

出國報告（出國類別：駐外）

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：台灣電力公司放射試驗室

姓名職稱：林書億/龍門工作隊第一分隊課長

派赴國家：日本

出國期間：105.08.14 到 107.08.13

報告日期：107.09.19

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 16 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

林書億/台灣電力公司/放射試驗室/龍門工作隊第一分隊課長

/02-2638-1068 分機 403

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他 駐外

出國期間：105.08.14~107.08.13

出國地區：日本

報告日期：107.09.19

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)

公司派駐世界核能發電協會東京中心(World Association of Nuclear Operators-Tokyo Centre, WANO-TC)，就任於同業評估(Peer Review, PR)部門，兩年來共參與相關任務約16次，曾造訪法國、日本、韓國、中國大陸與台灣之核電廠及台電總公司，參與執行同業評估(PR)、追蹤同業評估(Follow-up PR)、再啟動同業評估(Restart PR)、啟動前同業評估(Pre-startup PR)、追蹤總公司同業評估(Corporate PR Follow-up)、廠代表活動(Site Representative)、同業評估標準訓

練(PR Standard Training)、會員技術支持任務 (Member Support Mission, MSM) 及多項協調員工作。派任期間通過WANO東京中心的評估員資格認證，取得化學領域(Chemistry Area)同業評估領域之領導評估員資格(Lead Reviewer)。

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	15

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 105 年 08 月 14 日至 107 年 08 月 13 日止，共計 731 天。

二、緣起及目標

世界核能發電協會(World Association of Nuclear Operators, WANO) 係全世界各核能電廠經營者，於前蘇聯車諾堡事故後，為確保核能安全而成立之非官方、非營利之核能事業組織，而東京中心(WANO-Tokyo Centre, WANO-TC)則為達成其設置目的所設之區域中心之一。

本公司為世界核能發電協會之會員，依據合約應派聯絡工程師(Liaison Engineer)常駐東京中心協助其會務之執行及與本公司間的各项事務之連絡事宜。

聯絡工程師的任務為：「協助連絡協調本公司與 WANO-TC 間相關之事務、參與世界核能發電協會活動的各项相關事務、接受本公司之指令執行特定指派任務、接受核能發電處之指令協助各單位蒐集資訊、與核能發電處保持連繫、並接受世界核能發電協會之工作指派」。

本次駐外任務，係接替前任聯絡工程師，並持續依需求，蒐集核能營運及安全之經驗與作為，向本公司通報，並接受東京中心局長的任務指派，執行各會員之服務事務，達成本公司與 WANO 的管理期盼。

貳、出國行程

本次任務出國期間自中華民國 105 年 08 月 14 日至 107 年 08 月 13 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
105.08.14-105.08.14		台北→東京	往程
105.08.15-107.08.12	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
107.08.13-107.08.13		東京→台北	返程

參、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。

世界核能發電協會團結世界上每一個有運轉中商業核能機組的公司及國家以達到最高標準之核能安全。目前已有超過 130 個 WANO 的會員，共同運營全球 450 座核反應器。

WANO 設有倫敦辦公室和香港辦事處(香港辦事處將於 2019 年結束)，並在亞

特蘭大，巴黎，莫斯科和東京設有區域中心，藉由共同參與評估、標竿訪問，以及相互支持、信息交流來改善電廠績效，並且經模仿最佳典範，努力提升全球核電廠的安全性和可靠性。

為了達成以上任務，WANO 採取同業評估、績效分析、技術支持、培訓與發展以及企業溝通等五項方案，提供會員高品質的產品及服務。WANO 的業務將可針對核能安全持續確保全球領導能力。

