

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加 Catawba 電廠同業評估

頁數 22 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

行玉樹/台灣電力公司 / 龍門核能發電廠/課長/(02)2490-3880 轉 4120

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：103.07.22-103.08.17

出國地區：美國

報告日期：103年09月29日

分類號/目

關鍵詞：世界核能發電協會(World Association of Nuclear Operators, WANO)、
美國核能運轉協會 (INPO, Institute of Nuclear Power Operations)、國際
同業 (International peer)

內容摘要：(二百至三百字)

台灣電力公司為世界核能發電協會的會員，有義務及權利參與 WANO 的活動，WANO 邀請本公司派員參加在美國 Catawba 核能電廠執行輻射防護領域同業評估，由於行玉樹君曾於 99 年參加美國 Calvert Cliffs 核能電廠執行輻射防護領域同業評估，藉由此第二次參與的機會，能更深入探討美國電廠評估準備過程的運作及現場評估作業實務的技巧，並對身為國際同業的角色定位與評估要領有更深入的剖析，另外介紹該核能電廠的安全文化的建立與領導管理階層的積極推動，值得借鏡之處；本次奉派參與亞特蘭大中心(WANO-AC)對於美國 Catawba 核能電廠同業評估，擔任輻射防護領域之國際同業評估任務，參與活動包括評估資料分析、團隊評估訓練、評估聚焦 (Focus area) 討論會議、跨功能/領域 (Cross-functional areas) 議題發展、評估計畫定案、隊員對受評電廠的直覺 (gut feeling) 討論會議及輻射防護領域的現場評估、觀察報告撰寫及在離廠會議 (Exit briefing) 中向廠方說明輻射防護的評估報告。

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 Catawba 核能電廠同業評估

（裝訂線）

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：行玉樹/十一等核能工程監

派赴國家：美國

出國期間：自 103.07.22 至 103.08.17

報告日期：103.09.29

目 次

	<u>頁數</u>
壹、出國目的	2
貳、出國行程	3
參、出國任務過程摘要	3
肆、心得	16
伍、建議	20

壹、 出國目的

台灣電力公司為世界核能發電協會的會員，有義務及權利參與 WANO 的活動，WANO(The World Association of Nuclear Operators)邀請本公司派員參加在美國 Catawba 核能電廠執行輻射防護領域同業評估，由於行玉樹君曾於 99 年參加美國 Calvert Cliffs 核能電廠執行輻射防護領域同業評估，藉由此第二次參與的機會，能更深入探討美國電廠評估準備過程的運作及現場評估作業實務的技巧，並對身為國際同業 (International peer) 的角色定位與評估要領有更加的剖析，另外介紹該核能電廠的安全文化的建立與領導管理階層的積極推動，有值得借鏡之處。

貳、 出國行程

103 年 07 月 22 日-07 月 22 日

往程（台北→東京→亞特蘭大）

103 年 07 月 23 日-08 月 02 日

評估準備及資料分析（WANO-AC）

103 年 08 月 03 日-103 年 08 月 15 日

執行電廠評估（Catawba 核電廠/York）

103 年 08 月 15 日-103 年 08 月 17 日

返程（夏洛特→舊金山→台北）

參、 出國任務過程摘要

一、 任務背景

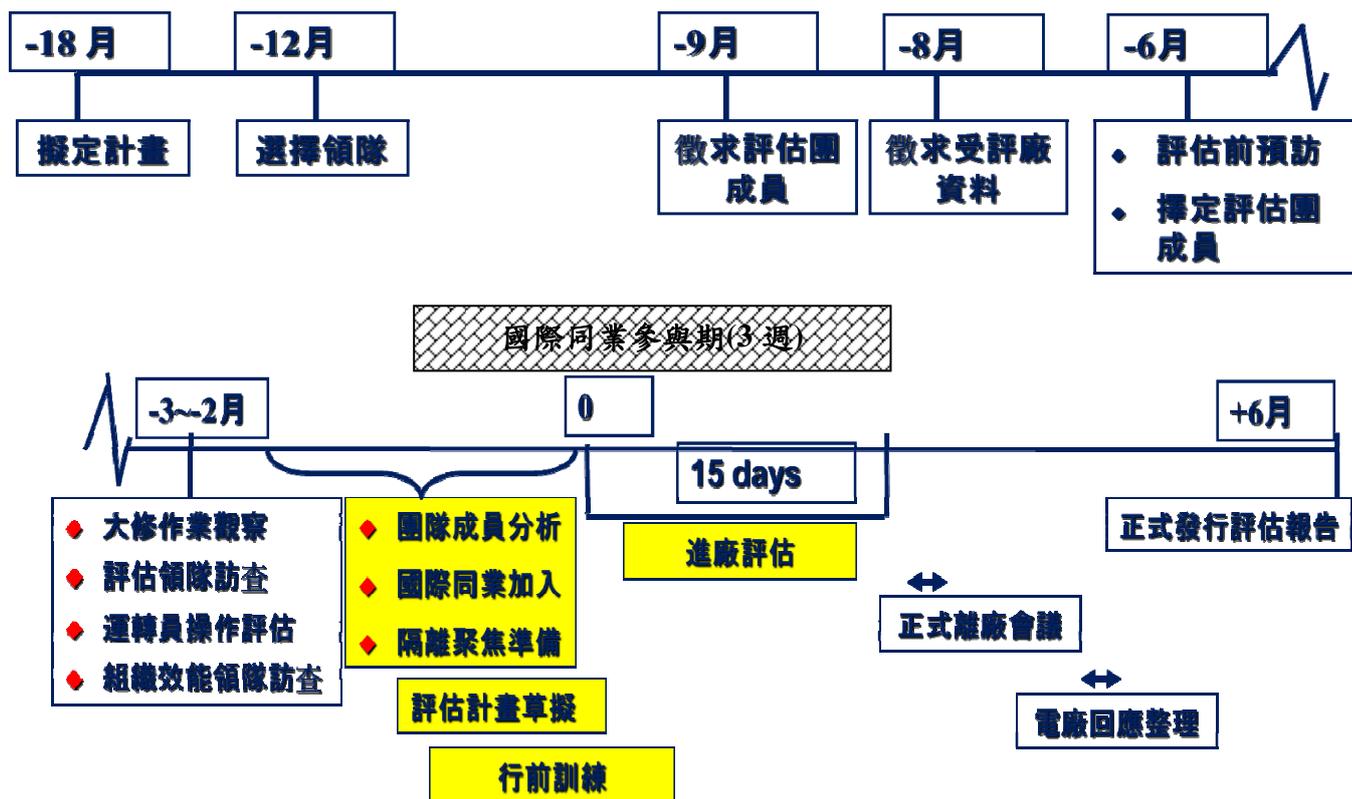
美國核能運轉協會（INPO, Institute of Nuclear Power Operations）係美國核能業界於三哩島電廠事件發生之後，為提升核能電廠最高標準而且卓越的營運安全與可靠度，在 1979 年共同成立的一個機構。INPO 同時也是美國核能發電業界在世界核能發電協會亞特蘭大中心(WANO-AC, ATLANTA Center)的代表。

