

出國報告（出國類別：洽公）

參加 WANO-AC Cooper 電廠同業評估

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：張凱翔 輻射防護偵測專員

派赴國家：美國

出國期間：107 年 4 月 9 日至 5 月 6 日

報告日期：107 年 6 月 1 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-AC Cooper 電廠同業評估

頁數 15 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

張凱翔/台灣電力公司/龍門核能發電廠/輻射防護偵測專員/02-24903550 # 4110

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：107 年 4 月 9 日至 5 月 6 日

出國地區：美國

報告日期：107 年 6 月 1 日

分類號/目

關鍵詞：WANO、世界核能發電協會、INPO、核能發電、核能安全、同業評估

內容摘要：（二百至三百字）

本公司係世界核能發電協會(World Association of Nuclear Operators, WANO)之會員，當 WANO 赴電廠執行同業評估時，邀請其他國家之國際同業(International Peer)，以期提供評估團隊不同看法與見解。此次邀請本公司派員參加於美國內布拉斯加州(Nebraska state)之 Cooper 電廠同業評估。張凱翔君於 105 年受過 WANO-TC 同業評估一般訓練(Peer Review Standard Training)，藉由參與活動包含資料分析、評估計畫與關注事項擬定、電廠評估實務，應用先前所學、依本職專業提供見解之外，亦可觀察不同國情、文化對於電廠管理、領導統御及計劃擬定等面向與本國不同之處，作為本公司之借鏡。

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

目 錄

一、	出國目的	1
二、	出國行程	1
三、	出國任務過程摘要	1
四、	心得	9
五、	建議事項	12

一、 出國目的

本公司係世界核能發電協會(World Association of Nuclear Operators, WANO)之會員，當 WANO 赴電廠執行同業評估時，邀請其他國家之國際同業(International Peer)，提供評估團隊不同看法與見解。此次邀請本公司派員參加於美國內布拉斯加州(Nebraska state)之 Cooper 電廠同業評估。

本人於 105 年受過 WANO-TC 同業評估一般訓練(Peer Review Standard Training)、於 106 年協助本公司核三廠同業評估化學領域口譯工作，本次係初次擔任評估團隊中一員，藉由參與電廠評估實務，應用先前所學、依本職專業提供見解之外，亦可觀察不同國情、文化對於電廠管理、領導統御及計劃擬定等面向與本國不同之處，作為本公司之借鏡。

二、 出國行程

起始日	迄止日	工作內容
4 月 9 日	4 月 10 日	去程【台北→舊金山→亞特蘭大】
4 月 11 日	4 月 22 日	WANO Atlanta Centre 準備同業評估資料
4 月 23 日	5 月 4 日	Cooper 電廠同業評估【亞特蘭大→Cooper】
5 月 5 日	5 月 6 日	返程【堪薩斯城→舊金山→台北】

三、 出國任務過程摘要

(一).任務背景

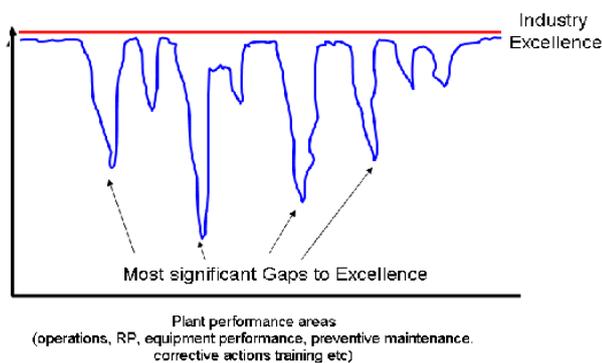
美國核能運轉協會(Institute of Nuclear Power Operations, INPO)成立於 1979 年三哩島核電廠事件後的非營利機構，其目的為提昇核能電廠之績效(Performance)並促進核能安全及電廠可靠度，提供會員許多服務，包含電廠評估、訓練與認證(training and accreditation)總公司組織支援(corporate support organizations)、事件分析與資訊交流(events analysis and information exchange)及標竿學習協助。INPO 與 WANO-AC 設於亞特蘭大同棟大樓中，美國核能電廠透過 INPO 代表為 WANO 的會員，INPO 負責執行所有 WANO-AC 活動與計畫，WANO-AC 僅提供數名助理協助行政業務。

同業評估是 INPO 的一個重要機制，此部分接近管制機關(regulator)的角色，評估之主要目的是為了避免爐心熔毀事件(Core-damaging events)及其它挑戰爐心冷卻(core cooling)之事件的發生，主要有四大重點評估電廠績效：

