

出國報告（出國類別：開會）

參加 WANO 2024 年第一次 東京中心連絡人會議

服務機關：台灣電力公司核能發電處

姓名職稱：副處長 彭富福

派赴國家/地區：日本

出國期間：自 113 年 07 月 22 日至 113 年 07 月 25 日

報告日期：113 年 09 月 04 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加 WANO 2024 年第一次東京中心連絡人會議

頁數 12 含附件：是否

出國計畫主辦機關/連絡人/電話：台灣電力公司/黃惠淪 02-23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

彭富福/台灣電力公司/核能發電處/副處長/02-23667042

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：113.07.22~113.07.25

派赴國家/地區：日本

報告日期：113 年 09 月 04 日

關鍵詞：核能、世界核能營運協會

內容摘要：(二百至三百字)

世界核能營運協會(World Association of Nuclear Operators, WANO)係非政府國際組織，由各核能電廠業主聯合參與。WANO 總部設於英國倫敦，旗下共分為美國亞特蘭大中心、日本東京中心、巴黎中心、莫斯科中心及上海辦事處。1989 年 5 月 15 日車諾比爾核電廠事故後，世界各地的核電廠業主開始透過 WANO 共同努力提高核能電廠營運之安全性和可靠性。

(2/11)
得以1人(表) WANO 東京中心(Tokyo Centre, TC)於每一個會員公司設置一名連絡人(WANO Interface Officer, WIO)作為相關業務聯繫及推動窗口。連絡人例行會議每年舉辦

兩次，2024 年第一次聯絡人會議於 7 月 23、24 日假東京中心七樓會議室召開，會議主席由印度 Mr. Harish Kalsi 擔任、東京電力公司 Mr. Yuichiro Inoue 擔任副主席，在下列數項關鍵議題進行討論：

- 卓越行動的最新動態
- e-PM 的進展和實施
- 人才招募中 WIO 的角色
- 目前 WANO-TC 活動
- WIO 之間的資訊分享
- WANO-TC WIO 會議舉辦方式
- WANO-TC WIO 會議章程討論
- WANO 計劃的利用

本年另一次 WIO 會議將於 11 月 26、27 日於日本福島舉行，並由東京電力公司與東京中心共同主辦，會議期間將規劃參訪福島第一核能發電廠。

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

目 錄

頁數

壹、 出國任務及目的.....	1
貳、 出國行程.....	1
參、 出國任務主要內容.....	2
肆、 心得與建議	12

壹、出國任務及目的:

世界核能營運協會(World Association of Nuclear Operators ,WANO)藉由資訊分享與相互觀摩來促進全球核能發電廠的安全。WANO 東京中心於每一個會員公司設置一名連絡人(WANO Interface Officer ,WIO)，作為聯繫及推動業務的窗口。台電公司為世界核能營運協會東京中心會員，故需參與每年舉辦兩次之連絡人會議，藉由東京中心宣達近期資源分享策略、最新實施計畫及對連絡人的期望並進行面對面的討論，而獲得了解 WANO-TC 最新政策與推廣議題，有效掌握 WANO-TC 會務及後續配合事項之推展，以維護本公司會員之權益。

本次會議主要議題可分為四大方面，東京中心各部門報告業務狀況及尋求 WIO 協助事項、五個會員分享優良案例/領導力/WANO 事件報告傳播等資訊、分組討論與結論報告及討論 WIO 會議章程。經由兩天會議面對面與各會員聯絡人充分溝通，分享公司優良技術以促成國際核能業界績效成長，互相學習提升本公司核能績效及安全營運。

貳、出國行程

113 年 07 月 22 日	往程 (台北~日本東京)
113 年 07 月 23 日~24 日	WANO 東京中心 2024 第一次連絡人會議
113 年 07 月 25 日	返程(日本東京~台北)

參、出國任務主要內容

一、概要:

2024 年 WANO-TC 第一次連絡人會議在東京 WANO TC 七樓會議室舉行,參與者分別來自台灣、日本、韓國、中國、印度、巴基斯坦、阿拉伯聯合大公國等國家,所屬的公司包括中國核電、韓國水力與核電公司(KHNP)、印度核電、台灣電力、巴基斯坦原子力委員會、阿聯酋核能公司、以及日本核能相關公司與機構,計有 27 員連絡員或代理人參加會議。

本次會議計有二天的議程,可分為四個方向說明,分別為議題報告事項、經驗分享、分組討論與報告及討論 WIO 會議章程。

在議題報告事項包括介紹環境會議(ECO Meeting)系統、上次會議決議項目的辦理情形、倫敦中心麥當勞先生介紹產業績效的全球視角、WANO 會員參與度的現況、分享良好實踐、領導力、WANO 事件報告(WER)和內部溝通的經驗及參加莫斯科中心 WIO 會議資訊。