世界核能發電協會(WANO)是蘇聯車諾比爾(Chernobyl)核能電廠事故發生之後，國際核能界為增進全世界所有核能電廠之營運安全而在 1989 年成立的一個國際性組織，此組織包括 4 個區域中心(亞特蘭大、巴黎、莫斯科、東京)、一個倫敦協調中心及香港辦公室，促使全世界各核能電廠的運轉經驗資訊，系統化的收集、分析、整理與相互交流，使這些資訊能快速流通於各核能電廠間，各核電廠可據以提升營運的安全與績效。另一主動積極的作為，是為提升核能電廠營運之安全與績效，由 WANO-TC 規劃電廠每 4 年至少有 1 次 WANO 組成獨立的國際性團隊執行同業評估，搭配 2 年 1 次廠外國內同業評估及 2 年後的追蹤(Follow-up)評估，並對於所有新建電廠施以 1 次 Pre-startup 同業評估及併聯開始 2 年內施行 1 次同業評估。

本次奉派參與亞特蘭大中心(WANO-AC)對於美國 Catawba 核電廠同業評估，擔任輻射防護領域之國際同業(International peer)評估任務，由於曾於 99 年參加美國 Calvert Cliffs 核能電廠執行輻射防護領域同業評估，藉由此第二次參與的機會，能更深入探討美國電廠評估準備過程的運作及現場評估作業實務的技巧，並對身為國際同業 (International peer)的角色定位與評估要領有更深入的剖析，另外介紹該核能電廠的安全文化的推動與領導管理值得借鏡之處。

二、 世界核能發電協會亞特蘭大中心的評估模式

由亞特蘭大中心所主導的同業評估，於進廠評估前 18 個月即著手計畫，至發行正式評估報告共耗時 2 年，評估活動時間軸如下；其中重要的評估活動歷時 8 個月，包括大修作業觀察、評估領隊評估前訪查、運轉人員操作評估、組織效能領隊評估前訪查、評估團隊成員分析週、隔離準備週、進廠評估作業、報告編寫與管理回顧、離廠預備會議、正式離廠會議、電廠回應整理、正式發行評估報告。國際同業依例不會全程參與，僅參與為期 3 週的行前準備及進廠評估活動，包括評估資料分析、團隊評估訓練、評估聚焦 (Focus area) 討論會議、跨功能/領域(Cross-functional areas)議題發展、評估計畫定案、隊員對受評電廠的直覺討論會議及輻射防護領域的現場評估、觀察報告撰寫及在離廠會議中向廠方說明輻射防護的評估報告。在此僅就國際同業主要參與的活動提出報告。



三、 國際同業準備作業

在進廠執行實地評估前，主要為國際同業報到及完成各項訓練與資料分析任務：

(一)、 進廠審核

申請進入美國核能電廠獨立作業需經過很嚴密的調查及檢查程序，除了在國內就須準備的個人信用紀錄證明及犯罪紀錄外到了 WANO-AC 還要接受藥物檢測及每一手指與十指的指紋建檔紀錄，此外還要驅車前往醫院由心理醫師問診研判申請進廠人員的心理狀態。

(二)、 進廠訓練

在訓練要求部份美國核能界已發展一套非常完整的線上學習及測驗系統 NANTeL (National Academy for Nuclear Training e-Learning System) 此系統建制於 2006 年係由美國國家核能訓練學會和 INPO 共同管理及運作，建立一個美國核能從業人員共通的訓練教材及檢定標準，此次檢定包括 INPO 本身的一般進廠訓練、輻射工作人員訓練及適職訓練；另外亦須通過此次受評估電廠 Catawba 電廠的適職訓練、運轉經驗訓練、進廠訓練及輻射工作人

員訓練。此教材由全國核能業界專家所制定的教材，力求避免深奧難解之用詞，以簡潔平易的文字說明，有時佐以圖解或互動式聲音影像引導從業人員有效認知各種狀況和規定，是一套值得我們學習的系統。