上述由WANO所提供核能業界會員之活動的執行方案相關內容包括：

1. 同業評估(Peer Review):幫助會員國了解其營運績效與卓越標準(standard excellence)的差異。相關活動分別敘述如下:
 - a. 同業評估(Peer Reviews)。自2011年3月11日福島第一核能電廠事件後，同業評估周期由每六年一次改為每四年一次。
 - b. 啟動前評估(Pre-startup Peer Reviews)。係針對新機組第一次燃料置入反應爐之同業評估。
 - c. 再啟動評估(Restart Peer Reviews)。主要係針對日本核能電廠在福島事件，經長期停機後再起動前之同業評估。
 - d. 總公司同業評估(Corporate Peer Reviews)。核電廠總公司對各核電廠管理與指導之評估，評估周期為每6年一次。
 - e. 追蹤同業評估(Follow-up Peer Reviews)。同業評估之後兩年，追蹤業者對待改進事項作為的評估。
 - f. 運轉值班績效觀察(Crew Performance Observations)。為優先納入同業評估的項目，目前各區域中心將此項目列為再啟動評估的一部分，然而這是同業評估針對轉中電廠之持照運轉人員，在面對異常狀況時的能力，作有系統的評估。此項評估提供了改善整體電廠安全的絕佳機會，且自2019年起將列入營運中電廠實施同業評估時必須執行之項目之一。

2. 效能分析(Performance Analysis):本計畫名稱已由原先之運轉經驗(Operating Experience)更改為效能分析，且將子計畫績效指標(Performance Indicator)由原會員支持計畫(Member Support)改納入本計畫。主要活動為收集與分析各核電廠運轉經驗與績效指標，提供會員學習與深入了解核能工業報告。相關文件為：

- 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)。
- c. 即時報告(Just-in-Time, JIT)。

3. 會員支持(Member Support): 協助會員改善核電廠安全與可靠度。本計畫名稱已由原先之技術支持與交換任務(Technical Support & Exchange)更改為會員支持。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。

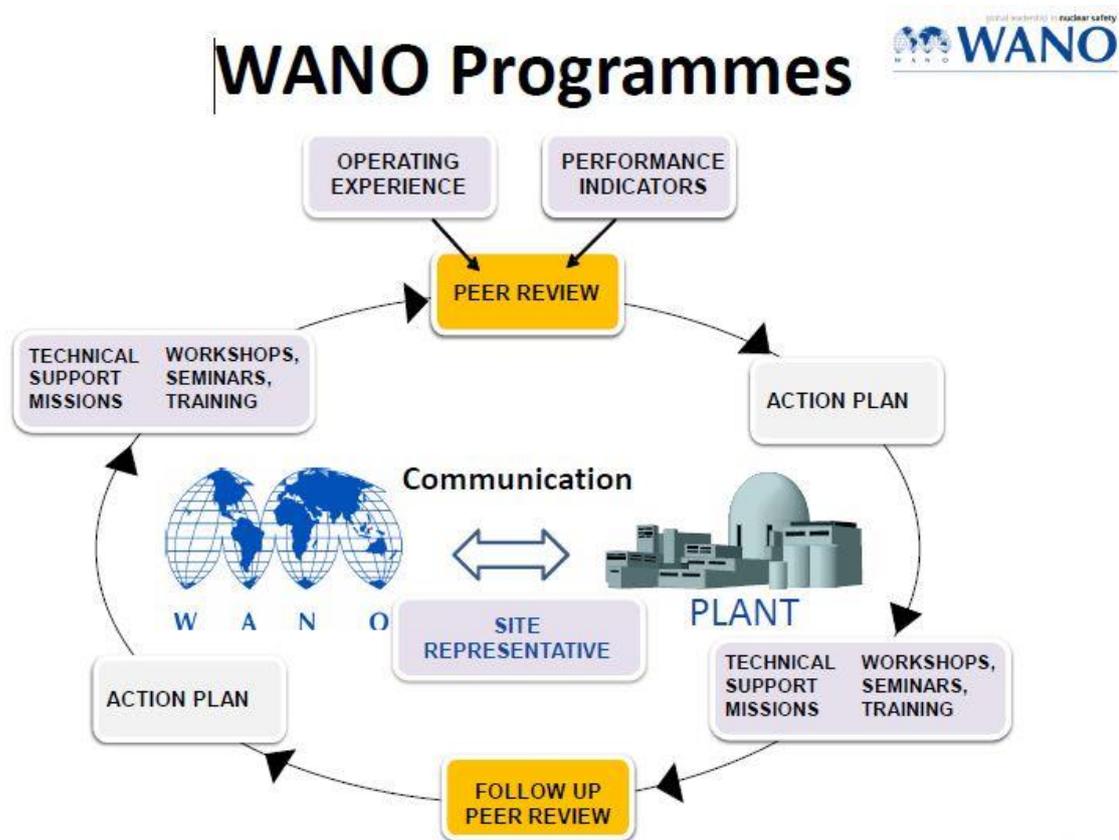
4. 訓練與育成(Training and Development): 本計畫名稱已由原先之專業及技術育成 (Professional & Technical Development)更改為訓練與育成。藉由舉辦各種不同主題之研討會(Workshops, Seminars)來協助WANO會員增強核能電廠營運智識與技能。目前主要著重於領導力培訓，藉由針對電廠廠長，中階經理及值班經理等三個階層之電廠人員提供訓練課程以切合WANO-TC方針之長期目標。