經驗分享分別由中核集團(CNNC)報告優化汽輪機調節閥試驗降低功率損耗,印度核能發電公司(NPCIL)報告反應器壓力調節器(RR)和反應器保護系統(RP)測試平台,TEPCO(東京電力控股公司)報告柏崎刈羽電廠實施“Kokorozashi”(志)運動,Chugoku EPC (中國電力)報告如何減少重大工業安全事件發生及 Shikoku(四國電力)報告企業資產管理系統。

分組討論及報告將與會人員分為三組討論三個領域的行動措施(各會員對 WANO 計劃如同業評估、增強型績效監測(ePM)等進行方式建議、WIO 和 WANO 之間以及成員內部的溝通及 WIO 的角色與責任。本次會議最重要是討論未來 WIO 會議舉辦的方式。

WIO 是各會員公司與 WANO-TC 最重要的聯繫窗口,藉由面對面的溝通來讓會員公司瞭解 WANO TC 將如何協助會員公司提高電廠營運績效和提升安全文化,尋求

更多的支持，共同創造雙贏局勢，促進全球核能的安全營運的目標。此次會議充分達成 WANO TC 與 WIO 間相互理解與會員間相互溝通之目的。

二、議題報告事項

(一)上次會議追蹤事項辦理情形

	會議追蹤事項	到期日	現況
1	WIO 會議手冊的訂定	2023/12	未完成
2	討論如何繼續舉行成員管理的 WIO 會議	2024/3	在本次會議上製定提案並進行討論以實現目標
3	將 WIO 候選人通知 TC 秘書處參加 2024 年度 WIO PC 會議	2024/1	Ko- san(KHNP) Watanabe-san(北海道 EPC)
4	提名主持 WIO 會議的主席和副主席		主席 Kalsi-san (NPCIL) 副主席 Inoue-san (東京電力)

(二) TC 卓越行動

TC 卓越行動要轉變電廠的運作模式，從“被動反應”到“更主動”、從“短期結果”到“更可持續的結果”。

關注管理方針方面，藉由全面性改善規劃、進行變革管理及公司與電廠的積極參與等手段來達成。

改變電廠成員意願和行為需要電廠各組織的團隊合作。

強化成功的關鍵在於形塑有形的成就來建立信心、高階主管的認可及領導者對成員的激勵。

對於目標一、二來說，被評為後 1/4 之電廠的典型薄弱核心區域及問題為

- (1) 組織效能(LF/OR)：沒有強化高期望或標準，沒有有效利用風險管理等管理計畫。
- (2) 運轉(OP)：密切監測、程序使用、程序品質等方面的不足。
- (3) 維護(MA)：工人行為和實踐、程序品質等方面的缺陷。

- (4) 設備可靠度議題(ER)導致計劃外停機、限制運轉狀況(LCO)進入和停電延長。
- (5) (其他) 特定情況下，電網不穩定影響電廠可靠運作。

TC 行動方向為 ePM 盡速引進實施、檢視電廠改善計畫的進度與有效性及觀摩同業作法。

對於目標三重大事件的數量降低，可發現許多「重大」事件都與工業安全 (IS)相關，將舉辦研討會分享承包商管理經驗與做法並已完成制定重大運轉事件報告(SOER)

2024-1 預防死亡和重傷的領導。

對於提升目標四績效作法，提供專家培訓領導力和組織行為、對解決問題的行動的判斷。

對於目標五單位數量之改善提供分析，重點在於組織有效性及分享產業良好實踐。

(三)東京中心的女性聲音

各區域中心工作人員中女性占比，亞特蘭大中心為 39%、巴黎中心為 26%、東京中心為 16%。另女性擔任領導職務之比例，亞特蘭大中心為 30%、巴黎中心為 20%、東京中心為 5%。從資料中可發現東京中心女性員工或擔任領導職務之比例都比其他中心更低。

國際原子能總署總裁表示性別平等和賦予婦女權力是永續發展目標的核心，它們對於充分實現每個人的權利和潛力至關重要。這些基本目標也必須影響我們在原子能機構的工作。WANO 婦女組織的宗旨是為核工業領域的女性提供更多的機會，聽取更多女性的意見，最終提高核設施運作的安全性和可靠性。所以多元化對於創建成功的組織至關重要，新的想法和創新可以促進更和諧的溝通。