(三)、 團隊成員分工

1. Team Leader
2. TL Peer
3. Organizational Effectiveness Leader
4. Organizational Effectiveness Peer
5. Host Peer (Organizational Effectiveness)
6. Host Peer (Operational Focus)
7. Operational Focus
8. Operational Focus Peer
9. Operational Focus (Coach 1st week)
10. Maintenance/Work Management
11. Maintenance/Work Management Peer
12. Chemistry
13. Chemistry (qualifying)
14. Equipment Reliability
15. Equipment Reliability Peer
16. Equipment Reliability Peer
17. Configuration Management
18. Configuration Management (qualifying)

19. Configuration Management Peer
20. Radiation Protection
21. Radiation Protection Peer
22. Performance Improvement
23. Performance Improvement Peer
24. Performance Improvement Peer
25. Emergency Preparedness
26. Observer
27. Industrial Advisor(week 2 only)
28. Exit Representative(week 2 only)

本次評估團隊成員有 28 人，評估領域包括有 9 位為 INPO 人員、5 位為美國各核電廠借調 INPO 人員、6 位則為派自美國各核電廠同業人員，其餘 5 位國際同業人員則分別為來自 WANO-PC(巴黎中心)、加拿大、捷克、日本及台灣，2 位為受評廠同業人員，1 位為廠家 AREVA 觀察員。評估的領域涵蓋運轉重點(Operational Focus)、工安及輻射防護(Industry Safety and Radiological Protection)、設備可靠度與電廠構型管理(Equipment Reliability and Configuration management)、電廠化學(Chemistry)、維護及工作管理(Maintenance and Work Management)、緊急計畫準備(Emergency Preparedness)、績效改善與學習(Performance Improvement and Learning)、組織效能安全文化和人員績效 (Organizational Effectiveness、Safety Culture and human Performance)。比較特別的是此次有 1 名法國核能廠家 AREVA 派員以觀察員身分參與。

(四)、 團隊準備

1. 資料分析(Data analysis)

包括各領域研閱團隊評估前預訪及受評廠提供近 4 年大量資料予以分析、歸納評估的聚焦項目(Focus areas)，隔離討論週為，團隊集會交叉討論確認評估前重點、追蹤項目及評估計畫，更重

要的是培養團隊成員默契，能主動自在的提出意見、陳述論點藉以互相協助及強化各領域的聚焦項目。

2. 以輻射防護領域而言，研究分析的資料，包括與輻射防護相關的CR、ALARA 檢討會議紀錄、輻射工作許可證、工作前會議紀錄及檢查要項、工作中 ALARA 現場查核、作業後 ALARA 檢討、輻射防護人員的在職專業訓練、高輻射區管制、人員污染紀錄、輻射示警標誌使用、輻射監測儀器的設定資料…等。歸納分類輻射防護在人因表現、管理階層的要求標準、輻防專業訓練的素養、輻防人員的管制能力及態度、溝通及變動管理上與標準的落差 (Gaps)，再經過團隊討論聚焦(Focus)評估的重點，因為經過多次的團隊會議反覆消化去蕪存菁，評估成員對受評電廠評估方向的共識已然形成，為免有漏網之魚，最後評估員再以直覺式的 (Gut feeling) 意見分享後，確立此次評估的聚焦項目(Focus areas)，由於聚焦項目的內容屬該電廠的保密資訊範圍，此不詳述。

3. 評估計劃的擬定

當聚焦項目產生後，就可以著手擬訂評估計畫，評估計畫會在隔離討論期間調整，並告知受評對口(Counterpart)，儘量避免在進廠實地評估期間改變，計畫內容應包括：評估成員資料(姓名、角色、原電廠、通訊電郵/電話)，受評廠對口成員(經理)資料(姓名、職稱、通訊電郵電話)，聚焦項目(包括項目描述及支持這些項目，都要有事實作為背後的立論依據)，前次受評廠的AFI 或 Strength，進廠實地評估 2 週期間的評估活動時程表應細至以小時計。

4. 隔離討論(Sequester)

評估團隊在此期間所有內外部的成員全部聚集(包括離廠代表及業界顧問(Industry Advisor))，評估領隊會介紹評估成員，說明評估前訪問(Pre-visit)受評電廠的感想，受評電廠同業(Host peer)也會提出電廠現況報告，團隊接受評估技巧的再訓練、另由評估團副領隊或稱組織效能領隊(OR Team leader)主導，討論組織效能安全文化和人員績效；確定評估計畫及跨領域

(Cross-functional areas)的評估方向及策略，召開再一次直覺式的圓桌會議 (Gut feeling round table)；各領域主要評估員向業界顧問(Industry Advisor)一對一報告準備事宜；並向 INPO 相關領域經理說明此次任務的評估重點及方向；除了先將評估計畫及重點 e-mail 給受評廠相關領域的經理（即對應窗口 (Counterpart)），另再以電話口頭詢問，對於評估的計畫及重點有無意見及補充說明。最後敲定評估團隊整體行動的食宿交通安排及現場廠房巡視的分工。

5. 國際同業 (International peer)的角色定位

由於同業評估業務非電廠人員主要業務，所以在被指派參與擔任國際同業評估作業時，難免感到徬徨不知從何著手，與日韓同業聊起此現象，尤以參加美國本土境內核電廠評估更甚，故想藉此說明身為國際同業在參與此任務時，應有的心理準備。

