

出國報告（出國類別：洽公）

派駐世界核能發電協會東京中心擔任連絡
工程師

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：廖學志/電腦工程監

派赴國家：日本

出國期間：104.07.15 到 106.07.14

報告日期：106.09.04

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：派駐世界核能發電協會東京中心擔任連絡工程師

頁數 15 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/23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

廖學志/台灣電力公司/龍門電廠/電腦工程監/24903550 分機 3930

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他 洽公

出國期間：104.07.15~106.07.14

出國地區：日本

報告日期：106.09.05

分類號/目：駐外

關鍵詞：世界核能發電協會

內容摘要：(二百至三百字)

派駐世界核能協會東京中心，就任於同業評估部門兩年來，共執行WANO任務20次。造訪美國、日本、韓國、中國大陸與台灣之核電廠與總公司，執行同業評估、追蹤同業評估、大修作業觀察、廠代表活動、同業評估訓練、會員技術支持任務及多項協調員工作。並經WANO東京中心的資格認證，取得維護領域(Maintenance Area)及工程領域(Engineering Area)兩個同業評估領域之領導評估員資格。

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

目 錄

	頁次
壹、 出國內容概述	1
一、 目的	1
二、 緣起及目標	1
貳、 出國行程	2
參、 過程及內容	2
肆、 心得與建議	8
伍、 附件	14

壹、出國內容概述

一、目的

擔任派駐世界核能發電協會東京中心(WANO-Tokyo Centre)聯絡工程師，出國期間自中華民國 104 年 07 月 15 日至 106 年 07 月 14 日止，共計 731 天。

二、緣起及目標

本公司依據合約應派連絡工程師常駐世界核能發電協會東京中心(WANO-Tokyo Centre)協助其會務之執行與本公司間的各项連絡事宜。依需求，蒐集核能營運及安全之經驗與作為，向本公司通報。接受東京中心事務局長的任務指派，執行各會員之服務。

貳、行程

本次任務出國期間自中華民國 104 年 07 月 15 日至 106 年 07 月 14 日止，共計 731 天，行程內容如下：

起迄日期	停留機構	所在地點	工作內容
104.07.15-104.07.15		台北→東京	往程
104.07.16-106.07.13	世界核能發電協會東京中心	東京,日本	擔任駐外聯絡工程師
106.07.14-106.07.14		東京→台北	返程