WANO 婦女組織提出核工業女性的一些價值主張，

- (1) 多元化和包容性:我們可以帶來一系列的觀點、經驗和思考。這可以促進組織內更好地解決問題、創新和決策。
- (2) 人才引進和保留:經過創造支持的為女性提供產業環境，可以吸引優秀人才。我們還可以透過提高員工的價值和支持感來降低離職率。

- (3) 技能發展: 透過指導、培訓和領導力計畫投資女性職業不僅使個人受益，還能提高核工業的整體技能水平和能力。
- (4) 提高聲譽: 表現出對性別平等和婦女賦權的承諾可以提高該行業的內部和外部聲譽。這可以增加利害關係人、投資者和公眾的信任。

提出三大戰略目標，分述如下:

- (1) 提高認識並促進對性別平等的理解，作法為在 WANO 及其成員組織性別平等培訓。
- (2) 透過提供適當的支持來提高女性員工的專業技能和代表性，作法為為婦女參加研討會提供財政支持、TC 人資部門考慮聘用更多技術型女性借調人員或員工，並考慮提高女性借調人員或員工的管理水準。
- (3) 為核子領域的女性建立強大的網絡和社團，作法為每年在 TC 並為 TC 的所有成員組織定期研討會。

達成目標的計畫為

- (1) 建立 WANO wide organization (WOW)。作法為制定 WOW 章程，明確願景、使命和策略目標、制定計劃文件，明確 WANO 政策、制定年度計劃。
- (2) 與會員公司的女同事互動。作法為建立時事通訊、舉辦工作坊
- (3) 促進提升會員中女性的專業技能。作法為為女性員工提供更多機會參加 WANO 研討會、女性被提名為 WANO 連絡人(WIO)、業界工作小組(IWG)成員、同儕評估(PR)審核員等。

三、經驗分享與回饋

(一) CNNC(中核集團)報告優化汽輪機調節閥試驗，降低功率損耗

每兩個月進行一次的八顆汽機控制閥測試，須利用稀釋硼以 0.5MW/min 的速度降功率 30MW 後進行測試，此方式需耗時 3.66 小時、增加了廢水的放射性，增加了廢液處理成本及增加操作人員的工作量，可能會導致更多的錯誤。

利用優化測試方法、減少功率損耗、降低營運成本及減少操作人員的工作量為主要目標，進行工作程序之改善。方法則為優化功率增幅、優化反應控制模式、優化中壓調節閥測試的測試窗口及優化高壓調節閥測試動力平台。

在減少功率損耗方面，原升降功率速率由 0.5MW/min 提高至 3MW/min，則用於功率升降之時間可由 132 分鐘減少為 22 分鐘。

優化反應控制模式則藉由動力桿跟隨方式及硼稀釋並用之方法達成每次測試減少一迴路廢水 $> 3\text{m}^3$ ，並能減少操作員操作並降低人為錯誤的風險。

原先測試方式降至所需功率後先進行中壓閥測試再進行高壓閥門測試，更改後之測試方式為先進行高壓閥門測試，進行功率回升後再進行中壓閥測試，此方式可減少功率損耗約 14MW。

在優化高壓調節閥測試動力平台方面藉由控制高壓瓶控制閥開度及電力開啟閥門搭配使用，則可確保電力穩定，避免降載功率超過及減少電能損耗達 2,500 kWh。

由於機組型式、設計與核三廠並不相同，故此案例無法適用於精進核三廠作業方式。

(二) NPCIL(印度核能發電公司)報告反應器壓力調節器(RR)和反應器保護系統(RP)測試平台

為提供一個用於測試和驗證設備健康狀況的受測環境，印度電力公司建立了反應器壓力調節器(RR)和反應器保護系統(RP)測試平台設施，這是一個完整的裝置除可進行離線測試外，具有完整的邏輯測試能力，從啟動到全功率運行，可以模擬故障和跳閘，並可以進行實際的系統響應檢查。這有助於系統的動態整合測試和驗證組件的各種邏輯和運作狀況，並可用於技術人員、主管的在職實踐培訓以及系統工程師的驗證測試。本公司各核能電廠應用此概念，建置有全迴路模擬器，作為運轉、維護人員訓練之用，此案例可作為電廠建置重要儀控系統 mock up 之參考。

(三) TEPCO(東京電力控股公司)報告柏崎刈羽電廠實施“Kokorozashi”(志)運動

東電的柏崎刈羽電廠第七部機組(K7)在今年 4 月 26 日完成燃料裝載，現正進行最終檢查階段，為 2011 年福島事件後第一個重啟的沸水式電廠而努力。

於進行設備安全驗證期間，由於發生一位員工身分遭冒用而進入主控制室，且發現門禁系統部分功能喪失而其替代措施不足，造成管制機構禁止移動任何核燃料。被要求在獲得當地政府同意前須先提交核子材料安全事件補充檢查報告給日本管制機關。