1. 核能安全(nuclear safety)：例如爐心保護安全系統、圍阻體系統功能、控制放射性氣液體排放系統及人因績效等可影響核能安全者。
2. 電廠可靠度(plant reliability)：導致暫態或事故、其它挑戰核能安全而影響運轉員控制電廠之能力者。
3. 輻射安全(radiological safety)：影響廠內工作人員輻射劑量、污染擴散或放射性物質外釋者。
4. 工業安全(industrial safety)：影響廠內工作人員健康與安全者。

同業評估係廣泛地參照績效指標與準則(Performance Objectives and Criteria, PO&Cs)，

PO&Cs 是以高標準檢視整體電廠績效所撰寫，故通常高於法規要求。鑑別電廠績效與卓越(excellence)之差距(gap)，若差距大時，以待改進事項(Areas for improvement, AFIs)表現，其他些微的差距以觀察報告(observation report)呈現提供受評電廠參考。



圖一 各領域與卓越的差距之示意圖

(二).行前準備

1. 資格審核

美國 911 事件後，申請不需陪同人員(Unescorted Access, UA)進入美國核能電廠需經過繁複嚴密的調查審核手續，行前在國內需提供前 2 年內曾通過審核獲得 UA 資格之 3 位 Facilitator 供 WANO-AC 挑選其中一位協助申請信用報告及輻防訓練紀錄等資料，整份文件需由該 Facilitator 簽署由本人帶去 WANO-AC。後續另需提供多位參考人(reference)協助回答委外調查公司關於申請者個人誠信、工作狀況之問卷。抵達 WANO-AC 後，另需進行尿液檢驗、指紋建檔、照相及 355 題心理測驗 (如有需要將另安排心理醫師問診)，全數通過合格後才得以 UA 資格進入核能電廠。

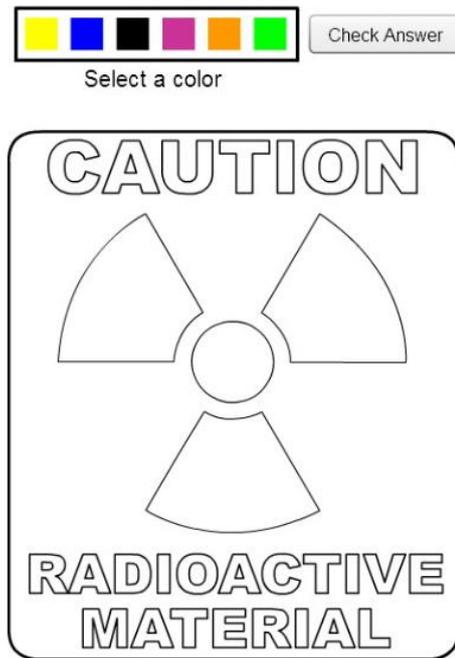
2. 職前訓練

因美國核能業界相信適當的訓練是核能電廠安全營運的基石，故 1985 年成立國家核能訓練學院(National Academy for Nuclear Training)，目的是統一高標準訓練及資格以促進核能工作人員的專業度，所有美國核能電廠獲得該學院認證之訓練計畫者，皆視為該學院的分部(branches)，每隔 6 年將需重新評估是否符合認證標準。

自 2006 年起，國家核能訓練學院發展一套完整、方便的線上學習系統—NANTeL (National Academy for Nuclear Training e-Learning system)，在國內即會收到帳號、密碼，只要有網路可隨時、隨地接受訓練，要求課程包含一般進廠訓練(Plant access training)、資通安全訓練(Cyber security awareness)、一般適職方案與行為觀察(Fitness-for-duty and behavioral observation)、輻射工作人員訓練(Radiation worker training)及其它同業評估所需背景知識等共 8 門課程。線上課程設計生動有趣，以文字說明輔助圖片解說，並設計互動式教學，引導學員不僅單向接收新知，每段落結束後，以小測驗確認成效 (如下圖，輻防訓練為例，要求學員以色筆填入輻射三葉標示，確認學員已熟悉輻防規定)，是個值得本公司效仿的系統。有數門課程要求由 WANO-AC 行政人員監考下測驗，故暫以密碼鎖住。部份考題設計有陷阱，接受訓練時務必勤做筆記，以利考前複習並一次通過認證。

Postings Exercise

Color in the radiological posting at the right. Click on a color in the palette first to select the color and then click on its location in the posting. Click "Check Answer" when you are done.