- (1) 國際同業除具備一定的英語溝通能力外，本職專業能力及標準評估訓練及經驗必不可缺，但是在參與評估作業時主要是協助主評估員(Lead reviewer)各項作業活動，不必要求自己的評估技術與主評估員一致。
- (2) 協助主評估員提供美國以外其他國家觀點(International perspective)，並不受限制的溝通討論。
- (3) 協助主評估員各項評估活動包括，受評廠資料分析、文件審閱、發展聚焦項目、電廠觀察工作人員訪談、對口人員簡報、協助發展強項(Strength)/待精進事項(AFI, Area For Improvement)及對廠方管理階層簡報。
- (4) 積極參與評估員再訓練(Refresh training)，項目包括如何執行面談及觀察活動後，撰寫報告並輸入評估程式系統(Field Notes Data Entry)。
- (5) 積極研讀最新 WANO 評估績效目標及準則及 WANO/相關領域主評估員指定之受評廠文件及資料。
- (6) 與主評估員討論評估計畫(review plans)與聚焦項目(focus areas)初稿。

- (7) 保密為先，不要在公共場所(旅館大廳、健身房、餐館…)討論有關評估電廠的問題。
- (8) 主動參與指派團隊會議的討論，並配合執行獨立進廠與後勤活動(Unescorted access and logistics)所需的各種要求。
- (9) 適當提供能增進評估作業效率的經驗回饋意見。
- (10)既為評估促使該電廠績效臻於卓越，我們更應以身作則，務必遵守受評電廠的所有行政、保安、工安、輻防規則及要求。
- (11)切忌碰觸及操作任何現場設備及物件，及指導受評廠工作人員操作。
- (12)現場當遇到不確定狀況時，立即停止行動(Stopping if unsure)於安全狀態，再尋求主評估員或適當的廠方人員協助。

6. 國際同業 (International peer)的評估要領

主要為觀察及面談(Observation and interview)，進廠的第一要務就是展開靜態觀察包括：廠房/設施/設備/物件及動態觀察包括：作業活動及人員行為，然後視需要執行後續的面談，對象係針對觀察對象的相關不同層級人員，再記錄下所有觀察到的現象及訪談得到的結果，請務必記錄下任何觀察到的差異(他們可能成為優點 Strength 或缺點 AFI)，不要悶在肚子裡，唯有白紙黑字將所見所聞寫出來才有和評估成員或廠方對口人員討論分析的材料。

(1) 觀察要領

觀察是一種工具，用來協助評估員找出共通的人因行為或現狀，目的不在針對單一個人行為予以矯正。它也是一種衡量優良(Exceptional)行為的機制。

A. 作業活動的選擇

評估的依據基礎是事實(Facts)，而事實需要透過評估員的現場觀察取得，要在有限的時間內(通常僅有 5 天

時間)，找出受評廠的績效差異(Performance gaps)，故應慎選對電廠營運具高影響及關鍵性(High-impact/consequence)的活動，可以以下六個準則來衡量；

- i. 爐心安全(Nuclear Safety)：與高階 PRA(High-level Probabilistic Risk Assessment)相關，例如緊急供水(Emergency service water)系統設備的維修。
- ii. 電廠可靠度(Plant reliability)：與電力(Generation)供給相關，例如飼水(Feedwater)、冷凝水(Condensate)或開關場(Switchyard)設備維修作業…等。
- iii. 輻射安全(Radiological safety)：與放射性物質外釋及易造成意外暴露/汙染相關，例如在高輻射/汙染/空浮區作業或拆解爐水流經之系統設備。
- iv. 工業安全(Industrial safety)：易造成人員失能或傷亡的高風險作業，例如吊掛搬運作業、水下作業、高處作業、局限空間作業或活線作業…等。
- v. 繁複性作業(Job complexity)：複雜或罕為(Rare or seldom)執行的作業/程序。例如系統邏輯功能測試、安全系統測試、緊急柴油發電機試運轉…等。
- vi. 繁複性作業羣 (Multiple work groups)：需跨組人員參與作業或品管/品保/爐心活度監測。例如每 18 個月或 24 個月的週期測試作業。

B. 觀察前準備事項

- i. 尋求維護領域評估員協助，選定預備觀察的作業(包括作業前工具箱會議或訓練)。
- ii. 研閱電廠的績效指標，相關工作程序書/文件。
- iii. 建立與被觀察人員友善關係，以減少未來互動時對方心態的防衛性。

C. 觀察中注意事項

- i. 除非有即時的人員傷害、設備毀損或跳機風險，不要打斷或影響工作人員執行作業，可待作業中休息時間再提問。
- ii. 現場紀錄要掌握時間、地點、位置、設備、工作人員、主要工作步驟及後續問題點。
- iii. 提問力求客觀，不要以”我認為…”或”為什麼不…”為開場白，而造成對方反感。
- iv. 建議可觀察的面向：作業中參與的管理階層人員或監督人員的作為及參與度為何？作業執行的效率(包括作業聯繫申請、工具使用及步驟)、工作環境清潔、工安及輻安的關照與防護；工作人員對人因防誤工具 (Human error prevention tools)的運用。
- v. 保持距離，以策安全，評估員並非合格的電氣工作人員，千萬別進入電氣保護限制區域，最好有廠方專業人員陪同，觀察接地或電壓測試至少距離 17 公尺，負載測試至少距離 4 公尺，電池測試或簡易維修至少距離 2 公尺。
- vi. 如遇管制單位人員執行相同作業活動稽查/觀察時，宜禮讓管制人員優先執行，並將此情形告知主評估員。

(2) 面談要領

由於時間有限，除藉由主觀的觀察活動外，另需藉助與廠方人員的訪談，才能對受評廠工作習性及文化有較客觀的認知。訪談的對象可以是一對一，也可以是一對多；可以是與現場工作人員對談，可以是與專業人員對談，也可以是與監工或管理階層對談，端視你想了解的內容，如工作程序、標準、技術背景知識、或管理階層的期待而不同。而取得事實資訊 (Factual information) 的多寡則取決於面談技巧；首先態度要真誠大方，主題與開場白要儘量能鼓勵受訪者自在的表達意見，愈是在不經意而自然的對談中，愈能得到廣