此事件導致身分證被盜用和實體防護設備部分功能喪失的根本原因為缺乏風險意識，東京電力人員認為員工不會構成內部威脅；電廠領導者未能認識到該領域的真實情況；公司缺乏採取糾正措施的能力，組織無法採取糾正措施儘管之前在東京電力公司內部和外部指出了問題，但現場管理人員和總部核能總經理沒有實施符合實物保護要求的措施，也沒有採取糾正措施。

電廠高層領導發起了「Kokorozashi」這項新思維運動，旨在提高電廠工作人員的積極性，使電廠更加安全可靠及激發了全體員工追求卓越的精神。志運動的目標為重新獲得當地因一連串事件而失去的信任、透過重新調整人員(包括承包商)的思想和決心來打破當前的僵局，熱情並相信我們將透過安全運作工廠和提供電力來服務社區和整個社會及激發和改善我們的動力和工作環境，讓我們所有人都相信光明、成功的未來。

利用現場改進焦點小組就如何使我們的工廠成為工作和生活的好地方提出想法及由年輕世代主導活動中進行，使得全廠達成” Kokorozashi” (志)員工信仰支柱的基本行為。實際做法有志對話，高階主管與現場人員對話在 2022 年超過 175 次、早上的問候、當地志工服務、對於優良行為員工在安全帽上獎勵貼紙和發放感謝卡。

(四) Chugoku EPC (中國電力)報告如何減少重大工業安全事件發生

藉由島根電廠在 2 號機組廢料處理大樓底部，一組作業人員正在對阻礙地面挖掘的埋藏物 進行切割、清除等地面強化工程，另一組人在平整混凝土牆面，造成 5.2X1.4 平方米、重約 2.8 噸的混凝土塊掉落，壓死一位在下方挖掘埋藏物的工人。

肇因分析可分為管理、裝備及人為疏失等三方面，確實原因為

- 1、承包商沒有拆除平整混凝土和塔機基礎樑的具體作業程序
- 2、承包商將平整的混凝土留在原處，並允許直接在混凝土下方進行施工
- 3、承包商沒有試圖將欲平整的混凝土掉落。他們事先嘗試要敲落欲平整的混凝土，但未能成功，因此認為它沒有危險
- 4、承包商未將電廠要求的工作指引分享給現場工作人員
- 5、未採取執行平整作業時防止混凝土墜落的措施
- 6、承包商在未告知總承包商混凝土在敲擊後未脫落的情況下即進行了施工

採行的防範措施為

- 1、編製作業程序並通知承包商
- 2、強化安全管理體系
- 3、增加現場巡查頻次
- 4、確保工作指示的共用
- 5、對可能墜落的重物採取適當的防墜落措施
- 6、提供有關墜落物體危險的訓練

(五) Shikoku(四國電力)報告企業資產管理系統

2008 年伊方核電廠引進企業資產管理系統 (EAM) 作為工具，整合設備和維護管理相關訊息，使維護決策更快、更透明，當發現設備異常時，會在 EAM 中發出作業請求 (狀況報告)，並實施改善活動。此後此系統增加了各種功能，提高業務效率。

此系統可分為四大功能領域，分別為企業管理、個人帳本、個人報告及通知與溝通。

企業資產管理系統（EAM）主要管理功能如下表

功能	說明
設備管理	廠內設備、測量儀器等資訊的集中管理
工作管理	管理工作任務的批准、更換零件的採購請求、工作時間表和工作工時
隔離管理 工作許可管理	管理設備和系統的隔離。發放工作許可、列印工作證等功能
消防管理	動火作業以及易燃和危險材料的攜入管理
許可證管理	管理需要許可和批准的項目的程序，以便它們能夠按計劃進行
檢查管理	管理各種檢查的計劃、實施和報告
關鍵績效指標管理	管理 KPI，例如處理維護請求的效率
商業決策	集中管理與營運相關的決策和報告
採購管理	集中管理備品採購、承包工作和外包
預算管理	管理預算的製定、合約履行的整合和差異報告
文件管理	設計文件、維護記錄等文件採電子檔案管理

透過引入EAM 能夠提高營運效率，藉由業務經營狀況與過往紀錄的收集，可以呈現資訊視覺化及快速分享，讓過去資料變成知識，達成立即監控設備狀況並透過資料庫分析，提出設備狀況改善建議。

四、WIOs 分組討論

本次討論共分成三組，討論的主題為下列三個領域的改善或行動措施的建議:

