

出國報告(出國類別：洽公)

赴美國 Fermi 2 核電廠
執行 WANO 同業評估

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：朱偉朋 / 核能工程監

派赴國家：美國

出國期間：106.7.10 ~ 106.8.6

報告日期：106.8.31

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：赴美國 Fermi 2 核電廠執行 WANO 同業評估

頁數 12 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/安評課長/(02)26383501-3094

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：106.7.10~106.8.6 出國地區：美國

報告日期：106.8.31

分類號/目

關鍵詞：WANO、同業評估、Fermi 2、OP 領域

內容摘要：(二百至三百字)

本次出國任務乃參加由世界核能發電協會亞特蘭大中心(WANO-AC)組隊，對美國 DTE Energy Electric Company 所屬 Fermi 2 核電廠進行之同業評估(WANO Peer Review)。該電廠目前只有二號機為運轉中機組，此亦為本次接受同業評估之機組。本次參加美國 Fermi 2 核電廠同業評估，擔任運轉(OP)領域評估員，藉由作業觀察、人員訪談及文件審閱等方式發掘電廠的問題、探究發生原因及提供國際觀點。參與同業評估活動可汲取國外電廠管理/運轉/維護的優良作法，可擴展個人技能外，並可作為運用於本公司持續精進核能安全與營運績效之參考。

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

目 次

壹、出國目的	1
貳、出國過程	2
參、同業評估活動過程	2
肆、建議事項	10

壹、出國目的

世界核能發電協會(WANO)對於各會員公司所屬之核能電廠，每 4 年會定期執行同業評估(WANO Peer Review)。同業評估的目的為鼓勵受評電廠追求卓越與精進效能，並可提供一個正確的績效趨勢洞見，以協助員工讓電廠精益求精。同業評估的手法是比較電廠效能與 WANO 績效目標與準則(PO & C)之差異，提出待改進事項使該核能電廠能改善績效並提升安全，進而確保全世界整體核能安全。本公司為世界核能發電協會會員，隸屬於 WANO 東京中心(WANO-TC)，對於 WANO 所舉辦的各項活動，本公司有權利及義務參與並予以支持。本次出國任務為參加由世界核能發電協會亞特蘭大中心組隊，對美國 DTE Energy Electric Company 所屬 Fermi 2 核電廠進行之同業評估。

依據 WANO 同業評估的準則，同業評估活動特別專注於核能安全與電廠可靠度，優先順序為核能安全、電廠可靠度、輻防安全、與工業安全。

WANO 同業評估小組成員由來自世界各地的 WANO 會員派遣的高素質人員組成，此次以亞特蘭大中心為主體，其他 3 個中心各派 1 位，所有評估員在各自負責評估的領域均擁有豐富的實務經驗。他們匯集了不同國家營運電廠的知識和經驗，並根據最佳國際典範對電廠的營運情況進行客觀評估，所有的評估與結論皆須基於事實。

在評估期間內，小組成員須留意可能對其他電廠有用的優勢作法，並發掘接受評估電廠未來可持續精進以提高的安全性和可靠性的領域。團隊專注於電廠人員如何執行他們的日常任務，因為這是電廠營運是否成功的關鍵。在確定受評估電廠之優勢作法(strength)和改進領域(AFI)後，最終成果是一份不公開的報告，由 WANO 向接受評估電廠總公司報告。這種保密性可確保評估小組和受評估電廠管理階層之間進行全面且坦誠的討論。評估團隊成員也受益於審查過程，他們可將好的想法和做法帶回自己的電廠。

貳、出國過程

日期	工作內容
106 年 7 月 10-11 日	往程 (台北 → 休士頓 → 亞特蘭大)
106 年 7 月 13-21 日	在 INPO 進行同業評估準備作業
106 年 7 月 24 日至 8 月 4 日	至 Femi 2 核電廠執行同業評估
106 年 8 月 5-6 日	返程 (亞特蘭大 → 休士頓 → 台北)

參、同業評估活動過程

一、Femi 2 核電廠簡介

Femi 2 核電廠為美國 DTE Energy Electric Company 所屬，位於美國密西根州的 Lake Erie 湖畔，安裝之核反應爐型式為 BWR 4 型。