圖二 NANTeL 輻防課程互動式教學

3. 團隊成員

本團隊成員共有 24 名，其中 18 名為 INPO 人員(含各電廠借調 INPO 人員)、2 名美國國內同業(Industry peer)、2 名國際同業(International peer)及 2 名 Cooper 電廠同業(Host peer)，各領域成員如下：

- Team leader
- Team leader trainee
- Organizational effectiveness with PI emphasis team leader
- Organizational effectiveness with PI emphasis trainee
- Organizational effectiveness peer
- Organizational effectiveness host utility peer
- Operations
- Operations trainee
- Operations international peer
- Maintenance and work management
- Maintenance and work management peer
- Maintenance and work management host utility peer
- Chemistry
- Equipment reliability
- Equipment reliability trainee
- Equipment reliability peer
- Configuration management
- Radiation protection

- Radiation protection international peer
- Training
- Emergency preparedness
- Fire protection
- Exit representative (第二週加入)
- Industry advisor (第二週加入)

(三). 隔離周(Sequester Week)

1. 分析準備

事前分析電廠績效資料是評估程序中相當重要的一環，一般來說，因經驗顯示同業(Peer)專注於某些特定領域時可發揮更佳的效果，故一般並不指派同業分析大量電廠資料或從資料庫中查找，分析作業主要由主評估員(lead evaluator)負責，而同業負責提供獨立之見解。分析的目的是為了鑑別可茲關注事項(focus area)，而評估團隊在電廠評估期間則會針對這些關注事項調查、確認，是否有差距存在之事實(fact)。

差距關注事項(Gap Focus Area, GFA)是與著越有潛在差距的領域，暫時性文件紀錄下來的事項，並非代表 GFA 在評估期間會發展成待改進事項(Area For Improvement, AFI)，僅代表從一些電廠資訊，例如績效指標(Performance indicator, PI)、CAP 系統中的異狀報告(Condition report ,CR)中觀察到差距，當抵達受評電廠時，評估團隊會以開放的心胸、廣泛地觀察到的實際情況來判定關注事項是否存在。

2. 評估團隊建立 (Team building)

隔離周目的係重新審視關注事項、發展評估計畫及建立團隊默契，首次集合所有團隊成員召集會議，在會議上會要求各成員簡短介紹自己的背景、專業及興趣，讓彼此互相認識及熟悉。領隊(Team Leader, TL)強調團隊給予電廠精確的、有價值的評估結果，並且整個團隊是樂於互相挑戰(Challenge)、運作良好的團隊。會議上，Host peer 報告 Cooper 電廠的各方面的績效、OR 評估員帶領成員討論核安文化及團隊效率(Team Effectiveness, TE)議題。

隔離周亦會以電話向 Cooper 電廠對口人(counterpart)溝通評估計畫(evaluation plan)、驗證(validate)關注事項中的真實性(fact)及對於評估計畫有無意見及補充說明，並且主評估員會向 INPO 所屬部門經理(Department Manager, DM)報告評估計畫並收集其回饋。

依據美國聯想法規，禁止墨西哥、俄羅斯、中國等國家取得美國核能科技，故國際同業需簽署保密協定禁止私相授受機密。

最後，敲定團隊的住宿、交通及在電廠的注意事項後，由 CM 主評估員協助將筆電打包寄至 Cooper 電廠後，就準備啟程出發了。

3. 此次各領域發展之關注事項歸納如下：

- (1). Operations and operational focus：關注現場值班員監測能力、運轉員的風險管理、掛卡作業。
- (2). Maintenance and work management：關注人員防誤工具的使用、大修時安全系統之安排、維護部門基礎專業及吊掛作業。
- (3). Chemistry：長期存在之化學領域問題的因應。
- (4). Equipment reliability：PFA 為大修期間團隊合作增進設備可靠度及設備趨勢追