5. 企業溝通(Corporate Communications): 本計畫名稱已由原先之溝通 (Communications)更改為企業溝通。經由2016~2017年執行會員參與計畫增加著重於會員的參與。與全球WANO會員之管理人員及員工進行一系列訪談，以瞭解會員的需求及如何與WANO最重要的聽眾作更良好的溝通。其主要負責之工作如下：

- a. 公眾及會員網頁。
- b. 社群媒體。
- c. 影像。
- d. 出版物。包括：Inside WANO、WANO Review、This is WANO

企業溝通團隊持續支援所有WANO的活動方案及其溝通產品和服務之功能。

WANO與核能業界會員之各項活動如下圖一所示：



圖一、世界核能發電協會之各項活動關聯圖

東京中心在 2018 年新制定的 4 項準則 (principles) 逐漸取代原先的 6 項 Top Priorities 以因應 WANO 倫敦辦公室所提追求卓越的方針 (Compass)；這 4 項準則有 3 項特色，一是客戶涵蓋面更廣及更具行動導向，二是具有可於日常工作實踐的運用性，三是藉由每個同仁的專注投入即促成中心成功運作的集體性。而這 4 項準則如下：

- 擁抱，學習，發展與建立：

我們將透過持續學習的文化去推動進步，有系統地開發我們的知識技能，且維持在熟練程度。

- 關注，傾聽，瞭解與協助：

對於所有利害相關者，藉著有效的溝通，合作與創新，我們將持續地建立夥伴關係並維持最佳水準。

- 鼓勵，激發，強化與堅持：

我們將幫助業界的新機組或會員，藉由持續激勵同業採行最優的核能安全標準，以確保達成安全及成功的核能營運績效。

- 評估，發展，支持與改良：

我們會持續監視核能電廠的安全與績效，幫助會員確認其缺失何在，與認知績效劣化的趨勢，進而提供支持與協助以達成會員的永續卓越經營。

圖二、世界核能發電協會之追求卓越的 4 項準則



職於派駐世界核能協會東京中心期間，受東京中心指派於同業評估部門擔任連絡工程師兩年，共執行 WANO 會員服務之任務約 16 次。造訪法國、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、預啟動前評估、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等工作，期間並取得 WANO 東京中心的同業評估領域之化學領導評估員資格認證。以下茲就 職所參與執行任務中，摘取重點說明如下：