Femi 核電廠廠址基本資料如下表：

機組	反應器型式	毛發電容量	商轉年	除役年
1	LMFBR	69 MW	7/8/1966	11/29/1972
2	BWR 4	1198 MW	1/23/1988	03/21/2045 (12/15/2016 獲得延役)
3	ESBWR	1550 MW	計畫中，未定	

Femi 1 是採用液態金屬冷卻之快滋生反應爐，已除役，機組內燃料已取出，並拆除部分設備組件，廠房結構未破壞，辦公區域仍保留使用中，目前為 Safestor(安全貯存)狀態。

該電廠另亦取得第 3 部機組建造執照，將配合該公司長期營運需求併同規劃，目前並無明確進度。

二、同業評估團隊與領域

整個同業評估團隊由領隊率領功能領域、跨功能領域及基礎領域之評估員所組成，每個評估領域依需要設置評估員 1 至 4 人，另有數項領域之教練數人，成員最多時達 32 人。整個評估團成員，約三分之二來自

自業界人士，另三分之一為 WANO/INPO 專職評估員。

評估領域與成員包括：

領隊：1 位

OR 組職效能領域(Organization Effectiveness)：3 位

OP 運轉領域(Operations)：4 位 (職參加之領域)

MA 維護與工作管理領域(Maintenance and Work Management)：3 位

ER 設備可靠度(Equipment Reliability)：3 位

CM 組態管理(Configuration Management)：3 位

OE 運轉經驗：1 位

RP 輻射防護(Radiation Protection)：1 位

FP 消防(Fire Protection)：1 位

CY 化學 (Chemistry)：2 位

TR 訓練(Training Qualification)：1 位

EP 緊急準備(Emergency Preparedness)：1 位

離廠代表(Exit Representative)：1 位

此次受評電廠亦派兩位部門經理擔任受評電廠評估員(Host Peers)，分屬不同領域，為全職評估員，在 INPO 的準備階段即參加團隊的運作，協助評估隊準備與發展各項議題，擔任團隊與電廠間的溝通橋樑，以確保雙方皆能對於事實、觀點和結論有完整而正確的瞭解。而在同業評估之後，他們回到電廠可協助管理階層發展正確的改善措施，並能確保有效性。

此次同業評估有另一位美國電廠廠長(Site Vice President)擔任業界顧問(Industry Advisor)，協助團隊確認管理與組織的議題，並提供高階管理階層的觀點。他在電廠實地評估階段時，會與電廠管理階層互動，以得到更深入的洞見，也能加強團隊與電廠管理階層的溝通，最後也會參加團隊離廠會議(pre-exit meeting)。

三、評估活動過程

1.行前準備

在此主要評估活動作業，在出國前的先期準備作業與職以往參加莫斯科中心同業評估之經驗有很大的不同。因為國情不同，美國對於核能電廠的保安及反恐要求相當高，為了能在不需陪同的情況下，讓評估員能快速進出美國核能電廠並自由活動，行前有很多準備工作，包括：請先前曾經參加過的同仁擔任協助者(facilitator)並填寫相關身份及履歷、個人身家健康調查多項表格(Personal History Questionnaires, PHQ)、向財團法人聯合徵信中心申請信用紀錄、由所屬電廠出具輻射防護訓練紀錄與輻射量紀錄等。亞特蘭大中心會請協助者協助申請相關文件並進行核對及確認。

另亦必須在到達 INPO 前完成美國核能訓練學院電腦學習網頁 NANTel (National Academy for Nuclear Training e-Learning) 之線上學習電腦訓練課程，包括適職/進廠/輻防等訓練，共 10 個項目

- (a).適職訓練(Generic Fitness for Duty and Behavioral Observation Cert)
- (b).進廠訓練(Generic Plant Access Training Cert)
- (c).輻防訓練(Generic Radiation Worker Training Cert)
- (d).INPO 適職訓練(INPO Fitness For Duty/Behavioral Observation Cert)
- (e).資通安全訓練(Generic Cyber Security Awareness Cert)
- (f).進廠訓練(Plant Access Training Cert)
- (g).輻防訓練(Radiation Worker Training Cert)
- (h).INPO 同業評估訓練(IPEER Certification-explains the peer process)
- (i).INPO 電廠資訊管理系統訓練(Plant Information Management System (PIMS) Cert)
- (j).INPO 評估技術良知訓練(Technical Conscience for Evaluators Cert)