蹤；GFA 為設備劣化之早期識別、組件品質管理及冷卻水系統。

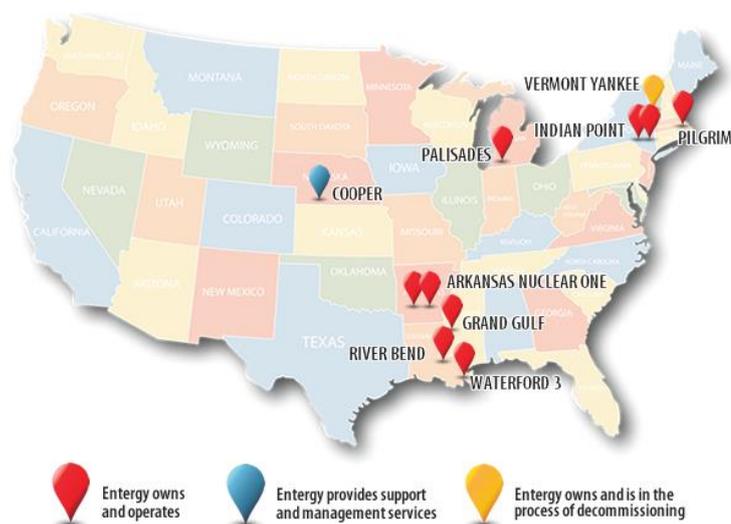
- (5). Engineering and configuration management：工程管理人員的基礎專業及在維護工作時設計餘裕之維持。
- (6). Radiological protection：PFA 為工作人員對於工安的責任感及管理階層對於集體劑量抑減之支持；GFA 為輻防人員基礎專業及集體劑量為達工業標準(BWR 為 110rem/yr)。
- (7). Training：PFA 為未持照運轉員的訓練；GFA 為對於運轉員訓練不足以致運轉部門績效不彰及人員認證部份。
- (8). Emergency preparedness and fire protection：GFA 為火警演練未正確鑑別演練缺陷、火警假警報及 ERO 的績效。
- (9). Organization effectiveness：PFA 為管理階層對於工作人員之激勵，使其對 Cooper 電廠亦有歸屬感；GFA 為對於電廠各類工作的管控與監督、獨立監督單位的成效及工作人員職涯規劃。

(四).Cooper 電廠評估作業(Onsite evaluation)

1. Cooper 電廠簡介

Cooper 電廠位於美國中部的 Nebraska 州，該州為農業州，面積 200 萬平方公里，人口僅 20 萬人。Cooper 電廠目前由 Nebraska Public Power District (NPPD)經營，僅有一部奇異公司設計之沸水式反應器(BWR-4)機組，自 1974 年商轉，額定發電量為 810MWe，並於 2014 年獲美國核管會同意延役 20 年，亦即可運轉至 2034 年。

因 NPPD 僅經營 Cooper 核電廠，為獲其他技術支援，加入 Entergy 公司核能團隊 (Fleet)，Entergy 公司派駐 8~11 名管理團隊成員至 Cooper 電廠擔任管理職、提供每日團隊視訊會議(Daily fleet call)及大修相互支援等服務。



圖二 Entergy 公司旗下之核能電廠

2. 第一週 (進廠程序及作業觀察)

- (1). 抵達飯店當晚，Cooper 電廠保安人員已在大廳等候團隊並發放個人識別證，並簽署相關保安文件。
- (2). 第一天團隊成員依 Cooper 電廠規劃分兩批 06:00 及 06:30 抵達電廠，配合保安人員輸入掌紋(Hand geometry)進保安系統，作為進入電廠保護區身份識別之用，抵達廠方準備之會議室後，赴佩章室領取個人佩章、領取個人安全護具包含工安帽、護目鏡、耳塞及手套，工安鞋則需自備。
- (3). 參與輻射防護部門晨會，並彼此自我介紹、認識對口人(counterpart)、五位課長(supervisor)及技術員(technician)，並於會後由主評估員向對口人說明執行評估係依據 PO&Cs，目的為幫助電廠精進表現，電廠績效可能 90% 以上都非常優良，但這並非同業評估的目的，而是要找出其他的 10% 還能更好的地方。
- (4). 第一天由輻防課長陪同下現場勘查(Walkdown)各廠房，團隊分派給 RP 領域的是廢料廠房各樓層，現勘過程中，需記錄下看到不合常理的地方，可包含如設備狀態不佳、廠務管理(Housekeeping)方面、輻射標籤張貼有誤等各方面，並在週四前將現勘結果寫於白卡(whitecard)上，交由 Cooper 電廠派駐協助團隊之秘書登錄為電子檔。
- (5). 每項作業觀察後，務必以觀察報告記錄下來，團隊要求每位評估員(含國際同業及國內同業)至少提交兩份以上觀察報告。INPO 發展一套撰寫各類報告的 Field Note 軟體，十分便利。利用筆電、網路連接回 INPO 主機之遠端桌面即可撰寫，並且可供所有團隊成員查閱、觀看與分析所有評估過程產生之文件。因本人未具合格(Qualified)評估員資格，故每份撰寫之文件需經主評估員審閱。
- (6). 輻射防護領域本週關注的重點為三大項：一為 PO&C RP.1 輻射防護人員基礎專業(Fundamental)，因目前美國核能業界要求關注各領域專業而納入，觀察項目涵蓋高輻射區門禁管制、輻射管制區進出管制、例行輻射偵測頻次與執行、箱型輻射偵測儀器校正 OJT 訓練、3 名輻防工作人員訪談；二為 RP.3 集體輻射劑量管制，觀察項目涵蓋輻射劑量 ALARA 抑減計畫、5 年(2018 – 2022 年)集體劑量(Collective radiation exposure, CRE)抑減計畫、大修輻防管制計畫及現場 TIP 輻防管制工作；三為跨功能領域 IS.1 工業安全，因輻防領域評估員另需負責工安領域，觀察項目涵蓋訪談 5 名各部門工作人員、訪談工安部門主管、參加工安委員會(Safety Committee)。
- (7). 每項工作通常僅由一名評估員觀察，作業觀察自工前會議(Pre-job briefing)自主管分派工作開始，確認使用之輻射工作許可證、工作項目編號(Work order)、閱讀程序書了解從事工作流程及工安注意事項，到現場工作時使用身上的工作場所檢視卡(Job Site Review, JSR)逐一確認後，才開始現場工作。工作結束後，在現場訪談工作人員或至辦公室訪談，整體觀察時程約 1 至 2 小時。在第一週，本人負責高輻射區門禁管制、輻射管制區進出管制、例行輻射偵測頻次與執行等作業觀察。
- (8). 團隊成員每天 11:30 於會議室參加團隊會議(Team meeting)，首先由輻射防護評估員報告團隊集體劑量及工安注意事項，再由 Host 同業報告電廠狀況，再由各