表一、派駐 WANO 東京中心期間執行任務之國家與地點。

編號	任務期間	國家	任務地點	評估類別
1	2016年9月26日 ~9月30日	台灣	台電總處、核一廠 (Chinshan)	追蹤總公司同業評估- 協調員
2	2016年10月5日 ~10月6日	台灣	台電總處、核三廠 (Maanshan)	廠代表會議-廠代表助 理
3	2016年11月5日 ~11月6日	台灣	核一廠(Chinshan)	技術支持任務-協調員
4	2016年11月19日 ~12月2日	大陸	中國核電公司方家山 核電廠 (Fangjiashan_1&2)	同業評估-化學領域第 二評估員(資格取得中)
5	2017年1月8日 ~1月12日	台灣	核三廠(Maanshan 1&2)	模擬培訓-受訓學員/評 估員(資格取得中)
6	2017年4月12日 ~4月27日	大陸	中國核電公司秦山一 廠(Qinshan 1)	同業評估-化學領域第 二評估員(資格取得中)
7	2017年5月15日 ~5月23日	日本	九州電力公司玄海電 廠(Genkai 3&4)	再起動同業評估-化學 領域領導評估員
8	2017年5月26日 ~6月2日	台灣	核一廠(Chinshan 1&2)、核三廠 (Maanshan 1&2)	廠代表會議-廠代表助 理

9	2017年6月13日 ~6月29日	台灣	核三廠(Maanshan 1&2)	同業評估-協調員
10	2017年8月14日 ~8月19日	台灣	林口核能訓練中心	標準培訓講師
11	2017年10月8日 ~10月27日	法國	法國電力公司(EDF) Fessenheim 1&2	同業評估-化學領域第二評估員
12	2018年3月5日 ~3月9日	台灣	核一廠(Chinshan 1&2)	印度核能發電公司赴台電標竿訪問-協調員
13	2018年3月19日 ~3月23日	大陸	中國核電公司方家山核電廠 (Fangjiashan_1&2)	追蹤同業評估-化學領域領導評估員
14	2018年4月10日 ~4月26日	日本	關西電力公司高濱核電廠(Takahama 1-4 PR)	同業評估-化學領域領導評估員
15	2018年5月27日 ~6月5日	大陸	中國核電公司三門核電廠(Sanmen-1)	第二次預起動前同業評估-化學領域領導評估員
16	2018年6月19日 ~7月5日	韓國	韓國水電與核電公司月城核電廠(Wolsong 1&2)	同業評估-化學領域領導評估員

(一) 大陸中國核工業集團有限公司所屬中國核電公司方家山核電廠
(Fangjiashan_1&2) 同業評估：

大陸核能產業目前是最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，也是大陸外銷到英國欣克利角 C 核電站的反應器。

中國核電公司方家山核電廠為同屬秦山核電廠所有之四個電廠之一，其他三座電廠分別為秦山第一~三核電廠，其中秦山第一核電廠裝置 1 部 320MWe 壓水式反應爐為中國大陸第一座核電廠，秦山第二核電廠裝置 4 部 650MWe 壓水式反應爐，秦山第三核電廠裝置 2 部 700MWe 加拿大重水式反應爐，方家山核電廠則裝置 2 部 1089MWe 壓水式反應爐。

由於方家山電廠#1/#2 號機分別於 2014 年 12 月及 2015 年 2 月商轉，是一座新的電廠，因此廠房、辦公室及實驗室皆令人感覺非常寬敞、整齊、清潔。而此次任務乃職第一次參與 WANO 同業評估活動，因此得以藉此機會熟悉整個評估作業的流程、現場觀察技巧、觀察報告和待改善報告(Area For Improvement, AFI)的撰寫，以及在進行與電廠對口人(Counterpart)訪談所需扮演的角色，這些經驗對後續擔任評估工作都有很大的幫助。

此外，本次參加大陸方家山電廠同業評估，發覺該廠有一項特別的語音提醒功能設計值得參考，即當工作人員進入一/二號機組時，會有廣播 “你已進入一/二號機 “來提醒工作人員目前所在機組。此項功能可以防止人員因走錯機組執行工作導致事件的發生。

- (二) 大陸中國核工業集團有限公司所屬中國核電公司秦山第一核電廠(China National Nuclear Power Co. Ltd. Qinshan 1) 同業評估：