2. 電廠評估

在美國的評估任務分為兩階段，第一階段為在 INPO 的準備工作，時程為 106 年 7 月 13-21 日；第二階段為在電廠之實地評估工作，自 106 年 7 月 24 日至 8 月 4 日。

(1). 在 INPO 的準備工作

因為非美國國籍之國際評估員必須於準備週 (sequester week) 之前一週抵達，除了安排生活起居住宿等事宜，讓國際評估員先行瞭解及熟悉環境外，主要目的為先辦理必要之行政手續，包括：身家調查資料(PHQ)再查驗與確認、拍照、指紋建檔、適職方案中的尿液採樣檢查、酒精測試、物理測試及心理評估，以及所有上述所提及之網路線上課程測驗等，全部通過認證合格後，才能繼續參與下一階段之活動。

NANTEL 網路線上課程測驗內容雖不困難，但其考題中之用字較為艱深，對非英語使用者而言仍有挑戰，建議在學習過程中若遇到不熟悉的字彙一定要查閱清楚，才能清楚掌握考題的意義。至於心理測驗由過去的心理醫師面診，改為填寫約 340 題的電腦試題，結果由專科醫師鑑定。

經過以上嚴謹繁複之審核程序後，終能開始實際的評估作業。首先是先申請 CERTRAEAC 的使用帳號，由於之前在國內一直無法收到美國寄發的帳號密碼，故無使用權限，無法查閱受評電廠的資料。CERTRAEAC 網頁內的資料有分 2 項：Plant Evaluation 及 CAP。Plant Evaluation 內為電廠一般性資料，包括：組織、績效指標、程序書、Programs、各類會議紀錄，以及各領域要求電廠提報的資料，內容十分詳盡。在運轉領域小組長指導之後，使用此網站之資料並無困難，可自行上網研讀資料並作適當歸納分析，隨時都能和運轉領域小組長與評估員研究討論。

根據職以前參加莫斯科中心同業評估的經驗，由於評估團成員的同業評估經驗深淺不同，且 WANO 各中心作法略有差異，為讓所有評估人

員在評估活動前，再一次熟悉評估作業流程及各種評估方法，使整個評估團更有效的運作，在進入電廠前一天會由領隊及聯絡人進行評估員再訓練(Reviewer Refresh Training)，並於訓練中討論各領域之評估計劃中的重點項目。但此次的亞特蘭大中心行程中，此訓練為線上課程，在內容上較為簡略，建議爾後參加者要另預先作準備。由於職此次係第 1 次參加運轉領域評估，故對於相關 WANO 同業評估所遵循之績效目標準則(WANO Performance Objectives and Criteria, PO&C)項目亦必須研讀熟悉，包括：

運轉基礎專業(OP.1)

運轉的行為(OP.2)

運轉優先性(OF.1)

運轉風險(OF.2)

緊急運轉挑戰的應變(OF.3)

準備週工作項目包括 2 次評估團隊會議、講解評估及工安注意事項、各功能評估領域之自由運用時間、及向 INPO 運轉部門經理報告評估計畫，並聽取建言後再據以修訂。

美國的評估活動在評估團赴電廠實地評估之前就已展開，專職的 INPO 評估員較美國同業及國際評估員更能深入掌握電廠的狀況，評估計畫多由他們草擬主筆。在此階段，評估領域小組長會偕同美國同業及國際評估員，不定期、多次與電廠的對口負責人(counterpart)舉行電話會議，逐步確認評估內容的正確性。

團隊會議每次約 3~4 小時，首先由評估團領隊說明 WANO-AC 主辦之同業評估與 INPO 電廠評估之主要差異在於國際評估員之參與。隨後所有成員簡單自我介紹、評估團總結代表 INPO 管理階層說明對評估團期許、評估團領隊表達其期望、輻射防護評估小組長說明輻射防護注意事項