領域接序報告觀察的狀況、關注事項(Focus Area)是否更新，討論過程中，領隊時常鼓勵團隊成員引入不同觀點彼此挑戰腦力激盪，強調每個關注事項、動向皆為整個團隊的決議與成果，絕非單一領域獨立的成果。

- (9). 每天 15:30 與對口人進行報告(Debriefing)，如輻防領域需有 2 位對口人輻防與工安領域，說明當日作業觀察到的事項、前一日觀察報告草稿澄清、團隊會議關注事項異動及討論概要、其他需要對口人協助事項，如安排訪談人員、提供參考程序書、文件等。
- (10). 第一週團隊會議有兩天屬開放式會議(Open team meeting)，供 Cooper 電廠觀察者(Observer)列席參加團隊會議，領隊在前一天會重申開放式會議與平時會議一樣，要團員保持同樣的能量、相互挑戰與腦力激盪。在第一週的週五中的開放式會議邀請 Cooper 電廠廠長(Site vice president, SVP)參加，領隊要求各評估員經本週觀察後對該廠之印象，提供廠長各一個好的(Plus)及不好的(Delta)看法。
- (11). 第一週經過密集的觀察作業後，大部分的關注事項都已抵定，如確實有差距存在的事項會轉為 AFI、可作為業界效仿者轉為 Strength，若皆不屬之者，以觀察報告呈現。

3. 第二週

- (1). 第二週有新成員加入，來自 Quad Cities 電廠廠長擔任 Industry advisor，主要依其自身觀點，協助受評電廠管理組織問題，並直接與 Cooper 電廠管理階層直接溝通，增進溝通效率。
- (2). INPO 為控制經費，某些領域評估作業在第一週已大致完成，領隊決定將 3 位評估員先送回亞特蘭大，以擲節開支。
- (3). 第二週星期日於飯店會議室召開團隊會議，開會前領隊要求成員事先閱讀完所有報告草稿(AFI、Strength、observation report)，會議上由發展出 AFI 之主評估員報告目前的觀點(perspective)與肇因(Cause)、跨功能領域次因(Cross-functional contributors)，經過團隊成員的腦力激盪，提供該 AFI 報告更完整、全面的觀點。除此之外，亦全面檢視是否在評估過程有任何遺漏的面向。
- (4). 領隊視評估作業需要將各領域分成小組(mini team)，依未定案之關注事項將各領域分組，此次共有 5 個小組，針對 OF.2 運轉風險小組、EN.1 工程人員專業小組、OR.2/NP.1/PI 組織效率小組、WM.1 工作管理小組及觀察小組，而我被分派至觀察小組，依其他小組之評估需要，配合現場作業之觀察。
- (5). 第二週持續評估作業，因觀察作業及資料收集日漸完整，在團隊會議中亦慢慢將各關注事項收斂。本週為小組活動，Cooper 廠方會依小組分工重新指派對口人給各小組，而本人所屬之觀察小組則依當日觀察作業屬性直接向該部門對口人會報。
- (6). 各領域主評估員向 INPO 部門經理(Department manager, DM)報告評估情況，並詢求建議，但領隊亦向各評估員強調需向廠方說明，評估團隊擁有最終決定權，而非遠在亞特蘭大的 INPO。
- (7). 離廠代表(Exit representative)於週三加入團隊，提供團隊建議外，亦主持離廠會議。
- (8). 週四依領隊安排各領域評估員依序預報翌日離廠簡報，領隊會給予報告內容建