參、執行過程與內容

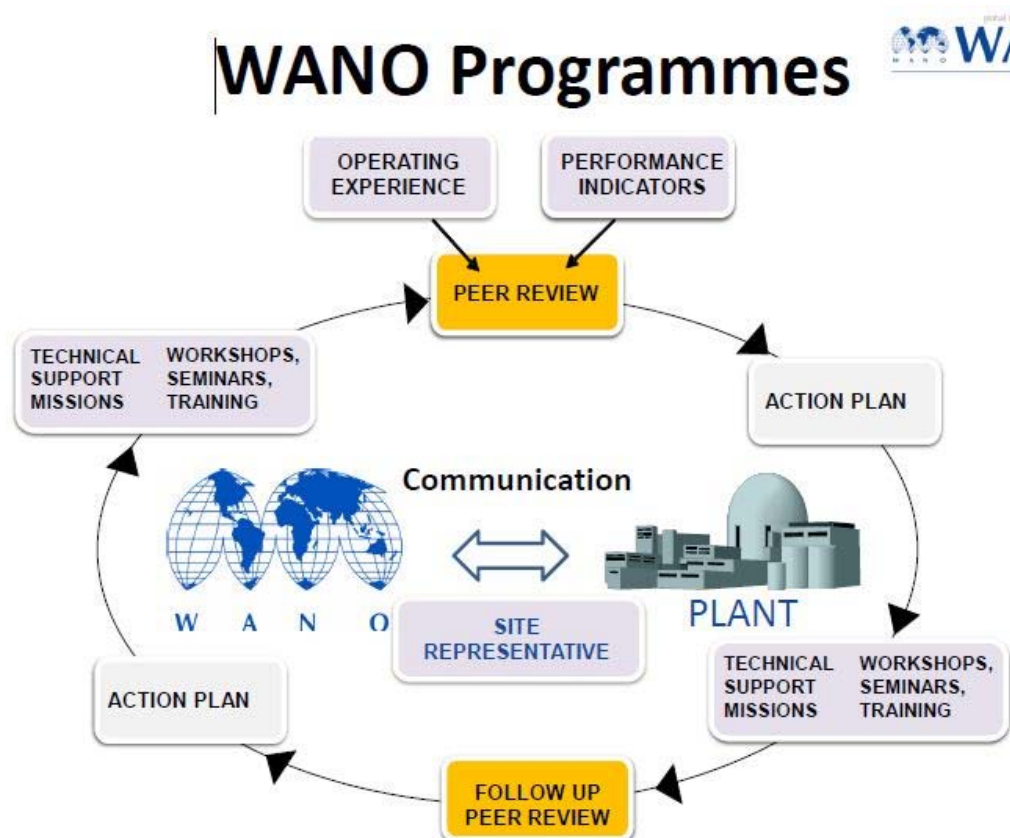
世界核能發電協會(World Association of Nuclear Operations, WANO)成立於西元 1989 年，因 1986 年發生車諾比 (Chernobyl) 核電廠事故，震驚全世界，全球核能發電業界深覺全球的核能發電同業應該加強彼此之間的聯繫，互相交換經驗、事故時能及早提供資訊，互相支援。遂由美國核能運轉協會 (INPO) 及國際電力能源發電及配電組織 (UNIPED) 聯合於 1987 年 10 月 25 日在巴黎召開世界核能發電主管會議。會中，主持人英國中央電力局 (CEGB) 馬歇爾

(Marshall) 爵士提出成立世界核能發電協會(World Association of Nuclear Operations; 英文簡稱 WANO) 之構想，是一個以促進核能和平應用，使核能成為永續發展之能源的全球性組織。提供會員技術、商業及政策互動的服務，並促進更廣大的民眾對核能技術的瞭解。WANO 為一非營利組織，經費主要來源靠會員繳交之會費。台灣電力公司為世界核能發電協會東京中心之創始會員國之一。

WANO 組織目前會員國已超過 125 個 (2017 年 5 月止)，除了涵蓋世界上運轉中核電廠還包括建造中與除役之核電廠，其分布如附圖一。

- a. 重要營運經驗報告 (Significant Operating Experience Reports, SOER)。
 - b. 重要事件報告(Significant Event Reports, SER)。
3. 會員支持(Member Support):協助會員改善核電廠安全與可靠度。相關活動為:
- a. 會員技術支持任務(Member Support Missions, MSM)。
 - b. 新機組協助(New Unit Assistance, NUA)。
 - c. 準則、指引與優良典範(Principles, Guidelines and Good Practices)
 - d. 關注的電廠(Plant of Focus, PoF)。藉由廠代表(Site Representative)活動及WANO各項評估，對營運績效不良的電廠提供協助。
4. 訓練與育成(Training and Development):藉由舉辦研討會(Workshops, Seminars)、訓練課程及領導力培訓(Leadership Course)來協助WANO會員增強核能電廠營運智識與技能。

WANO與核能業界會員之各項活動如下圖二所示:



圖二、世界核能發電協會之各項活動關聯圖

職於派駐世界核能協會東京中心，就任於同業評估部門兩年來，共執行 WANO 任務 20 次。造訪美國、日本、韓國、中國大陸與台灣之核電廠與總公司(如表一)，執行同業評估、追蹤同業評估、大修作業觀察、廠代表活動、同業評估訓練、會員技術支持任務及多項協調員工作。並經 WANO 東京中心的資格認證，取得維護領域(Maintenance Area)及工程領域(Engineering Area)兩個同業評估領域之領導評估員資格，如附件。茲就職所執行任務之核電廠觀察，報告如下：