項、安全文化討論、最後每個評估領域小組長說明其評估計畫。

團隊會議中亦會由受評電廠評估員介紹電廠近年的營運狀況、過去之較具挑戰性項目、與改善現況，在電廠評估期間團隊需配合及注意事項，讓評估團能夠對電廠之營運及相關規定有更深入的了解。各評估領域小組長聽取其他團員包括美國同業及國際評估員之意見後，酌情修訂評估計畫。領隊再三強調要求各領域評估員運用團隊的資源，收集更多事證作為訂定評估計畫的依據。最後 INPO 之 chief executive officer Robert Frederick "Bob" Willard 來到會議室發表對評估團之期許與勉勵。

(2).電廠評估週：

- A. 由於在 INPO 時，所有評估員均已完成進廠相關程序，瞭解在電廠評估期間各項工安、輻射防護須注意事項，取得進廠許可，且在入廠前一天(星期天)即由電廠派員至旅館發放識別證及輻射配章，故在本周第一天到電廠後，隨即展開評估作業之第 1 項活動-廠房巡視。巡視的重點包括廠務管理、工業/消防安全、設備標示、輻防管制及現場物品放置管控作業等，進行廠區檢查時，不限定自己的評估領域，應就發現的所有缺點予以記錄。然後將發現之內容做缺失類別歸類，記錄在白卡(White Card)上，交給領隊與 OR 組職效能領域評估員記錄、統計、與分析，成為一份現場巡視套件(package)以供團隊使用。
- B. 進廠會議(Entrance Meeting)在第一天午餐時舉行，首先由電廠廠長與評估團領隊致歡迎詞與說明同業評估目的，再由雙方自我介紹。
- C. 在電廠評估期間的第一周，評估團隊專注在功能領域的議題。在運轉領域，由小組長分配作業觀察的項目，包括模擬器訓練、課堂訓練、主控制室活動、現場巡視、測試作業等項目。在作業觀察中，小組長希望評估員能觀察完整的程序，包括工作前說明(pre-job briefing)、工作

中的行為、和工作後的檢討(post-job critic)。若因時間限制無法全程參與觀察時，特別是要關注於遵守程序書和人員防誤措施的使用。

- D. 評估期間安排多次人員訪談，每一個訪談議題，對象均包括現場工作人員及領班(EO)、指揮工作的工程師層級(RO)、與負責規劃分配的部門經理(SRO)，完整蒐集電廠人員的觀點，期望能協助電廠找出問題的關鍵，改善真正的弱點。
- E. 與電廠各個領域對口人每日進行會議討論，於每日評估作業活動後，在下午 16:00，各領域評估員必須與電廠各領域對口人進行每日會議。在會議中首先由各評估員報告當天是否有發現輻安與工安問題，會議的重點是必須將作業觀察、人員訪談及文件查閱的各項重要發現向對口人說明，且瞭解電廠對這些問題的反應處置。同時確定隔日之評估作業活動時程是否已安排妥當。與電廠對口人討論的主要目的，是向電廠確認評估員所敘述之情形均為事實而非評估員個人之意見 (opinion)，且讓電廠瞭解目前評估員所掌握可能之缺失事項。除了讓電廠對口人了解評估員觀察及追蹤的事證為正確，評估員亦藉此了解各部門管理階層對事證的想法與做法，據以追蹤造成相關事證的可能肇因。最終的目標是希望評估員提出的報告不能讓對方有“驚訝(Surprise)”的感覺，要先與受評部門的相關人員深入討論，經他們全部接受確認後，才可以列入最終報告中，故與電廠各個領域對口人每日會議是非常重要而必要的過程。
- F. 整個同業評估活動主要藉由依據事前擬定之評估計畫，透過現場作業觀察、人員訪談及資料查閱等方式，依據觀察及訪談結果，經過有系統的歸納來逐步發展問題點，探索肇因，使其發展成為正式的待改善作業事項(Area For Improvement, AFI)或優良作業典範(Strength)。評估員每日依據現場作業觀察、人員訪談及資料查閱等過程所撰寫出來之觀察報告是同業評估活動最重要之基礎文件。觀察所得之各項議題必須