議，並要求成員若更改報告內容需先知會領隊獲得同意。

- (9). 週五為在電廠的最後一天，為離廠簡報，與東京中心不同處為各領域單獨向廠方簡報，整體報告皆為口頭報告，無使用投影片或其他簡報工具，由評估員與廠方管理團隊直接面對面對談，對口人坐於評估員之兩側，領隊、離廠代表、**Industry advisor** 坐於一旁，簡報後，由廠方向評估員提出詢問或詢問對口人是否已有計畫該如何精進，最後主評估員會請國際同業發表個人對於電廠的感想及給予回饋，報告完即可離開電廠，不需等待整體團隊全數報告完畢。

4. 離廠報告結束後，依預定安排各車直接駛至機場，**INPO** 成員飛回亞特蘭大，國際同業則直接回國，其餘回 **INPO** 之後的評估作業本人無法親自參與

四、心得

- (一).美國 911 事件後，核電廠進廠程序繁瑣，提前辦理電廠進廠程序申請，以期順利通過資格審核：
1. 出發前約 2 個月收到 INPO 的來信，要求填覆個人歷史問卷表(Personal history questionnaire, PHQ)及協助者(Facilitator)，填覆 PHQ 後，依 INPO 規定由協助者至聯合信用中心協助申請個人信用紀錄、本公司輻防訓練紀錄、歷史輻射曝露紀錄等，由協助者簽署文件彌封後，交由本人帶去 INPO。
 2. 美國提供本國免簽待遇，不如從前需赴美國在台協會面談辦理美簽，僅需上網事前申請 ESTA 即可。行前本人將 INPO 的邀請函、ESTA 等電子文件列印隨身攜帶，於美國入關時，海關人員詢問此趟商務行程之目的，並要求出示美國機構之邀請函以示證明。
 3. 除協助者(facilitator)外，另需提供 3 位參考人(reference)，INPO 會將 3 位參考人提供給外包調查廠商，由該廠商執行後續申請者之調查，視調查情況會要求額外參考人。本人申請時，因該公司與本公司電郵有漏信情況，常重覆寄送相同問卷要求參考人回應，以致調查過程造成參考人之困擾、不便，如未來相同情事發生時，可用傳真方式回覆該公司，可使調查程序更順暢。
 4. 美國核電廠保安相當嚴密，主警衛室外以水泥擋塊圍住保護區，避免歹徒開車衝撞、進入保護區人員需經爆裂物偵檢器、金屬探測門偵檢並用識別證，個人掌紋識別身份、行李經 X 光機偵測後才得進入，在廠內不時看到荷槍實彈保安人員巡視，廠內定點設置防恐攻用之防彈圍籬、防彈衣及裝滿長槍的卡車，這些配置皆為美國嚴密保安的一環。
- (二).第一天從亞特蘭大機場至 INPO 附近的下榻飯店由輻防領域評估員 Moses Coleman 先生接機，抵達飯店時告知櫃台 INPO 給的預定號碼或本人姓名皆查無此訂房紀錄，幸好在台灣預先購買的手機用 T-mobile 門號聯絡 Coleman 先生，發現因訂房有疏漏而重新再預訂，當天兩位國際同業都需先到其他飯店暫住，隔天再移回原預定飯店。除行前需雙重確認為佳外，可在台灣預先購買短期手機門號作為聯絡之用。
- (三).美國國家核能訓練學院開發之線上訓練系統 NANTeL 令人印象深刻，教材淺顯易懂、深入淺出，以文字說明輔以圖片、影像引導學員，且針對輻防課程內容較本公司授課內容更深入，是值得本公司效仿建立一套訓練系統，可減少不同講師授課時差異性、擷節開支、辦理開班庶務程序及隨時隨地可接受訓練等優點。
- (四).前述課程內容務實，提供從業人員每日工作必備知識，數項測驗需監考員輸入密碼才可接受測驗，試題需動作筆記才會作答，不會落入出題陷阱。及格分數為 70%，有 2 次受測機會。詢問美國從業人員若 2 次受測皆未達標準，則表示該員不適合在核能電廠工作，而請其回家。由此可見美國核能業界對於從業人員專業知識要求的高標準。
- (五).同業評估任務前置分析作業係受評電廠在前 2 個月將其 CAP 系統資料傳至 Certrec 系統，遠在 INPO 的評估員在辦公室即可藉由異狀報告(Condition report, CR)了解電廠績效進而擬定關注事項。令人激賞的是美國核能從業人員樂於、勇於將各式各樣、