泛而真切的訊息。要領是要時時站在受訪者的立場看事情，避免加入個人主觀意見；最好對訪談內容做總結，並可據此向上做延伸性訪談，當訪談內容重點部分可能會成為 AFI 的佐證材料時尤其重要。

7. 國際同業觀察報告撰寫技巧

觀察報告撰寫於 FNA(Field Note Application)電腦系統中，此操作在準備週期間，可由主評估員上機操作訓練，此不敘述，對於報告內容部分敘述如下：

一份完整的觀察報告分為標題 (TITLE)、範圍 (SCOPE)、事實 (FACTS)、結論 (CONCLUSIONS)四部分。標題部分為簡述觀察的活動，例如某廠房走動觀察或某項維修作業觀察；範圍部分則敘述作業項目、作業地點、位置、觀察時間及執行人員（包括人員類別及人數），也記載是否包含工作前會議和工作後面談；事實部分可分為 4 句描述，第 1 句「開宗明義就要點出”差異”（什麼該做或該有，而未做或沒有；或什麼不該做或不該有卻做了或發生了不該發生的事）」，第 2 句陳述結果或可能發生的後果，可就爐心安全、設備可靠度、輻射安全或工業安全著手，第 3 句敘述整個事件，第 4 句再補充說明未符合那項業界標準、指引或程序。結論部分則論述差異的行為或現象，及可能造成的後果。

四、 Catawba 核電廠評估作業

(一)、 電廠簡介

位於南卡羅來納州 York 的 Catawba 核電廠目前為 Duke Energy 和 北卡羅來納州市立電力局共同經營，共有兩部壓水式反應器機組，一、二號機分別於 1985 年及 1986 年商轉，額定發電量分別為 1129MWe 及 1129Mwe。該廠就近引 Wylie 湖水作為其水源，採氣冷式冷卻塔 (Air Cooling Towers) 冷卻。Wylie 湖位在南卡羅來納州和北卡羅來納州間，所以成為附近城市居民的公共休閒及水岸豪宅所在。

(二)、 評估作業

第一週

1. 與 Counterpart 的第一次接觸及展開觀察作業(輻防領域照例分配到輔助廠房(Auxiliary Building))

- (1). 第 1 天一早約 0630 進廠至廠方準備的評估會議室，領取劑量徽章及識別證，廠方並準備個人安全護具包括護目鏡(含繫帶)、耳塞、工作手套、工安帽及安全手冊(包括安全注意事項及緊急聯絡方式)、廠房佈置圖。
- (2). 隨後即與 Counterpart 互相介紹，認識該部門各項業務的負責工程師或資深技術員，初次與 Counterpart 的晤談(Briefing)，首先介紹該領域評估成員的背景及工作經驗，並說明評估是以 WANO 的 POs & C 為依據，且簡單概要說明團隊在抵廠前所做的分析及此行預計聚焦的主題，並補充隨評估活動進行中評估的主題可能會增加、減少或修定。
- (3). 接著對廠區及廠房做一快速的 Walkdown。由於事前各領域已先對受評廠做過分析，所以我們的觀察重點鎖定為輔助廠房 (Auxiliary Building)、管制區內工具室、放射性物質儲存間、管制站進出口及重要設備拆解維修。由於事先做好研究並分區觀察，使得觀察作業可在有限的時間內聚焦問題並深入追蹤 (Follow up)。
- (4). 對於觀察行動，鼓勵協同廠方人員共同執行，並以白卡記錄現場的差異情形。本週的週二，所有評估員就廠房狀況(Plant condition)、工安及輻安行爲或防誤技巧的使用提出初步印象 (First impression)，以作為團隊對於廠方安全文化議題深入追蹤與否的參考。
- (5). 觀察報告的撰寫也同時展開，評估員可將觀察報告透過 WANO 無線網路系統將資料上傳至評估專用的資料庫分析軟體 (Database Analyzer)，供所有成員分享，並逐步發展為待改進事項 (AFIs, Area for Improvements)、績效缺失 (PDs, Performance Deficiencies)、典範(Strengths)或作業優點(BP, Beneficial practices)。
- (6). 輻射防護領域初步鎖定高輻射門禁管制、外釋物件污染管制及人員劑量抑減，每日在清晨 0600 以前即趕赴電廠參加輻防管制站 0630 召開的每日晨會(Prejob briefing)，然後輻防的主評估員與我分別參與高輻射門禁管制查驗及各輻射管制站偵測儀器的功能測試作業，作業人員花相當長的時間於 TAM(Take a minute) 安全提醒及工作前會議(Prejob briefing)的討論，且依注意的

事項準備工作流程、工安注意、輻防注意及異物管制…等相對應的表格逐項查核確認。整個觀察過程約在 2 至 4 個小時完成。

- (7). 每日在 11 時 30 分以前觀察活動告一段落，返回評估團隊會議室參加團隊會議(Team meeting)，首先由輻射防護評估員報告前一天團員的集體劑量及輻防/工安注意事項，領隊再依序請各領域報告觀察的狀況及供團員參考並透過腦力激盪，決定是否為一議題(Issue)，追蹤(Follow up)的分工及重點方向。會後撰寫觀察報告或訪談或至現場補充佐證的資料。
- (8). 下午與 Counterpart 進行對談 (Counterpart meeting)，說明今日團隊會議的討論概要、觀察報告的草稿、可能追蹤的方向以及請求安排需要訪談的對象 (如協助輻防的包商、劑量評估人員)、提供相關資料，例如現場圖照、該項作業的 RWP、污染偵測紀錄及程序書…等。