國家	任務地點	備註
美國	亞特蘭大中心及德勒斯登核電廠(Dresden Nuclear Power Plant)	同業評估
日本	柏崎刈羽核電廠 5-7 號機、柏崎刈羽核電廠 1-4 號機	同業評估
韓國	古裏(Kori)核電廠、 月城(Wolsong)核電廠	同業評估 大修作業觀察
大陸	浙江三門核電廠、福建福清核電廠 浙江秦山三核電廠 海南昌江電廠	啟動前評估 追蹤同業評估 大修作業觀察
台灣	金山、國聖 馬鞍山 龍門 林口核能訓練中心 總公司	追蹤評估協調員 模擬培訓協調員 會員技術支持 標準培訓講師 廠代表會議

表一、派駐 WANO 東京中心期間執行任務之國家與地點。

(一) 美國：

美國德勒斯登核電廠位於伊利諾州，屬於艾克斯隆(Exelon)電力集團，是美國第一座私人商用核電廠。一號機裝置容量 207MW，運轉 18 年後於西元 1978 年除役。除役後之部分廠房做為機械工房、設備儲存庫房及員工辦公室。廠區內設置露天乾式高放射性物質儲存槽。二號機及三號機為沸水式反應器(Boiling Water Reactor, BWR)，裝置容量各約為 950MW。電廠的冷卻水系統經冷卻塔冷卻後排放至伊利諾河。夏日的清晨，可從遠

方清楚的觀察到冷卻塔蒸發的雲朵，如附圖三。西元 2004 年，美國核管會(Nuclear Regulatory Committee, NRC)同意二、三號機延長服役 60 年。



圖三、Dresden核電廠冷卻塔水氣蒸發的雲朵

(二) 日本：

日本核能電廠包括興建中的約 62 部機組自 311 福島核能一廠事件後全部停機，但日本政府與核電廠業界並未放棄核能，各電力公司針對日本管制單位要求，積極建設福島事件後改善案，並要求參與 WANO 之重新啟動評估或一般同業評估。目前日本境內已有五部核能機組重新啟動，加入供電行列。這五部機組分別為九州電力公司的川內核電廠一、二號機；四國電力公司的伊方核電廠三號機及關西電力公司的高浜三、四號機。

職曾分別參與東京電力公司柏崎刈羽核電廠 5-7 號機及 1-4 號機之同業評估活動。雖然外在環境非常艱難(柏崎刈羽核電廠所在地新潟縣政府強烈反核)，東京電力公司仍然投入巨額資金在電廠的改善案上，包括建造高 5 公尺、深 30 公尺、長約 1 公里之防海嘯牆；免震動緊急計畫建築；購置約 80 台的消防車、數十台移動式電源車、移動式熱交換器等；並自美國引進設備可靠度(Equipment Reliability)管理以及構型管理

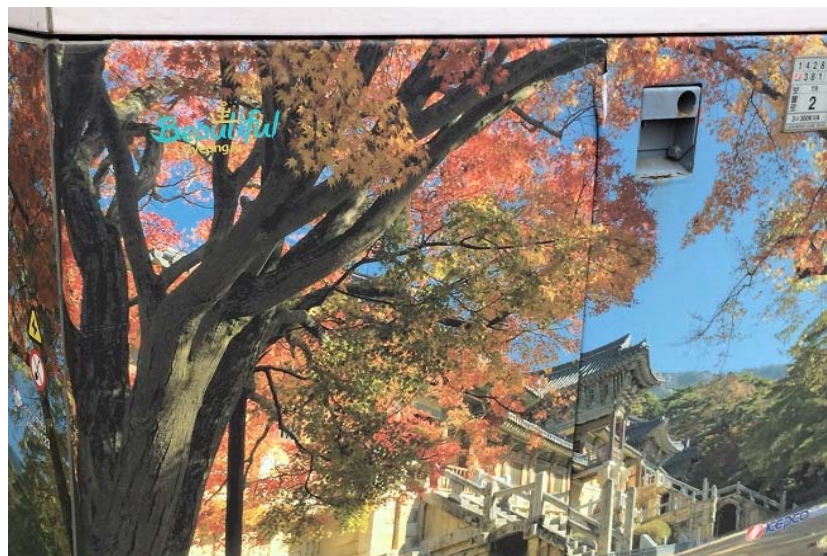
(Configuration Management)。東京電力公司仍然積極準備柏崎刈羽核電廠的啟動計畫。