秦山第一核電廠為大陸首座自行設計、建造、試運轉及營運

管理的電廠，具有指標性意義。秦山第一核電廠裝置 1 部機組，屬壓水式電廠，額定熱功率 966MWt，裝置容量 330MWe，1995 年 4 月商轉。

本次任務為職首次獨立擔任化學領域之領導評估員，也在本次任務中通過考核取得化學領域領導評估員資格，並由東京中心局長頒發證書。

此次參加大陸秦山第一核電廠同業評估，發覺其中對主控室人員進出人數設計的一種自動管控機制值得參考。此一機制是可以由值班主管自行設定允許進入主控室之人數，人數達設定值後，除值班主管同意外，人員將無法再進入控制室。控制室人數即時顯示於入口門框上方，此一做法主要希望能減輕控制室運轉員的負擔，避免控制室同一時間有太多人在工作，但如遇緊急狀況亦可以立即解除此一限制。

(三) 日本九州電力公司玄海電廠(Genkai 3&4) 再起動同業評估：

日本核能電廠包括興建中的 3 部機組共約 61 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，積極進行福島事件後之改善工程，強化機組遭遇多重天然災害之應變能力，並要求參與 WANO 之重新啟動評估或一般同業評估。截至目前，日本境內已有九部核能機組重新啟動加入供電行列。這九部機組分別為九州電力公司的川內核電廠一、二號機及玄海核電廠三、四號機；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、四號機及大飯三、四號機。另有 5 部機組已經通過日本原子力規制委員會 Nuclear Regulation Authority(NRA)再起動審查，而有 12 部機組目前仍在 NRA 審查中。

玄海電廠有 4 部機組，本次再起動評估為 3、4 號機，屬於壓水式反應爐，裝置容量 1180MWe；3、4 號機分別於 1994 年 3

月及 1997 年 7 月商轉。

再啟動評估與一般運轉中電廠的同業評估執行方式不盡相同，無論就評估領域數量，所使用的績效目標與準則 (Performance Objectives and Criteria, PO&C)，甚至評估的期程長短皆有差異。

依 WANO 指引，一般運轉中電廠的同業評估必須涵蓋 6 個功能領域(運轉、維修、化學、工程、輻防、訓練)以及 10 個跨功能領域(運轉重點、工作管理、設備可靠度、組態管理、輻射安全、績效改善、運轉經驗、組織效能、消防、緊急應變)；而再啟動評估僅就組織行政、運轉、維修、工程、消防等 6 項領域為基本要求，但尚可依電廠要求增加評估領域。另 Crew Performance Observation (CPO) 運轉值班績效觀察為必要之執行項目。

再啟動評估所參考的績效目標與準則(PO&C)為預起動 (Pre-Startup Performance Objective and Criteria)，而一般同業評估參考依據為績效目標與準則(Performance Objectives and Criteria)，兩者內容有極大差異。再啟動評估期間只有 9 天，而非一般運轉中電廠的同業評估的 16 天，因此沒有實施電廠廠房設施檢查(Plant Inspection)，也沒有進行電廠核能安全文化 10 項特徵強項及弱項的檢討。重新啟動評估的目的主要是評估電廠在長期停機後再啟動計劃是否準備就緒，評估著重於電廠安全可靠運轉之計畫及準備工作是否經由識別出行為缺失及處理這些缺失的建議來達成。

此次在化學領域發現有一項值得參考的作法如下。化學實驗室每個分析儀器都配有一個小牌子(約長 5cm × 寬 3cm)，一側標示“測量”，另一側標示“待機”。當使用該儀器進行分析時，化學技術人員將儀器的小牌子放在“測量”側，並在分析完成時置於“待機”狀態。這種做法可以避免在進行分析時被其他人員誤使用而造成分析結果不正確的潛在風險。

(四) 法國電力公司(Électricité de France S.A. ,EDF) Fessenheim 1&2 同業評估：

法國 Fessenheim 電廠座落於法國東北部依靠萊茵河之德國及瑞士邊界。該電廠為配備 2 部 880MWe 之 PWR 機組，兩部機組均於 1977 併網，雖運轉已經超過 40 年，但設備狀況、house keeping 仍維持極佳狀態。其每年之發電量約佔全法國之 2%，目前 2 號機自 2017 年 6 月起開始長期停機，未來該廠亦可能因政策因素而被迫關閉。

