

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加 WANO 亞特蘭大中心同業評估活動-TURKEY POINT NPP

頁數 7 含附件：☐是☒否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話 台灣電力公司/翁玉靜/(02)2366-7658

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

劉修源/台灣電力股份有限公司/核能發電處/十一等核能工程監/(02)2366-7084

出國類別：☐1 考察 ☐2 進修 ☐3 研究 ☐4 實習 ☐5 開會 ☒6 其他 洽公

出國期間：2025 年 4 月 28 日 至 2025 年 5 月 25 日

派赴國家/地區：美國

報告日期：2025 年 6 月 19 日

關鍵詞：世界核能發電協會、世界核能發電協會東京中心、同業評估、設備可靠度、核能運轉協會(INPO)、世界核能發電協會亞特蘭大中心

內容摘要：(二百至三百字)

本次出國係參加世界核能發電協會亞特蘭大中心辦理的美國 TURKEY POINT 核能電廠同業評估活動。本次評估目的在瞭解受評電廠的相關功能領域績效，確認與業界高標準(excellence)的差距；此外，評估團隊觀察到的電廠人員行為偏差，將透過人員訪談及文件審閱方式，探討行為偏差發生的原因，並經團隊成員討論，確認已經成為該電廠人員普遍顯現之行為文化後，發出待改善事項(AFI)使受評電廠管理階層充分理解其管理行為弱處，以期能盡速消弭偏差，提升電廠的核能安全與營運績效。

參加國外核能電廠的同業評估活動，除可深入瞭解國際核電同儕的實際營運事務，將同業經驗提供本公司參考；亦可藉評估機會結識各核電廠及亞特蘭大中心各領域專家，拓展視野及增進個人相關專業能力。

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

出國報告(出國類別：洽公)

參加 WANO 亞特蘭大中心同業評估活動 TURKEY POINT NPP

服務機關： 台灣電力股份有限公司
姓名職稱： 劉修源 / 11 等核能工程監
派赴國家/地區： 美國
出國期間： 2025 年 4 月 28 日至 2025 年 5 月 25 日
報告日期： 2025 年 6 月 19 日

目 錄

內容	頁次
壹、出國目的	1
貳、出國行程	1
參、任務過程	2
肆、心得	6
伍、建議事項	7

壹、出國目的

本次出國係應世界核能發電協會亞特蘭大中心（WANO Atlanta Centre, WANO AC）之邀，參加美國 TURKEY POINT 核能電廠同業評估活動。WANO 同業評估每四年舉行一次，旨在確認受評電廠是否達到國際卓越標準。透過本次受邀參加評估機會，可實地觀察美國先進核能電廠在安全管理、營運效率及人員培訓等關鍵領域的實務經驗，擇優取用。

此外，參與國際評估活動亦有助於拓展本公司在國際核能組織的能見度，藉由直接與美方核能專家的接觸與經驗分享，拓展專業人脈，俾建立日後技術交流與諮詢的聯繫管道，為本公司未來核能技術發展創造有利環境。

貳、出國行程

本次任務出國期間自 2025 年 4 月 28 日 至 2025 年 5 月 25 日止，共計 28 日。行程規劃均依循 WANO AC 同業評估標準作業程序，分為評估前準備與現場執行兩個階段：

日期	地點/活動	說明
4 月 28 日~ 4 月 29 日	台北→舊金山→亞特蘭大	往程
4 月 29 日~ 5 月 10 日	WANO 亞特蘭大中心 （第一階段）	進行評估前準備，包括電廠資料研讀、評估程序熟悉、團隊協調分工及與評估員間經驗、技術交流等項目。
5 月 11 日	前往 TURKEY POINT 電廠（邁阿密）	評估團隊移動至電廠
5 月 12 日~ 5 月 22 日	TURKEY POINT 電廠 （第二階段）	執行 EN/CM ¹ 領域同業評估，透過系統性的觀察、人員訪談與文件審查，瞭解電廠營運實務與管理作為的強/弱項。
5 月 23 日~ 5 月 25 日	邁阿密→舊金山→台北	返程

