修護處或友廠支援相關人力與資源，且中央應變中心亦能協調各級政府機關提供協助備援設備，應可發揮相同效果。

此外 INPO 在核能電廠發生緊急事件後會立即成立同業應變中心(Industry Response Center, IRC)，提供電廠所需援助，並將事件情形通報核能業界。目前美國各電廠均建有緊急應變資料系統(Emergency Response Data System, ERDS)並使用一致的通訊協定及網頁顯示界面，以確保 INPO 可在事故發生時從電廠取得即時且正確的資訊。本公司緊執會與各核電廠平時均有建立網路連線，並有定期測試，可即時取得電廠相關參數。可確保在事故發生時，總處與各核電廠溝通無礙。

第二天(7/25)研討會內容

- WANO-TC: WANO Emergency Support Plan

福島事故發生當時 WANO-TC 苦於無法從電廠取得正確而即時的資訊，因而難以提供電廠足夠的緊急應變支援。經檢討後 WANO-TC 制訂了緊急應變計畫(Emergency Response Plan, ERP)，以便轄區內核能電廠發生緊急事故時可以迅速成立應變團隊，對事故電廠雖無法提供設備援助，但可提供經驗與技術專業支援。目前各電廠與 WANO-TC 的通訊方式主要是透過 email 及傳真，自 2015 年起 WANO-TC 已經和轄區內其他國家地區的多個電廠進行過聯合演練，並預計於 2020 年與本公司的緊急計畫演習會同演練。

- PAEC: Emergency Preparedness & Response – KANUPP & CNPGS

巴基斯坦目前有兩座核能電廠(KANUPP 及 CNPGS)，由主管機關 PAEC 負責營運。目前兩座核電廠的緊急應變組織及人員訓練已漸趨完備，福島事故後在移動式電源、水源、嚴重事故管理、氫爆防範、防火等各方面也有長足的改善。比較特別的是自 2018 年起，KANUPP 電廠已開始實施”全盲”(blind)的整合式緊急計畫演習(包含廠內及廠外)，亦即不會對參演者事先公布演習情境，雖然演習時間僅 4.5 小時，只有特定項目的演練，但對參演者而言已是相當大的考驗。

- WANO-MC: Improvement and Management of Emergency Preparedness in MC Region – Post Fukushima Scenario

講者介紹了福島事故後 WANO 莫斯科中心邀集轄區內核電廠所設立的區域危機中心(Regional Crisis Center, RCC)，RCC 平時將各電廠可用於緊急應變的設備及人力資源等資料儲存於資料庫、確保與各電廠的通訊暢通、並安排各電廠的緊急計畫演習。WANO 莫斯科中心各成員國可自由決定參與 RCC 的程度，目前分為 3 個層級。緊急事故發生時，由於 RCC 各成員參與的層級不同，Level 1 成

員只能獲得事故通報及持續更新，Level 2 成員則可以得到技術諮詢及專家協助，Level 3 成員則可以持續維持資料傳輸管道及成員間互動。此外拜 RCC 建立的資料庫所賜，RCC 可告知事故電廠有哪些國家可提供所需要的資源，但無權決定跨國電廠的資源調度，必須由政府出面協調。

- KHNP: Actions taken after Fukushima and possible changes in EP

韓國電廠在福島事故後進行了一系列硬體設施強化，強化的重點大致上與我國相同。硬體設施強化後，所有 24 個運轉中的機組先後依照歐洲標準執行了壓力測試，項目包含了地震、海嘯、安全功能喪失(全黑及喪失最終熱沉)、嚴重事故管理及緊急應變。而自 2016 年起，法規規定各電廠須提交事故管理方案(Accident Management Program, AMP)，將設計基準事故、超出設計基準事故(含極端天然災害、人為飛行器撞擊等)、嚴重事故管理等應對策略一併納入。各電廠已根據 AMP 成立對應的應變組織及訓練，並每年實施一次應變演練。此外各電廠的模擬器(simulator)，已可進行嚴重事故的模擬，有助於提升訓練效果。

- INPO: WANO-AC Evaluating Emergency Preparedness Drills

講者介紹了 WANO 亞特蘭大中心對電廠做同業評估之前，如何執行緊急應變管理績效評估(Emergency Management Performance Evaluation, EMPE)。EMPE 事先拜訪(Pre-Visit)電廠需時一週，過程中除了現場巡視及訪談外，最重要的是觀察電廠的緊急應變演習。EMPE 對於演習的規定十分嚴格，要求演習情境要逼真且具有挑戰性、參演者不可以事先知道演習情境、演習不可以當成一般的訓練(亦即過程中不可有人教導)、所有電廠的緊急應變組織人員都要參演並使用緊急應變設備(包含模擬器)等。

常見的演習弱點包含緊急事故分級不夠精確、廠外通報及媒體發佈不夠即時或正確、人員劑量評估考量因素不夠完整(如氣候、擴散途徑)、防護行動建議不明確(可能造成民眾恐慌)、情境模擬不夠逼真等。其中關於人員劑量評估方面，