此外，本次任務職擔任化學領域第二評估員，學習到巴黎中心有別於東京中心的作法，尤其在 AFI 的形成方面，主要係與對口人共同將所有發現的事實透過歸類後形成 AFI(東京中心僅由評估員自行擬定)，且於總結會議前一天，各領域評核員向電廠廠長報告 AFI 之問題及所支撐的事實，再接著由對口人報告問題的主要原因及次要原因，廠長也會提出問題，但僅由對口人回答。由於對口人一起參與了 AFI 的發展，因此不會有對口人不認同 AFI 的情況發生。

另外在此次任務中亦發現有些電廠作法值得參考如下。

1. 化學部門於電廠排放口承受水體上下游設置 24 小時自動取樣裝置，該裝置每 5 分鐘取樣一次，每小時留存一樣品，即每天留存 24 個樣品並保存於冰箱 3 天，方便於追蹤分析汙染來源。
2. 電廠內不同機組廠房之牆壁及天花板以顏色區別，例如 1 號機廠房為淺綠色，2 號機廠房為淺藍色，1&2 號機共用之廠房及實驗室或如汽機發電機廠房、冷化學實驗室等，則將安置 1 號機相關設備儀器之空間內面塗為淺綠色，安置 2 號機相關設備儀器之空間內面塗為淺藍色，因此會有同一個室內空間卻有兩種顏色的有趣現象。

(五) 大陸中國核工業集團有限公司所屬中國核電公司方家山核電廠 (Fangjiashan_1&2) 追蹤同業評估：

此次方家山電廠追蹤同業評估(Follow Up Peer Review)，擔任化學(Chemistry, CY)領域之領導評估員，是職第一次參與追蹤同業評估。追蹤同業評估主要係針對前次同業評估各領域待改善事項(AFI)之改善計畫(Action Plan)之有效性進行評估。評估結果將分成 A-滿意(Satisfactory)、B-上軌道(On Track)、C-有風險(At Risk)、D-不滿意(Unsatisfactory)，假如被評為 C 或 D 的話，WANO 廠代表(Site Representative)須主動介入協助電廠提出改善方案以避免下次同業評估出現重複的待改善事項(AFI)。

此次任務中亦發現電廠的創新作法值得參考如下。即電廠化學部門製作了防人因疏失的電腦動畫，將各種人因防誤技巧應如何運用於日常取樣分析作業上，搭配該電廠現場實境以電腦動畫對化學人員進行防止人因失誤之培訓。由於採用電腦動畫且場景是員工熟悉的日常工作環境，相較於傳統的簡報方式更能提升學員專注力及更有效的達到訓練的目的。

(六) 關西電力公司高濱核電廠(Takahama 1-4 PR) 同業評估：

關西電力公司高濱核電廠 1~4 號機，位於日本福井縣，1~4 號機組皆為壓水式反應爐，其中 1/2 號機分別於 1974 年 11 月及 1975 年 11 月商轉，裝置容量皆為 826MWe，然自從 2011 年福島事故後即處於長期停機狀態，經積極進行福島後改善後，已於 2016 年向原子力制規委員會(NRA)提交再起動申請並已獲准。3/4 號機分別於 1985 年 1 月及 1985 年 6 月商轉，福島事故後處亦於長期停機，經獲准再啟動，並已於 2017 年初起動達滿載運轉中，3/4 號機裝置容量皆為 870MWe。

此次同業評估，擔任學領域之領導評估員。發覺電廠幾有幾項作法值得參考如下：

1. 化學部門採用不同顏色及形狀(圓柱狀或長方體)之採樣瓶用於採樣分析作業，且不同機組在電腦平台上輸入資料的畫面也以不同顏色區分以避免人為疏失事件發生。
2. 當一迴路採樣閥被打開時，現場會重複發出警告聲音”閥已被打開”來提醒工作人員，警告聲音直至再將閥關閉後才會停止。此一設計可以降低因閥門忘記關閉而造成爐心冷卻水流失之潛在風險。