¹ Engineering/Configuration Management，工程/組態管理

參、任務過程²

一、 TURKEY POINT 核能電廠概述：

Turkey Point 核能電廠位於美國佛羅里達州邁阿密以南約 40 公里，靠近 Homestead 市，由 Florida Power & Light Company (FPL) 營運。廠址現有機組配置如下：

- **核能機組：**3 號機（837MW，1972 年啟用）與 4 號機（821MW，1973 年啟用），兩部機均為壓水式反應器（PWR）。
- **天然氣機組：**5 號機（1,150MW，複循環機組，2007 年啟用）。
- **已退役機組：**1 號與 2 號機（各 404MW，燃油／天然氣機組），於 2016 年除役。

電廠冷卻系統採封閉式水渠設計，而非傳統的冷卻塔，面積約 5x2 英里（10 平方英里，約 6,000 英畝或 2,400 公頃），冷卻水流經冷凝器吸收熱量後排放至水渠中冷卻，與外部環境隔離。

此外長期運轉下來，冷卻水渠的平均水溫上升了約 4°F（約 2.2°C），2014 年更曾因乾旱導致水溫超標（超過原先 100°F 的限制），迫使電廠兩次關閉反應爐；而且水渠中鹽分濃度亦升高，變得比海水更鹹（超鹽水），多年下來，水渠中的高鹽水逐漸滲入下方的 Biscayne 含水層（南佛羅里達主要的飲用水源），故 FPL 已於 2016 年起啟動清理與改善工程。



Turkey Point 核能電廠亦曾規劃新增兩部 AP1000 核電機組（6、7 號機，各 1,117MWe）。該案於 2009 年提出聯合建造與營運許可（COL），2018 年獲 NRC 核准。但因興建成本、西屋公司財務危機及上方所述環境爭議，致使 FPL 與其他多數美國電力公司一樣採取保守態度，將建設時程延至 2031 年與 2032 年，且仍存在進一步延期或取消風險。未來本公司評估新核電技術項目時，此案可作為參考，審慎評估經濟可行性與環境影響，在成本與生態間取得平衡。

此外，3 號機與 4 號機已分別完成兩次延役程序，第一次（2002 年）從 40 年延長至 60 年，第二次（2019 年批准，2022 年因環評爭議被撤銷，

² 註：由於本公司非屬 WANO AC 成員，本次評估期間最終未獲電廠績效數據系統查詢權限，故本報告主要以定性人員行為觀察分析為主。

2024 年恢復延役許可期限）從 60 年延長至 80 年，運轉執照延至 2052 年與 2053 年有效。

二、 工作內容概述：

（一） 出發前準備作業

1. 行程確認與行政準備

接獲 Turkey Point 評估團隊領隊之正式邀請函後，即確認獲邀參與本次 WANO 亞特蘭大中心所主導之同業評估任務。依領隊提供之作業時程，完成往返美國之機票訂購與行程安排，確保與評估團隊行程同步。

2. 完成進廠與輻防訓練課程

根據 WANO AC 指示，出發前須於美國核能網路學院（NANTe1）平台完成一系列電廠進廠安全與健康相關課程。相關課程內容由 WANO AC 提供帳號密碼後登入系統完成，包括：

- 核電廠一般進廠安全訓練
- 輻射防護訓練
- 適職方案（Fitness-for-Duty）訓練

（二） 同業評估行前準備作業(4.30 ~ 5.10)

1. 人員適任審查與進廠資格確認

抵達 WANO 亞特蘭大中心（AC）後，第一天即須依規定完成藥物與酒精濫用檢驗、心理健康量表測驗等程序，並經駐地醫師進行審查與必要之線上面談，確認身心狀況符合 WANO 參與人員之適任標準後，即可辦理 AC 進出證與相關安全註冊程序。