講者提醒一般都會使用特殊程式予以評估，但現在電廠演習常會考量多部機組同時發生事故，大為增加評估的困難度，所採用的程式必須能夠因應這種情形。

參、心得及建議

心得

1. 經歷過 2011 年福島事故的震撼之後，世界各國的核能電廠莫不戰戰兢兢重新檢視對於極端天然災害的安全防護是否完備，並對於不足之處不斷改善與強化。從與會者在研討會的簡報看來，看得出來各國都是採取非常嚴肅而且積極的態度執行緊急計畫整備的工作，本公司也有相當充分的準備，且做法備受肯定，但他山之石可以攻錯，我們仍有可以學習及改善的地方，例如：設想更多的嚴重事故情境(例如飛行器撞擊電廠的恐怖攻擊)、採取全盲式演習(即參演者事先不知道演習情境)等更具挑戰性的應變準備，都是未來我們可以精進的目標。
2. 兩天的研討會當中，主辦單位將與會人員分為 4 組，到了第 2 天每一組的半數人員與另一組對調，到了群組討論活動時又有另一種組合，透過小組成員的調換，與會者有更多機會與來自不同電廠、不同背景的成員交換彼此的想法與經驗。透過小組成員的「洗牌」得以大幅增加人員交流的機會，這是往後我們舉辦研討會可以參考的做法。
3. 國際研討會一般都是以英語為共同語言，這次研討會也不例外，比較不同的是主辦單位特別準備了中、日、韓、英四種語言的同步口譯，因此與會者為了能夠充分表達自己的意見與想法，常會直接使用母語發言，口譯都能即時翻譯。據私下了解同步口譯相關費用超過 300 萬日幣，可見主辦單位為了不讓語言成為交流的障礙，確實用心良苦。依照公司的「選派出國人員語言成績審核要點」規定，奉派出國人員必須提出合格的語言證明，往後選派人員參加類似此次有同步口譯的國際活動時，主管在權限範圍內(例如「選派出國人員語言成績審核要點」中的例外情形)也許可以考慮略為放寬語言成績

的限制，讓更多優秀的同仁有機會參與難得的國際交流。

建議

1. WANO-TC 已排定明年與本公司舉行緊急計畫演習通報演練，通報工作應會由本公司緊執會執行，宜及早準備。據 WANO-TC 表示，進行通報時應使用傳真及 email 一併發送，因此最好在傳真機的通訊錄中事先加入 WANO-TC 的電話號碼，並在發送 email 的電腦中事先將 email 信箱加入郵件處理程式的通訊錄。而在通報內容方面，WANO-TC 希望與本公司將送給管制機關的通報內容一致，以中文撰寫也無妨，會有本公司派駐 WANO-TC 的連絡工程師協助翻譯。
2. 今年(2019)元月 WANO 已發布新版績效目標與準則文件(Performance Objectives and Criteria) PO&C 2013-01 Rev.1，其中改版的主要目的之一就是為了福島事故而更新了緊急整備的部分(EP.1、EP.2 及 EP.3)，而主要的改版內容就是明確納入嚴重事故管理。新版 PO&C 已於今年即刻生效，亦即 WANO-TC 對轄區內各電廠執行同業評估時將會採用新版 PO&C，以更完整的標準來檢視緊急整備方面的工作。本公司應注意新版內容，如有不完備的地方宜逐步加強，以免往後接受同業評估時成為電廠的弱點。
3. 本公司各核能電廠在福島事故之後，對於地震、海嘯、颱風等重大天然災害以及多機組事故已有妥善的緊急應變對策，但在事故情境的設想上，日本、韓國都已將恐攻(例如飛行器撞擊電廠)可能造成的嚴重事故納入緊急應變的範圍中，是我們未來精進的方向。而在緊急計畫演習的執行上，不論是廠內外的應變、夜間應變、模擬多機組事故、人員及環境輻射監測等本公司都有充分的演練，為了測試人員的應變能力，目前主管機關也會在演習中途臨時出考題，給予參演人員相當大的壓力。

4. WANO-TC 在這次研討會，對於過去 3 年轄區內在緊急計畫領域各核能電廠執行同業評估所開立的 25 件 AFI 做了摘要式的報告，報告內容提供了具體的說明。本公司派駐 WANO-TC 的聯絡工程師可留意 WANO 是否會發布其他領域的待改善事項摘要報告，或主動蒐集相關資訊，以做為各電廠改善的參考，並減少日後接受同業評估時被開立 AFI 的機會。
5. 實務上執行緊急應變任務時，無可避免的有許多工作人員必須在穿著輻防衣及面具在高溫環境下作業，導致人員有發生熱衰竭的風險。日本電廠為了防範人員熱衰竭，準備了相關醫療設施、藥物、空調巴士預做因應。我們也可以學習防範人員熱衰竭的做法，以進一步保護執行緊急應變任務的人員。
6. 為了提供即時的機組資訊給 INPO，美國 NRC 要求境內各核能電廠的緊急應變資料系統採用一致的通訊協定及網頁顯示界面，以便於 INPO 在發生事故時即時監看。本公司各核能電廠也都有類似的資訊系統，稱為 ERF(Emergency Response Facility)，目前也都會將機組資訊傳送到緊執會及管制機關。如果未來有系統升級的機會，可考慮採用美國電廠的做法(NRC 已有相關標準可供參考)。