第二週

1. 持續評估活動，由於觀察活動及追蹤資料的蒐集漸趨完整，在每日評估會議中，討論是否足以發展成 AFI、PD、Strength 或 BP；另外對於受評廠安全文化(Safety culture) 素養的評估也逐漸形成共識，並可歸納出共同成因。
2. 本週業界顧問 (Industry advisor)，係來自 Beaver Valley 核電廠的 SVP (Site Vice President)，加入評估團隊主要為以其自身的執行觀點，協助找出受評廠管理及組織方面的問題，並將其看法直接與電廠管理階層溝通，同時也可加強評估團隊與廠方管理階層的溝通效率。
3. 評估領隊與電廠管理階層 (SVP 及 Plant General Manager) 每日溝通，其方式包括兩種：一是由評估領隊向其簡報，此時廠方可提供看法及表示意見；一是 SVP 及 Plant General Manager 參加每日團隊評估會議，此時廠方只能聽不能說。各領域評估員在每日的 Counterpart 會議時也要將可能發展成的 AFI 向其說明，凡此作為的主要目的為不要給對方震驚(Shock)，使廠方了解並接受評估全程的發展演進及結論。
4. 各評估領域以電話向 INPO 各部門經理回報評估的概況及可能的

結論，並徵詢其建議。

5. 代表 INPO CEO 的離廠代表 (Exit Representative) 於本週三加入團隊，首先實地勘查電廠狀況並與廠方人員會晤，對評估團隊的評估現況，提供有效、一致性的整合建議，主持離廠會議。
6. 最後的重頭戲為本週五離廠前向廠方簡報各領域的待改進事項 (AFIs, Area for Improvements)、績效缺失 (PDs, Performance Deficiencies)、典範 (Strengths) 或作業優點 (BP, Beneficial practices)；然後會邀國際同業發表個人的感受或建議。其要領為：對於典範 (Strengths) 及作業優點 (BP, Beneficial practices) 的說明儘量簡要，而待改進事項 (AFIs, Area for Improvement) 及績效缺失 (PDs, Performance Deficiencies) 除應舉 2~3 個案例來支持 AFIs 或 PDs 的論點外，仍應準備更多的案例說明，以備廠方的詢問；整個會議的報告並不使用簡報工具，純然是採面對面的對談方式進行，同領域評估員都要出席參與且儘量採分工報告方式，報告時應避免以讀稿方式進行，應以敘述方式說明，態度自然嚴謹平和。

(三)、國際同業 (International Peer) 於離廠報告後即整裝返國，其後報告編寫與審查、電廠各領域之績效摘要與評定、評估作業結束之預備與正式會議、發行期中評估報告、最終評估報告則未參與。

肆、心得

- 一、世界核能發電協會亞特蘭大中心邀請各中心國際同業參與評估工作，雖然並未要求參與成員的資格比照合格的評估員，然而參與評估的主評估員 (Lead reviewer) 皆是經評定合格且為該領域的資深經理，但整個評估的過程自資料分析、團隊討論準備期間和進廠評估團隊會議上，均要求國際同業能藉由其專業能力與多年實務經驗積極提供看法和見解 (Perspectives and insights)，在討論會議上，有時也會特別點名徵詢 (當然做法非常禮貌) 國際同業，此時就是在考驗受派國際同業的語言能力及專業經驗能力；所以參與評估者平日除加強語言訓練外，對於本職專業的能力及經驗宜不斷反思及檢討工作程序或作業的嚴謹及合理性，如此將能提升執行評估的能力。
- 二、由於美國國情特殊，一般不輕易接受參觀，如因工作需要，要以毋須伴同 (Unescorted) 身分進入核電廠，則連同各項試驗建檔，訓練，心理諮商等程序就要 3 天才能完成，再加上出報告送電廠審查，到核發許可進廠，還要一週

以上，所以在規劃要求派員至美國電廠前，宜有此認知。

- 三、 由於美國核能工業景氣仍處於低迷狀態，再加以核電人力逐漸老化退休，各領域學有專精的年輕人投入意願低，所以美國電廠全力投入知識經驗的傳承與教授學習系統 (Knowledge transfer and mentoring system)。
- 四、 美方評估人員大多具有一種根據事實 (Facts)說話的習性，且遣詞用語非常正向(Positive)：不清楚，絕不臆測，必要時也會不厭其煩地找當事人或相對應的人員請教查證；而且對於差異 (Difference)不先做判斷 (Judge)，等待找到事實根據後，才會下結論，對於不好的、負面的描述字眼，不用” Negative”或” Minus” 而用” Delta”。這種國際同業避免”先入為主”和正向思考觀念的素養對於執行評估的過程非常重要，尤其是在與廠方人員對談 (Interview)時，有助於去除受訪人員的防衛心態，從而知無不言言無不盡。
- 五、 此次評估任務，對於來自國外的國際同業(International Peer)如我，由於未及參與 INPO 資料蒐集分析的前置作業，要在短時間內切入輻防評估領域的評估是倉促的且有一定的難度； WANO/ INPO 輻防主評估員雪柔(Cheryl)，已先從大量(約 4 年的份量)Catawba 電廠輻防相關的異狀報告(Conditional Report)，篩選討論出關鍵的報告，再根據報告，先分析此事件落差(Gap)產生的原因，係人因疏失、訓練不足、專業不夠、未遵守程序書或溝通聯繫不良(變動管理)所造成，再聚焦(Focus)主要的問題，以利評估電廠的組織效能與安全文化發展的趨勢是向上提升或向下沉淪。這種手法與目前正夯的 Big data 分析精神有點相近，但最困難且令國際同業如我（不只我日本、捷克也有同感），困惑的是電廠如何產出每年約 6 千至 1 萬件（編按：依所見電廠當年狀況報告 CR-的編號推估)如此龐大數量的差異報告資料，這些資料可以小至人員的些微差異行為，且由當事人自己自動自發舉報；我嘗試找幾個人問同樣的問題：為什麼你們能自動舉報(Report)這種讓自己難堪(Embarrassed)的事情，而樂此不疲？他們的回答是，今天我們因個人疏失發生的事件，並不只是個人的因素，它有可能是整個電廠的因素，須要被發掘、記錄、分析，進而消弭或防範成爲電廠績效提升的可貴資產，所以廠方不僅不會處罰，甚至還會獎勵。唯有這些小差異獲得高度的重視與改進，安全文化的觀念才能透過同事夥伴間的相互照護和提醒，日積月累一點一滴的形成和滲透到每一個工作人員心中，從而影響共同工作的協力包商或介面的民眾，並獲得認同。能做到這裡，再去經營媒體形象廣告，才是務實的做法。
- 六、 公司自 1983 年加入美國 INPO，1989 年加入 WANO 迄今已有二、三十年，歷來參與派駐、或訓練、或執行短期任務的人員及撰寫的報告所在多有，而且參與人員的資歷均應在管理階有相當層級，但是在管理的取法或安全文化的經營，