2. 進廠訓練再認證與測驗要求

在台灣出發前雖已完成 NANTe1 所列之進廠訓練、輻射防護及適職訓練，但抵達 AC 後仍須依規定重新進行線上測驗。每項課程測驗題數約 30~40 題不等，及格標準為 80 分。若未通過須自行安排時間重讀教材並重測，直至達標。此制度除確保訓練成效外，亦有助參與者重新聚焦評估任務安全與專業規範。

3. 行前專業會議與 EN/CM team 任務分工準備

本階段重點為參加 WANO 同業評估行前會議（sequester meeting）。本人主要與 EN/CM 領域領隊密切合作，依據預定評估架構，研擬 Turkey Point 核能電廠之評估策略、任務分工與重點關注議題（Gap Focus）。

此外，本週會議亦涵蓋以下評估準則與現場應對規則相關簡報與討論：

- 工業安全與輻射安全注意事項

- 觀察報告 (Observation Report) 撰寫格式與準則
- WANO AC 評估資訊管理系統 (OASIS) 操作方式
- 遇到 NRC (美國核管會) 人員之應對原則
- 完成 TURKEY POINT 核能電廠之焦點議題 (GAP Focus) 定案

(三) 正式執行電廠評估階段 (5.12~5.22)

1. 電廠報到與進廠作業

抵達 TURKEY POINT 核能電廠第一日上午辦理進廠識別證、全身輻射計測與個人劑量配章，並進行指紋設定後始可透過指紋辨識系統進入電廠設施，整體程序展現美國核能電廠對人員識別與輻射控管之高標準要求。

2. Gap Focus (GF) 執行與現場觀察

本次評估依事前確認之工程 (EN) 與設計變更管理 (CM) 重點，聚焦相關主軸議題及現場觀察項目。

3. 觀察會議與報告作業機制

每日上午 11:30 至 13:00，所有評估成員須進行觀察交流會議，由各領域報告當日所見所聞與人員行為偏差，透過全體討論分析潛在共通性原因，晚間並於飯店會議室撰寫個人觀察報告。此作業機制有助於從多視角交叉驗證，並建立一致性問題判斷準則。

4. 訪談以瞭解偏差行為原因與 AFI 成案過程

第二週起進入行為偏差原因瞭解的訪談階段，針對已識別問題深入訪談現場人員與管理階層，進一步釐清問題是否具普遍性，是否已內化為行為文化。當偏差確實普遍且對安全文化具風險時，將整合各項觀察事實為「待改善事項 (Area for Improvement, AFI)」，並於第二週週五正式向廠長 (Site VP) 與部門主管彙報。廠長亦會當場質詢或挑戰團隊及 AFI 撰寫者之核心觀點，確保 AFI 能真正指出管理弱點。

透過本次參與 TURKEY POINT 核能電廠之 WANO 同業評估任務，職亦實地觀察到多項電廠設計變更的管理方式、人員協作與設備問題的長期治理方式等結構性問題，其成因往往非單一疏失，而是管理制度未能持續聚焦、文化養成偏差所致。透過訪談與跨國交流機會，本公司未來均可從中汲取可資借鏡之處。

備註：本次同業評估期間，每日工作內容：

時間	作業內容
06:30-07:00	線上參加電廠的 每日運轉重點 (Operational Focus) 會議
08:00-11:30	作業觀察、人員訪談
11:30-13:00	評估團隊會議：彙整當日觀察與偏差行為分析
13:00-15:30	作業觀察、人員訪談
15:30-16:00	向對口人員報告觀察發現 （初步溝通 fact 與總結訪談結果）
1600-16:30	EN/CM Team 成員意見交換
19:00~	撰寫個人觀察報告

- 三、 本次評估過程中，觀察到 TURKEY POINT 核能電廠面臨的挑戰及問題，並與對口人探討根本原因，相關觀察事實最終納入評估報告中。

肆、任務心得：

本次參與 Turkey Point 核能電廠同業評估任務，是本人第二次深度參與美國核能電廠評估活動。為期 11 天的實地觀察與評估，不僅深入瞭解美國核能電廠的營運實務，更重要的是透過 WANO 的評估程序，再次學習到如何從跨部門角度看待電廠營運問題。