先獲得電廠各個領域對口人的認可同意，並於每天團隊會議中報告，與領隊以及各評估員相互討論，經由事證補強後再彙整出待改善事項。

- G. 每日晚間回旅館後，評估員均需撰寫數份觀察報告，記載當日的各個評估項目、內容、與結果，並與領隊及 OR 組職效能領域評估員開會討論，必要時進行報告修訂或進行後續追蹤訪談。
- H. 團隊每日會議(Team meeting)於每日午餐時召開，每次約 1~2 小時，基本上為團隊閉門會議，但有時也會邀請電廠廠長及相關人員參加，由於該電廠之總公司對此評估活動相當重視，故核能副總(CNO, chief nuclear officer)也曾參加。評估團會議討論當日發掘到的重要事項。各領域評估員與領隊在會議中討論重要發現事實及分析結果，並藉所有小組成員的經驗來確認議題的有效性，並由領隊做成決議。團隊會議是評估員間分享重要事實的場合，也是領隊掌握評估方向或強化成員評估行為的場合。
- I. AFI 原因探討與撰寫：WANO 亞特蘭大中心與莫斯科中心對於 AFI 之要求略有不同，由小組長負責撰寫 AFI 報告，電廠對口人與評估員共同探討形成原因，確實述明電廠當前問題之內容、與最高標準之差距、問題重要性、及電廠須精進之處。
- J. 在電廠的第 2 週，重點專注在組織與領導之績效(organizational and leadership performance)。領隊會依據可能發展成為 AFI 的各項跨領域關注事項，分派 mini team 詳細調查。而 mini team 的成員和小組長與第一周各領域成員不一定一樣，而是打破原有建制由不同領域評估員組成，所以 mini team 的內部討論、溝通、及任務分派等都會更繁雜，訪談對象層次也更高，甚至是 Directors、副廠長及廠長等。另外，此次另有一組專責作業觀察的小組，此小組成員負責所有 mini team 要求的額外作業觀察，以及進行相關訪談。

- K. 電廠廠長會談：在電廠評估期間，會安排業界與國際評估員分批與電廠廠長會談。會談內容主要是讓這些同儕評估員各自向廠長報告此次評估期間有哪些電廠的優點是想要帶回去自己公司分享的，以及給廠長的建言，內容得不受 WANO-AC 約束。建議同仁有疑慮時，宜先詢問主評估員的意見，以避免和團隊報告的事項有所差異。
- L. INPO 15-005 Leadership and Team Effectiveness Attributes 領導與團隊效能屬性、INPO 12-012 Traits of a Healthy Nuclear Safety Culture 健全的核能安全文化特質、及 INPO 10-005：Principle for Maintaining an Effective Technical Conscience 等三篇文件，在評估期間被廣泛的引用與討論，評估員應在平時就應詳加研讀並深入了解，俾能在各項會議間提供適當的意見。
- M. 離廠會議(Summary Meeting)：離廠會議是同業評估團在電廠的最後一項任務，經由兩週的評估工作，各評估領域就其所發現的優良事蹟 (Strength)與待改善事項(AFI)在此會議上向電廠管理階層人員提出報告，並確認電廠對口部門能充分理解評估團的意見。

肆、建議事項

- 一、同業評估為 WANO 重要任務之一，世界各國擁有核能之電力公司均非常重視此活動，此次受評電廠的公司更是關注，其核能副總經理曾數次參加評估團相關會議。美國電力公司認為將重要幹部外派至 INPO/WANO 支援視為重要歷練，參加此次活動的評估員資歷，大多為擔任領導 10 多人的部門主管，以運轉領域評估員為例，除職以外，其他 3 人為具有超過 30 年工作經驗之經理級人員。參加同業評估活動，不僅能為核能同業提供優質洞見，以強化核安文化及增進電廠營運績效，也能讓評估員本身有更多磨練成長之機會，擴大視野，進而回饋母公司，確屬互惠之活動，建議公司持續選派有發展潛力之人員參加本項活動。