感覺是引進一招半式，增加業務的繁複，雖有助安全意識的提升，但卻缺少像美國電廠對安全文化全面落實的主動和積極性。試探究原因可能：一 是認為美式的核能電廠制度管理文化不值得一顧，不願嘗試引用，有這種想法應屬少數；二是雖認同其重要，值得學習引進，但只能深植心中，成為個人心法，除了報告以外，無法外傳擴散滲透。因為文化的植基要靠制度，制度由上往下的推動在於管理階層的決心與手法，如果管理階層花大部分開會時間在解決問題，而不是在制度的制定與推動；那可能就會有無止盡的問題解決會議

(Endless trouble shooting meeting)要開，而無暇從制度的落實及文化的培養去消弭問題，進而提升績效。

- 七、 美國由於防止層出不窮的恐怖攻擊需要，故在核能電廠的保安硬軟體方面投入龐大資源，包括工作人員工作前的信用調查、犯罪記錄、心理醫師諮詢、十指指紋建檔及毒品測試；工作中的員工適職、員工協助、員工關切方案，在保護區邊界主警衛室耗費鉅資設置金屬偵測器 X 光偵測器及爆裂物偵檢器，還有 2 名荷槍實彈武裝人員看守，進入此區要通過防彈防砲的格柵前，除刷卡外還要驗 5 指指紋；進入廠區又有持 M16 衝鋒槍人員虎視眈眈警戒。衡諸我國國情與國際關係，似不必與美國類比，例如我國管制槍械的制度，美國就作不到；直言之，有些保安的設備與設計可依本國的情況有所取捨，不必照單全收，避免過度的資源投入而耗費大筆成本。
- 八、 趁此機會與同業人員談及美國核管會對於日本在福島電廠事故後，對美國核能電廠補強要求的衝擊，他們覺得衝擊不大，因為美國核管會要求兩項：一是用過燃料池增加正常運轉水位、對池邊工作人員提供屏蔽的最低水位及剛好淹蓋燃料的水位，3 段水位指示計。另一項是所謂 FLEX，就是在超過設計基準的外來事件(beyond-design-basis external events)不管是地震海嘯、冰雪風暴、高溫時，提供機動性且可用的電力、水源及設備（當然也包括操作程序、訓練及保養維護）以確保爐心及燃料池的冷卻運轉。除此之外別無要求。並無像人定勝天的海嘯牆工程或耗費巨資另在廠房邊建一座逸氣處理建築的要求；因為安全和成本是核電廠營運的主要考量，與其把錢花在對抗大自然或事故後彌補的設施上；倒不如防患於未然，把資源專投入確保爐心及用過燃料池冷卻上，是比較聰明的作法。
- 九、 Catawba 核電廠引進 INPO/WANO 的提昇人因績效 (Human Performance)工具及指引，納入電廠執行方案並寫入程序書，並製作小手冊，人手一本隨時查閱，不但有專責的人因績效經理級主管，還成立指導委員會 (Steering committee) 及審查委員會 (Review board)，程序書中列出所有人因績效工具，並詳細說明何時、為何及如何使用；值得介紹之一的是 TAM (Take-A-Minute，在此試譯

爲”花一分鐘”)，這個工具是用來提醒人員對目前周遭環境的警戒認知度，在執行工作前，對環境狀況的安全辨識及危險預知和防範；例如我們在團隊會議前，會 TAM 一下，提醒大家一旦發生火警、恐怖攻擊，人員該如何處置，背包或公事包要放在置物櫃上，不要放在座位地上以免造成人員絆倒…等，以此相互提醒警戒；剛開始我覺得很不習慣，感覺有點造作或是多此一舉，但經過一週後發現這個廠隨時隨地，甚至不認識的彼此，都會相互提醒，讓我不知不覺也自然而然地照做起來，這種習性文化的感染力，讓我們整個團隊感到佩服。另一個值得介紹的是人因績效時鐘歸零辦法 (Human Performance Clock Resets)，這是用來衡量全廠工作人員執行人因方案成效的指標，分爲廠級 (Site) 指標及部門級 (Department) 指標，做法是先訂定廠級及部門級事件準則，廠級準則以造成重大產損失、人員傷亡或違規層級來認定；部門級則以較少財損，違反程序書或人員輕傷來認定，所以各部門會高掛一個無事故/無異常電子鐘 (Clock)，紀錄維持無事故發生的小時數/天數，一旦發生事件經判定違反時鐘準則時，則時鐘時間歸零重計；這種方法除提高管理階層的警覺性，也可提升基層的榮譽感，頗值得推行。