(三) 韓國：

韓國第一座商用核電廠，釜山古里(Kori)核電廠爐 1 號機於 2017 年 6 月 19 日宣佈永久除役後，目前韓國現役核能機組共 25 部機。雖然韓國為核能工業輸出國(替阿拉伯聯合大公國建造四部核能機組)。但韓國總統文在寅宣佈不再建造新核能電廠，舊核能機組也不提延役計畫。

韓國除了月城核電廠(Wolsong NPP)四部機組為 CANDU 6 的重水式反應器(Pressure Heavy Water Reactor, PHWR)外，其餘都是壓水式反應器。

月城核電廠位於慶州市，慶州市為聯合國教科文組織訂為世界文化遺產的城市，是韓國新羅時期的國都。整個市區種植上萬棵櫻花，每年四月初，滿城粉紅;十月底，滿山楓紅，吸引各國人士造訪。市區變電箱也是以慶州的風景照來裝飾，如圖四。韓國水電與核電公司(Korea Hydro & Nuclear Power, KHNP)總公司最近剛從首爾搬遷至慶州市，計畫建設大規模的辦公大樓及員工住宅。今年 WANO 理事雙年會也將於 10 月在慶州市舉辦。



圖四、韓國慶州市變電箱圖案

(四) 大陸：

大陸核能產業目前是全世界最蓬勃發展的，主要是國營企業的「中國廣核集團」(China General Nuclear Power Group)和「中國核工業集團」(China National Nuclear Corporation, CNNC)。中國廣核集團的核電廠加入 WANO 巴黎中心；中國核工業集團的核電廠大部分加入東京中心。中國核工業集團的福清電廠 1-4 號機、海南昌江核電廠、秦山二核電廠及方家山電廠是採用法國 M310 型的壓水式反應器；三門核電廠是採用美國西屋公司的 AP1000 第三代壓水式反應器；秦山三核電廠則是採用加拿大 CANDU 6 重水式反應器。正興建中的福清電廠 5-6 號機則是採用大陸自行設計建造的「華龍壓水式反應器」，「華龍壓水式反應器」深受中國領導階層的關注，也是大陸準備外銷到國外的反應器。

大陸積極開發核能產業，並將核能電廠稱之為綠能產業。中國核工業集團每年向各地有名大學招募優秀畢業生從事核能電廠工作，核電廠員工相較於其他產業待遇佳、福利優渥。公司興建員工住宅低價售於員工，員工住宅區稱之為生活區，區內大、小食堂、購物中心、運動中心一應俱全，且價格低廉。廠區內設有大型食堂供膳，而且設置誤餐食堂，員工若因現場工作或參加會議錯過用餐時間，也可以享用到熱食。

肆、心得與建議

一、派駐 WANO 東京中心兩年期間，得以拜訪不同國家與城市。茲運用同業評估作業觀察的手法；以不同的角度觀察及「三個為什麼」深入探討與比較，闡述日本東京都的觀察心得：