或大或小的事件輸入 CAP 系統，在查閱的過程中不單有長篇幅的事件報告，也常看到有些報告甚至只有一、兩行而已。因核電廠各式工作多由基層人員執行，基層人員若樂於分享工作上遇到的大小事、輸入 CAP 系統，猶如擔任整個電廠的眼睛，如能建立一個尊重不同意見的工作環境(Respectful work environment)及鼓勵基層人員樂於發聲之核安文化，則電廠大大小小的狀況皆可透過 CAP 系統掌控。

- (六).美國核能產業非常完整，由基礎訓練培養核能專業人才、INPO 提供會員電廠管理領導統御訓練、技術支援及同業評估服務，美國國內各電廠間交流頻繁、互通有無。核能產業重視分工、彼此合作，而非獨善其身，只求自己進步。每日工作從單一部門內同僚間分工完成任務、部門間溝通協調分工合作、電廠間標竿學習，除了追求整個電廠績效優良，行有餘力更需協助全世界核電廠的績效優良。因外界大眾看待核能產業並非單一部門或電廠，而是整間公司、甚至整個核能產業，才不會如日本福島事件發生後，影響全世界核能工作者牽連其中。
- (七).INPO 每 2 年赴電廠同業評估，比 WANO 每 4 年評估一次的頻率更高，電廠員工大多以開放積極的心態面對評估，若觀察報告內容為事實以開放心胸接收它，若有偏差則據理力爭提出建言，不死纏爛打、全盤否認。評估團隊與電廠互動良好，在團隊會議上各評估員需每日回報與對口人的關係是否融洽，以利後續評估作業進行。與工作人員面談後，工作人員亦關心自己電廠表現在美國業界如何，頻頻詢問評估員「我們表現的怎麼樣？」等問題，本人認為關心在意自身表現如何是進步追求卓越的第一步。
- (八).同業評估行程相當緊湊，每天 05:30 起床、06:00 出發，再經 50 分鐘車程才能在電廠人員上班的 7 點前抵達電廠，早上觀察作業後，中午邊吃午餐邊召開團隊會議，傍晚回到飯店後，撰寫觀察報告外，有時需小組討論、有時與領隊討論評估方向。因應如此忙碌緊湊的工作步調，領隊設立了團隊健康挑戰(Team wellness challenge)，如喝水 500mL 得 1 分、運動 30 分鐘得 10 分、午餐吃蔬菜雞肉輕食得 2 分等，以競賽方式鼓舞成員適時調整步調。
- (九).評估作業係採由下而上(Bottom-up)的評估方式，從每日作業觀察員工行為與專業，再確認部門走向、訓練、計畫擬定及主管期望是否合宜，再到廠級是否給予足夠人力、資源及權力以支持其工作。此種評估方式可應用於思考本身工作上遭遇的問題，當發現問題時，第一步思考是否為員工具備該有知識技能、第二步思考部門是否提供足夠訓練、期望令員工執行工作，最後再思考廠內或公司是否給予足夠資源。
- (一〇). 輻射防護領域之作法可供本公司參考
1. 領取 TLD 劑量徽章之前，測試在噪音環境下佩戴耳塞是否可聽見電子式劑量計警報聲，否則需領取震動型電子式劑量計，可避免工作人員現場噪音而聽不到警報聲作為藉口而接受到非預期輻射曝露。
 2. 工作人員需經認證(Qualified)才能穿防護衣於污染區工作，此認證在美國境內各核電廠互通，本人熟悉防護衣穿脫程序要點，但未獲美國認證，被告知不得進入污染區。採用認證方式，可確保每位工作人員皆熟悉防護衣穿脫技巧，避免因不正確的程序造成人員污染及污染擴散。
 3. 進管制區前，工作人員依工作屬性填寫輻射工作人員旅券(Radiation worker trip ticket)，欄位資訊包含預計工作區域及其輻射劑量率、污染值資訊、輻射工作許