- 十、 保健物理在輻射防護的作業水準漸趨一致，惟有些觀念和作法值得我們參考：
- (一)、 現場所使用的輻射偵測儀器大多仍爲傳統指針類比式儀器，該廠認爲該種儀器雖然傳統老舊但堅固耐用，於現場管制已足夠使用，考量營運成本，毋須追求新式的產品。
 - (二)、 對於外釋管制的儀器設備及減少工作人員輻射劑量的投資卻毫不吝嗇，例如在管制區高輻射間、重要設備工作間及閥室，設置錄影監看攝影系統；保健物理管制站設監視室 (Monitoring Control room) 監看現場作業，並可提供運轉及維護在巡視、操作、模擬檢修及工作前會議說明的運用，以減少人員赴現場的機會及停留的時間，從而抑減人員輻射劑量。
 - (三)、 工作人員在登錄劑量管制系統後與刷進管制區之前，必須先經保健物理管制站的 RWP 諮詢窗口，值班輻防人員會以互動方式，要求填寫輻射管制區工作卡 (RCA/RCZ Trip Ticket)，確認工作人員對於工作地點、內容及劑量率、劑量限值... 等是否清楚，通過口試後才可進入管制區。此一作法爲養成輻射工作人員注意自身輻射安全的良好典範。
 - (四)、 在管制區內規劃污染工具間，將簡易工具、人字梯、工作架、各式吊索、繩纜集中管理，專供管制區使用，並噴以紫色噴漆，以杜絕污染機具拿進拿出，造成污染管制的漏洞；這種作爲十年前我在美國 Brunswick 核電廠

受訓時已見它行之多年，四年前在 Calvert cliffs 核電廠也是如此，強烈建議引用。

- (五)、 該廠也以高調方式獎勵 ALARA 的有功人員，包括 合理抑低輻射劑量的提案或作業行爲，除在公共區域張貼當月 ALARA 之星(STAR of ALARA)的照片外，並給予實質獎勵，例如印有廠徽的紀念服、水壺、背包...等數十種獎品;並將獎品設展示櫃，陳列於走道空間，用以激勵人心。

伍、 建議

- 一、 自從2012年10月2日宣布台灣正式加入美國免簽證計畫(Visa Waiver Program, 簡稱 VWP)，現在赴美已不需要美國簽證，凡持新版晶片護照赴美從事 90 日以下之商務或觀光旅行，只要事先上網申請「旅行授權電子系統 (Electronic System for Travel Authorization, ESTA) 即可，所以原來世界核能發電協會亞特蘭大中心會寄發邀請函(Letter Of Invitation)的作法，現已取消，只會以電郵寄發參與作業的確認告知我方，所以東京中心(WANO-TC)要求 LOI 作為證明已無必要。
- 二、 參加世界核能發電協會亞特蘭大中心的評估任務，並不是訓練(Training)或認證(Qualified)，WANO 對訓練及認證人員另有定位，國際同業是以本職任務的經驗及能力為基礎，協助主評估員執行任務，選派時宜考量符合對方的準則與條件，若以酬庸或應付心態派任人選，徒然造成當事人與受協助方的困擾。(心得、一)
- 三、 化被動為主動，建議以積極嘉獎的方式，鼓勵自我提出異常/差異報告的工作人員，並以年產生件數為績效目標，作為各部門或各廠相互評比的指標。(心得、十五)
- 四、 引進 WANO/ INPO 的人因績效方案，由歷來派駐 WANO/ INPO 人員組織宣講團，從訓練/講習著手，深入電廠基層及新進人力，建立全方位安全文化的共識。(心得、五、十(五))
- 五、 美國電廠核電廠經營講究安全與績效(Safety first, production must)，即使美國核管會(USNRC)在制定要求(Requirements)時，也會考量核電廠的經營成本支出；這並不表示台電公司因屬國營事業，就可無限上綱的作過度設計與過度承諾，而導致公帑虛擲，最終還是由全民埋單；公司經營形勢險峻，宜建立同仁對成本的重視並有積極作為。(心得、七、八)
- 六、 台電做的是非常親民易懂的發電、輸電、配電業務，而不是神秘的武器研發工

作；現代的民眾並非處在早年智識未開的年代，他們看重的是我們的”技術”，只是這個”技術”已經不只是五、六十年代的燈會亮就好，而是包括我們作業程序的效率與標準化以及我們對人及環境安全的重視與策略執行；這幾十年來台電也有進步，只是進步的不夠快，至少無法趕上民智認知的腳步；如果我們自認，因為只重技術不重行銷，民眾不了解我們，那是在自我安慰，因為台電不管是發輸配電的採購與工程都與大量的承商有密切的接觸，承商有家人有親友；與民眾更因服務所有第一線的接觸，如果上述這些人感受到我們的”技術”是用心與安全的，自然會認同我們，口耳相傳(現在則有網路)，幫我們說話；何必砸大錢做行銷打廣告。君子務本本立而道生，內部技術管理的提升遠勝於外部的廣告行銷。(心得、六、九)

- 七、 管制區內設置汙染工具室，提供一般工具於管制區內使用，並噴以紫色噴漆，以杜絕汙染機具拿進拿出，大幅降低及減少環境汙染風險及偵測管制的資源投入;這種作為目前美國核電廠仍奉行不輟，頗值得引用。(心得、十(四))