造訪東京的第一個印象 - 「乾淨有序」。為什麼一個一千兩百萬人口的城市，人來人往的街道上很少看到垃圾與菸蒂？街道旁與公共場所看不到垃圾桶，人們把自己的垃圾帶回家。抽菸，只能在固定地點抽，抽完菸，菸蒂置入菸蒂收容袋帶回去丟。訪問日本人：他們認為自己製造的垃圾當然要自己帶回去處理，日本人大部分會隨身攜帶塑膠袋來處理垃圾。至於家用垃圾的處理，雖然也有資源分類，但一周約只有兩次，而且沒有像台北垃圾不落地。必須在垃圾收集前放置在路旁，

而且用網子覆蓋以避免烏鴉或野貓叼食，如圖五。不過日本人重視包裝，購物塑膠袋免費供應，這也造成大量的包裝紙及塑膠袋垃圾。除了人們不亂丟垃圾的習慣外，每個人會整理自家附近的人行道。每天早晨可以發現家家戶戶各自打掃門前人行道、整理行道樹旁的盆栽。道路及公共區域則由政府清潔人員負責整理，以維持市容的整潔。



圖五、網子覆蓋垃圾以避免烏鴉或野貓叼食

有人說：日本人是喜歡排隊的民族。沒錯，在東京市區的大街小巷中可以發現很多排隊的人龍。候車、購物、洽公等…，大家靜靜排隊不會大聲喧嘩。

東京地鐵系統四通八達，班次密集而且準時。絕大部份東京人都靠地鐵通勤。新宿車站是全世界最大運量的車站，每日運送約 350 萬人次。二次大戰結束後，日本積極發展工業，大量車輛湧入東京市區，造成交通壅塞及嚴重空氣汙染。東京政府開始鼓勵工廠外移，市民買車必須提供車位證明，限制車輛進入市區，並建造交錯完善的東京地鐵系統。現今東京市區的天空是漂亮的藍色，馬路也很少塞車。

東京是現代與傳統結合的城市。熱鬧的商業區高樓大廈林立，但小巷弄間依然存在許多七、八十年前的建築。可以在現代化商場內購買高科技產品，也可以找到古老的「柑仔店」。隱身於小巷中有各式各樣的神社，神社內一定種植高大樹木，如圖六、圖七。大部分日本人仍然信仰傳統的神道，很多日本人路過神社會捐個象徵「有緣」的五圓，膜拜祈福。日本雖然自明治時期廢除農曆，但農曆

上傳統的節日依然會在西曆上同日慶祝。例如：西曆 5 月 5 日慶祝端午節（後來改為法定兒童節），會在門口掛上菖蒲。日本崇尚自然，很多國定假日是和自然界與節氣有關。例如：山之日、海之日、春分、秋分等。這些假日常常令外國人搞不清楚，假日還跑去上班。



圖六、隱身於大廈中之小神社(新宿區)。圖七、種植大樹之神社(文京區)

據日本總務省的官方統計，2016 年東京都家戶所得每年約 612 萬日幣，WANO 東京中心所在的港區，家戶年所得更高達約 902 萬日幣。東京都房價高、消費高，所以東京居大不易。東京人工作、生活壓力大，造成居酒屋、卡拉 OK 和柏青哥彈珠台盛行，跳軌自殺的新聞亦常有所聞。

日本人民素質高，路不拾遺，宅急便送貨員送貨到大樓，送貨車直接停放路邊，不擔心貨品被偷，如圖八。商店售貨給顧客，一定會不厭其詳的解說注意事項。甚至在馬路上，可以發現地面上嵌有一個標牌，標示某路段是由某營造商何時建造的，如圖九，表現當責的態度。



圖八、宅急便送貨車停靠路旁，不怕被偷。圖九、馬路施工標示，表示當責。

二、WANO 最重要的活動就是「同業評估」，而執行同業評估的靈魂人物就是領隊 (Team Leader)。根據職參加多次停業評估的觀察，如何成為優秀的 WANO 評估領隊應具備以下條件：