1. WANO programme
2. Communication between WIO and WANO, and within members, i.e. Head Office and Plants
3. WIO Role & Responsibility

各組針對這三題充分討論後擇一代表簡報該組的結果，三個領域重點項目分述如下：

- (1) 針對同儕評估等進行頻率，WIO 們認為應延長機組同儕評估年限，或當有 ePM 舉辦時就不需進行同儕評估。
- (2) WANO-TC 認為可將同儕評估舉行週期改為六年一次，或者可在績效的基礎上進行同儕評估，將同儕評估的規模可以根據績效條件靈活調整，未來將繼續增加這種靈活性。
- (3) 由於 ePM 才剛施行，還需要一段時間來確認實施的結果和同儕評估之間的關係，未來再討論。
- (4) WIO 們認為應多向電廠同仁傳達 WANO 的功用與努力，並建議組建” caravan” 來傳播 WANO 活動。
- (5) 為增進廠處之間溝通，建議可以透過在公司內部舉辦交流研討會，利用不同的內容分別辦理來提高研討會的效率，這個做法只有各公司自己才能證實是否有效。
- (6) 建議 WANO-TC 建立待改善領域(AFI)資料庫，讓各電廠可以參考其他電廠改善績效作法，進而提出 AFI 之 action plan。
- (7) 建議任何研討會後，WANO 進行問卷調查，並將結果與各參與會員分享。

五、WIO 會議章程討論

WANO 已要求審查關於如何實施 WIO 會議的章程草案，並於收到審查意見後進行更新，章程規定了 WIO 會議的運作方式、主席和副主席的角色、任期和選舉方法。副主席將在一年後擔任主席，下屆副主席的選舉方式將是透過候選人選舉，但如果沒有候選人，則將選出主席和副主席兩人。

WIO 會議每年將舉行兩次，一次在東京中心，另一次在會員公司，由會員擔任東道主，提出三種舉辦制度，固定輪流制、徵召制及彈性輪流制。

財務分擔由負責會員負擔第一天晚宴費用及電廠參訪之費用，其他費用則由 WANO-TC 負責，詳如下表。

Items	WANO-TC	Host Company
Meeting room	○	—
Transportation between meeting place and hotel	○	—

Lunch	○	—
Dinner (First meeting day)	—	○
Dinner (Except for the above)	○	—
Interpreter	○	—
Site tour	—	○

對於 WIO 或代理人參與會議所需支付之國際機票、機場與會場之間的交通費、住宿費、每日津貼等由 WANO-TC 承擔財務支援，但來自主辦國的 WIO。國內路費、住宿費自理。

鑒於參訪不同會員總部/電廠有助於了解運轉文化差異、深化會員間關係，並透過 WIOs 和會員學習優良案例，已陳請許副總同意採行彈性輪流制，每年一次 WIO meeting 於會員公司舉辦。

WIO 會議的舉辦方式在 8 月 15 日前請各會員公司做出決定並回覆 WANO TC，其結果為各會員國 15 票同意每年一次 WIO meeting 於會員公司舉辦、兩票不同意。11 票同意採行彈性輪流制、固定輪流制一票、徵召制兩票、其他意見四票。

六、下次 WIO 會議

下次 WIO 會議規劃於 2024 年 11 月 26-27 日在福島第一核能發電廠舉行。

肆、心得與建議

- 一、許多溝通議題能當面處理，藉由對話過程知曉雙方立場與訴求，可快速獲得共識或作法，如鑑於日本三菱電機變壓器測試資料相關問題，針對此議題預擬五個問題，當面向各電力公司 WIO 詢問處理與後續做法，眾人皆表示知曉此事件，各公司皆以試運轉測試數據符合要求，過去使用並未發現任何安全疑慮，故繼續使用該變壓器，同意這些變壓器仍然可以安全運行，沒有任何潛在風險，也未有後續商業議題處理，遵循日本國內相關機關處理作為。
- 二、過去常與 WANO TC 行政管理部門就台電派駐人力資格要求進行聯繫，由於雙方立場南轅北轍，經常各說各話，亦發生其書面審查後不同意進行面試，就直接拒絕台電規劃人選，藉由此次會議，先行拜訪相關主管說明台電派駐人員已經過內部考核，雖然無法符合要求之相關領域，但經驗與能力皆為上乘。其肯定台電派駐人員對 WANO TC 之貢獻，雖然其較欠缺 OP、RP 領域人員，台電目前並無法有此領域之人員可協助，雙方知曉問題所在，藉由此次所建立之友誼，相信未來業務進行能更加順暢。