二、此次同業評估，在運轉領域評估之重點在關注於遵守程序書和人員防誤措施的使用。受評電廠在此方面作了許多努力，以增進人員作業績效。其中一項措施為所有人員均配戴一張自問自答卡，以提醒現場工作人員在工作前的注意事項。在經過該電廠同意之後，職取得一份樣張，在此分享。

此自問自答卡之大小與員工識別證一樣，是塑膠材質的卡片，員工將兩者一起配戴在胸前，在現場工作時若遇到沒有把握的狀況時，在工作前先花兩分鐘回答卡片上的問題，確認無誤後再執行下一步驟。此卡片正反兩頁均有訊息，如下方兩張圖：

STOP

THINK

Are you about to perform a "Life Critical" activity?

LIFE CRITICAL

CONTROL OF HAZARDOUS ENERGY

HOT WORK

CONFINED SPACE ENTRY

TRENCHING AND EXCAVATION

LIFTING AND SUPPORTING LOADS

WORKING AT HEIGHTS

VEHICLE SAFETY

Know the criteria to continue work. **STOP** and seek guidance if you are unsure.

Important Phone Numbers

Emergency (from any site phone)..... 250

Emergency (offsite phone or cell).... 734-586-1250

Site Nurse / Medical.....6-5200

Main Control Room (Shift Manager).....6-5235

Tagging Center.....6-5233

OCC (Outage Control Center).....6-4301

Nuclear Security - SAS.....6-5215

Nuclear Security - Badging.....6-5121

Local 223 Chief Steward.....6-4249

RP Control Desk.....6-5302

Take Two

To improve Situational Awareness

Before starting or resuming a task, ask . . .

- > Are the conditions the same at the job site as discussed in the PJB?
- > What safety hazards are present?
- > What bad things can happen?
- > How can a mistake be made?
- > Have all safety concerns and HU error precursors been addressed?
- > Do I have my controlling procedure/ WO available as required by MGA03?
- > What are the critical steps?
- > Do I have the permissions and qualifications to start/continue?

Fermi values safe, error free performance -
Every person, every task, every time.

在左圖的上半部，是提醒工作人員在面對攸關生命安全的作業時，例如：產生火花的工作、進入侷限空間、挖溝開槽挖掘、提舉和支撐重物、高空高架作業、駕駛車輛和控制有危害的能量時等，要求員工自己思考一下：

- 你知道自己將要進行一項攸關生命安全的工作嗎？
- 確認已符合所有的要求再繼續工作；
- 如果你不確定，請先暫停工作，並尋找正確的指導。

在左圖的下半部，則列舉一些電廠的重要電話，讓尋求協助的人員能迅速找到可以幫忙的人，例如：廠內外緊急聯絡、醫務室、掛卡中心、大修班、保安小組、和輻射管制站等。

在右圖中，為了提高員工面對各種狀況時的警覺性，列舉了 8 個問題，在開始或暫停後重新繼續工作前，要求員工自己先花兩分鐘(Take Two)思考一下：

- 現場所有的狀況都和 TBM 中討論的相同嗎？
- 可能有哪些安全危害？
- 可能會發生哪些不好的事？
- 可能會犯甚麼錯？
- 已經考慮了所有安全的顧慮和討論過人員疏失防範措施嗎？
- 我該使用哪種程序書？
- 哪些是重要關鍵的步驟？
- 我獲得核准且符合資格去執行這個工作嗎？

Fermi 將電廠人員疏失防範措施的關鍵轉化成簡單易懂的問題，一般現場工作人員和包商都能瞭解，且與員工識別證一起配戴不會造成額外負擔。本公司推動人員作業疏失之防範一向不遺餘力，期望第一線工作人員能順利執行交辦的工作，故被派赴現場工作人員有正確的心態，再加上適時提醒是非常重要的。以上自問自答卡片的内容可發揮類似的功能，員工在進行關鍵作業前拿出來唸一次，先思考相關危險因子，可協助同仁作出適切的判斷，提升工作績效。而且所需費用應該不高，可謂本輕而利重，值得研究參用，修改為本公司要求的重點及符合民情的内容後再分發給同仁使用。