結合過往電廠評估經驗，比較高績效核能電廠與低績效核能電廠的經營管理模式，深刻體會到有效的組織管理制度是高績效的根本基礎。建立系統性制度框架，能夠引導人員行為趨向一致，使各項作業都能遵循電廠標準規範。然而，制度建立僅是第一步，管理階層的持續性監督機制與教練式指導（coaching）才是維持高績效的核心關鍵。透過系統性的監督與即時的指導回饋，使管理者能夠在績效下降的初期階段即時發現問題並予以矯正，避免小問題演變成重大缺失。在制度化管理與有效監督的雙重保障下，逐步培養電廠人員良好的從業態度與專業素養，便能確保系統設備維持高度可靠性，進而達成核能安全營運的最高目標。

綜合本次及歷次評估經驗的觀察，本公司在制度執行與監督機制方面已建立相對完善的管理體系。在品質管控方面，檢驗員制度、主管現場作業觀察、工前會議等機制有效確保重要工作的正確執行；在監督體系方面，總處主管作業觀察、核安處獨立監督、定期安全稽查、CFAM/SFAM 會議追蹤機制等多層次架構，已形成完整的監督網絡。這些既有制度的有效運作，正是本公司能夠維持高安全績效的重要基石。面對未來除役階段的各項挑戰，本公司應持續強化並完善這些既有的管理制度，確保在組織變化與技術挑戰中仍能維持最高的安全標準，為核能安全營運樹立典範。

伍、建議事項：

一、建立專業人力培育及發展策略

有鑑於 TURKEY POINT 核能電廠人才流失的經驗，本次評估中觀察到母公司 NextEra Energy 的 Individual Development Plan (IDP)做法值得參考，該計畫以每兩週為基礎，系統性檢視個人在專業能力、訓練進度、領導能力三個面向的發展狀況。

本公司現有導師制度已具良好基礎，可進一步借鏡 IDP 的系統性做法，將現有制度擴展為更全面的人員發展計畫，在既有優勢上增加領導力培養部分，並持續推動專業知識、技能文件化，將資深人員經驗系統性保存，研議除役階段高技術性人力配置策略，確保關鍵技術傳承不因人員異動而中斷。

二、借鏡國際標竿養成文化，持續精進人員高標準作業行為

針對 Turkey Point 電廠人員選擇性遵循標準的問題，評估期間與團隊成員討論時，來自 Exelon 核能艦隊、Constellation Energy 核能艦隊的專家分享了他們的經驗做法：在人員的維護訓練或工前會議中，主管會提示假如今天 WANO 的評估員在現場，他們會如何看待今天的作業，藉此提醒人員要以高標準完成工作。透過長期如此的心態養成，逐漸形成自我要求的人員行為文化，使作業標準內化為日常工作習慣。本公司或許亦可參考此做法，在重要作業的工前會議或是訓練中加入「國際標竿視角」的提醒機制，鼓勵同仁以國際一流電廠的標準自我期許，不斷精進主動追求卓越的組織文化。

三、評估深化 AI 技術應用

本次評估交流中了解到，母公司 NextEra Energy 制定了 NEXTTech 長期策略，透過與 AI 廠商合作，建置屬於公司自有的封閉式 AI 系統，協助彌補員工專業能力及經驗不足等知識落差問題，並採用「先使用」策略，待蒐集更多使用經驗後，逐步將 AI 技術整合至核能電廠管理系統中，最直接的應用案例就是分析 CAP 資料庫中的廣泛性資料及提供專業報告中的技術細節及提醒風險事項。

本公司或許亦可參考此經驗，制定自我長期 AI 發展策略，在日常作業、工程管理、維護作業等領域漸進式應用 AI 技術，同時建立完善的 AI 管理機制，確保該技術應用能符合核能安全要求。