3. 防火門、水密門等被打開時，同樣會有警告提醒人員將門關上，如超過 5 分鐘未關閉，會引動控制室之警報。另水密門關緊到位時會有綠燈顯示用以確認確實緊閉。
4. 在輻射防護控制區以安置綠色 LED 燈劃界標示出安全停留區，方便人員於工作暫停時快速找到作業等待區以降低人員輻射劑量率。

(七) 大陸中國核工業集團有限公司所屬中國核電公司三門核電廠 (Sanmen-1) 第二次預起動前同業評估：

此次三門核電廠(Sanmen-1) 第二次預起動前同業評估(Pre-Startup Review)，擔任 CY 領域之領導評估員，是職第一次參與預起動前同業評估。預起動前同業評估有別於一般之同業評估，主要著重於評估電廠為維持安全穩定運轉所需相關之程序書、計畫、方案以及所需之設備是否已經到位。

三門電廠預計裝置 6 部美國西屋公司開發之第三代壓水式反應器 AP-1000 機組，每部機之裝置容量為 1250MWH，目前一號機已於今年 7 月初併網(全球首部 AP-1000 機組)，二號機亦已於今年 7 月舉行 Pre Start-Up Review，此 2 部機組佔浙江省電力 3.3%電力負荷。

此次參加三門電廠評估活動，發現部分值得參考學習的作法如下：

1. 電廠防火門被打開後會重覆不斷的以自動語音提醒直到將門關上。
2. 化學部門將部分需逐步確認的採樣程序書加以護貝,採樣時在現場以簽字筆勾選或記錄，當相關記錄資料登錄完畢後將護貝上的記錄拭去以利下次再重複使用，如此可減少一般或放射性廢棄物產生。
3. 化學部門建立了化學控制參數的品質管制圖表(Quality Control chart, QC chart)，如鈉，銅，鐵，氟化物，氯化物，硫酸鹽，二氧化矽，胛和總有機碳等，以確保分析結果之精密和準確。其分析結果經由專門的分析電腦輸入，再藉由客制化電腦軟體進行趨勢分析，當分析數據有異常情況時電腦會主動提醒。例如，在 QC 圖表上發生連續七個分析結果在配置值的同一側(可能分析過程有失控)，此時“七個連續點”將會在分析結果輸入框旁邊彈跳出作為警示。

(八) 韓國水電與核電公司月城核電廠(Korea Hydro & Nuclear Power,

KHNP Wolsong 1&2)同業評估：

韓國水電與核電公司月城核電廠 1&2 號機，位於韓國東南方慶尚北道慶州市，屬於加拿大重水式反應爐(Canada Deuterium Uranium, CANDU 6)，其中 1/2 號機分別於 1983 年 4 月及 1997 年 7 月商轉，裝置容量分別為 678MWe 及 700MWe。此次參與 KHNP Wolsong 1-2 NPP(PHWR) Peer Review，擔任化學領域領導評估員，尚有一位來自印度 Rajasthan 同屬 PHWR 電廠化學經理擔任第二評估員協助職共同完成評估工作。值得關注的是 Wolsong 1 號機雖然已完成延役所要求的改善工作並取得許可，但因政策因素自 2017 年 5 月底開始至今仍處於大修停機狀態，未來將可能會進行除役。

另此次評估時發現電廠自行研發了一種機器人，用於移除因早期更換 Steam Generator 內之乾燥器時進行焊接及切割而散落於 Steam Generator 內 tubesheet 上難以取出之碎屑，該機器人具有可變換各種姿勢的蛇形手臂，手臂前端安裝有類似磁鐵或夾子的工具，依碎屑材質及形態，配備有四種不同功能之工具供選擇以利取出異物。此一特殊工具亦被列為此次評估活動的強項之一。