1. 要有流利及準確的英文說、讀、寫能力。
 - a. 英文是 WANO 的官方語言，所有文件都是使用英文。
 - b. 能夠用英文表達意見。
 - c. 除了流利的英文能力外，領隊還需修改評估員報告，所以準確的英文說讀寫能力也是必備條件。
 - d. 對非使用英文為母語的人，語言藩籬 (Language Barrier) 是需要突破的首要。
2. 熟悉核電廠運行及管理流程：
 - a. WANO 雖然有指引 (Guideline) 來說明如何執行 WANO 的活動，但無法深入電廠實務。
 - b. 有電廠運行及管理實務經驗的人，會有整體 (whole picture) 的概念，能

提供更深入及不同的觀點，這也是領隊需要的必要條件。這些包括了解大修管理、緊急計畫等。

3. 了解 WANO 活動流程。
4. 敏銳觀察與歸納問題的能力：
 - a. 高品質的報告產出。
 - b. 能洞悉電廠明顯及潛在的弱點。
5. 追求卓越、事實求是的人格特質：
 - a. 領隊必須能深入了解事情真像，永不放棄追求卓越。
6. 折衝樽俎的溝通協調能力：
 - a. 能夠接納不同國家、不同文化的人，並能使之共同合作，完成團隊任務。
 - b. 不能情緒化管理。
 - c. 與電廠保持良好關係，使電廠了解 WANO 團隊的任務，並能使電廠了解並接受 WANO 的評估結果。
 - d. 對於電廠的回應（push back），能夠了解電廠的想法，開誠佈公接納不同意見，並秉持 WANO 專業評估精神，在時限內做出客觀決定。
7. 良好的體力：
 - a. 領隊在執行同業評估任務時，必須早起，一般需要在早上七點前完成所有評估員報告審閱與修改。一天睡眠時間可能不到 5 小時，況且白天還須赴現場執行作業觀察或評估員的教導及向電廠主管簡報與訪談。沒有良好體力絕對無法勝任。
8. WANO 潛規則規定：
 - a. 舊版 WANO 指引規定：要取得領隊資格（Qualified Team Leader）必須先具備運轉（Operation, OP）、維護（Maintenance, MA）或工程（Engineer,

EN) 之一的領導評估員 (Lead Reviewer) 及組織管理 (Organization Administration, OA) 領導評估員。現在雖然沒有這樣規定，但都還是朝這樣條件規劃。

- 三、 目前公司已制定培訓派駐 WANO 聯絡工程師計畫，每位聯絡工程師於赴任前須支援核發處運轉組瞭解 WANO 業務，並加強英語能力訓練。這種培訓計畫是正面且符合 WANO 期望。建議除了增強英語能力外，還需加強聯絡工程師對電廠運作的了解。例如:電廠大修作業、改正行動計畫(Corrective Action Program, CAP)的運用及緊急計畫演練等。

伍、附件

取得 WANO 維護領域(Maintenance Area)及工程領域(Engineering Area)兩個同業評估領域之領導評估員資格。

World
Association of
Nuclear
Operators-Tokyo Centre



June 21, 2016

QUALIFICATION AS LEAD REVIEWER

Based on the recommendation of the team leader of Peer Review, experiences in the nuclear industry, English skill, and the completion of the WANO standard training, **Hsueh-Chih Liao** is qualified as a **WANO-Tokyo Centre Lead Reviewer in the Maintenance area.**



Approved by Naoki Chigusa

Director, WANO-Tokyo Centre



July/2, 2017

QUALIFICATION AS LEAD REVIEWER

Based on the recommendation of the team leader of Peer Review, experiences in the nuclear industry, English skill, and the completion of the WANO standard training, **Mr. Hsueh-Chin Liao** is qualified as a **WANO-Tokyo Centre Lead Reviewer in the Engineering area**.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Naoki Chigusa', is written over a horizontal line.

Approved by Naoki Chigusa

Director, WANO-Tokyo Centre