肆、心得與建議

WANO 東京中心位於東京都港區的五十嵐大樓第 6/7 層樓，主要有兩大部門，6 樓為同業評估部門(Peer Review division)，7 樓為改善支援部門(Improvement Support division)其中包括優良典範及原則與導則(Good Practice & Principle and Guideline ,GP & GL)、專業與技術發展(Professional and Technical Development ,P&TD)、等等子部門。

同業評估部門的角色就好比是健檢中心一樣可以幫電廠找出缺失，而改善支援部門就像是醫生的角色，開立處方來協助電廠改善缺失。而未來東京中心的工作重心會漸漸從同業評估轉移至改善支援的服務，現行同業評估將透過效率及效能提升縮減規模，也就是用更少的評估員及更短的時間來協助電廠找出值得改善的問題。

這裡透露出來的訊息是代表著未來派任到東京中心被指派參與同業評估部門的人員，必須在更短的時間熟悉同業評估程序、所負責領域之績效目標與準則及相關

的指引，以利儘快取得領導評估員資格，而取得資格後尚必須繼續準備取得其他領域之領導評估員資格，讓自己具備多重領域資格以因應未來工作上之變革。因為在可預見的未來，中國大陸的新電廠及機組數量不斷攀升(截至 2015 年 6 月，運轉中有 11 個電廠共 26 部機組，裝置容量約 2,466 萬千瓦；興建中有 11 個電廠共 24 部機組，裝置容量約 2,645 萬千瓦)，而台灣的評估員具有語言上優勢，參與同業評估時更有效率，同時又可省去翻譯人員，所以經常會被 WANO 東京中心指派擔任大陸電廠同業評估團隊的領導評估員。

此外值得注意的是，大陸核電廠除了秦山第三核電廠為 2 部 CANDU 重水式反應爐及石島灣為 1 部高溫氣冷式反應爐外，其餘皆為壓水式反應爐，而台灣只有來自核三廠的同仁具有壓水式電廠的運轉維護背景，以職擔任化學領域評估員為例，兩年內共參與了 8 個國外電廠的評估活動，其中壓水式電廠就佔了 7 個，1 個則是 CANDU 重水式電廠，其實也算是壓水式電廠，而因為自己本身的工作經驗是來自沸水式電廠，雖然透過研讀相關資料也可以瞭解壓水式電廠的化學控制，但在評估期間經常碰到與受評估電廠對口人討論諸如化學控制參數濃度或是化學藥品添加種類及時機等等此類電廠運轉實務問題時，就會感到比較欠缺經驗，無法提供意見或想法。因此建議未來同仁派駐東京中心擔任連絡工程師之前，如有機會到核三廠熟悉壓水式電廠自身領域的相關工作，將有助於後續參與 WANO 同業評估活動。

此外，培養強健的身心也是重要的條件之一，因為同業評估期程約 16 天，前半段大約有五天是要白天進行作業觀察，晚上寫觀察報告，後半段有 4 天白天與電廠對口人討論，晚上要整理討論結果並寫成報告，以職的經驗來說，參與評估期間早上約 06:00 起床，晚上約 12:00 睡覺，一天工作超出 12 小時幾乎是常態，如遇白天有進行較多面談，有時還會因為整理面談報告直到凌晨 2~3 點才休息。即使如此，當天早上還是要早起準備評估的相關工作，而且星期六、日等例假日仍會安排有複習訓練或會議等活動，想要正常作息必須只有等任務結束以後，所以在體力及精神壓力上是絕對是一大考驗，因此平常就要鍛鍊好體能，並找到釋放壓力的方法來調適身心。

東京雖然是一個有 1200 萬人口的大都市，但人潮壅擠的地方僅集中在熱門景點，街道整齊清潔，道路上的駕駛都會禮讓行人，人行道多寬敞不會有被占用的情況，因此在任務空檔時段，職常以走路或跑步的方式來鍛鍊體力，並利用假日出去旅遊體驗異國文化，藉此釋放壓力，以迎接下一個任務的挑戰。