可證(RWP)編號、電子式劑量計警報設定點、預期接受到的輻射劑量等，在通關系統刷進時需自行鍵入 RWP 編號、工作編號並確認後才得入站，出站時在電腦螢幕亦會顯示此次接收之輻射劑量，並由本人點選確認後才得出站。可令工作人員意識到必要輻射資訊，進而抑低輻射曝露與風險。

4. 美國管制機關無核發輻防人員證照機制，亦無法規要求，但 Cooper 電廠對不同崗位輻防人員設立內部認證(Qualification)機制，經訓練、面試取得初級(junior)資格或高級(senior)輻防人員資格才得執行工作，可確保輻防人員知識與技能符合要求。
 5. 管制方式講求合理抑低(ALARA)，而不無限上綱地追求保守再保守。
 - (1). TLD 劑量佩章每 6 個月更換一次，由工作人員隨身攜帶，可帶回家，不需定點貯放，在電廠各區佈放背景佩章供計讀時扣除之用。妥善保管佩章為每位輻射工作人員的職責。
 - (2). 工作人員進入空浮區前，輻防人員會計算 4 種不同的情境下工作人員接收到的劑量，使用工程管制(Engineering control)與否及人員佩戴面具與否，排列組合共 4 種情境執行劑量評估，採用評估最低劑量之方式管制。選用最適當的管制方式，而不限制一進入空浮區就要求佩戴面具，有時佩戴面具讓工時增加，反而增加體外輻射曝露劑量。
 - (3). 放射化學人員每日爐水取樣、分析，輻防部門提供輻射偵測儀器、訓練放化人員偵測技能並通過認證，該例行工作由放化人員獨自進行，有異常狀況才通知輻防人員協助處理。訓練工作人員，使其具備輻射防護專業知識是每日工作的基石，可將輻防人力安排於更重要、更需全程參與的高輻安風險工作。
- (一一). 若發生美國職業安全與健康管理局(Occupational safety and health administration, OSHA)定義之職業相關需記錄受傷(recordable injury)事件，後續處理麻煩，故雇主相當注重員工安全，不僅提供充足的個人防護用具，亦選用好用便於攜帶的用具，使工作人員不會認為佩戴護具是額外負擔而省略之。在核安文化面向，提倡「健康的核安文化特質」(Traits of healthy safety culture)，並挑選出最需要的 4 項特質作為該廠的 Core 4，並製作便條紙、標語、小卡等方式深植人心。於現場工作時，亦會花 1 分鐘的時間，使用身上的工作場所檢視(Job site review)卡逐一確認、鑑別危害因子。本公司重視工安、核安文化，應思考如何潛移默化讓所有從業人員遵從之，當作日常生活的一部份。
- (一二). Cooper 電廠在決定延役之前，曾考慮是否要將電廠除役，當此消息散佈出去時，週遭居民自發性到電廠外抗議，希望該電廠延役繼續營運。因在核電廠工作獲得薪資較高，在訪談過程中，有一名員工家有 2500 公頃農田(龍門電廠面積為 480 公頃)返家後需幫忙務農，但因薪資佳選擇在 Cooper 工作。龍門電廠建廠期間提供相當多就業機會，並帶動週遭店家商機，如本國國民能如美國民眾理性了解核能發電，或許也有反過來獲得週遭居民支持的一天。

五、 建議事項

- (一).首次辦理進入美國核能電廠手續深感複雜，需自行摸索表格該如何填寫、從公務出國報告網查詢曾獲 UA 資格的先進再詢問是否可擔任協助者，如本公司主辦部門能提供办理流程指引及近兩年曾赴美參加評估名單，在申請過程中可增進奉派者申辦效率。另外，務必攜紙本邀請函於進入海關前備查。
- (二).建立本公司核能部門線上訓練及測驗系統，優化課程內容採互動式教學，可增進訓練成效、減少開支外，亦可將訓練標準統一及提高訓練便利性。
- (三).強化從業人員基礎及專業訓練，並提高測驗標準，無法達到水平者剔除之，令工作人員水準提升，在後續人員管理、管制措施可減輕負擔、簡化流程進而提高組織效率。
- (四).藉由 INPO、WANO、標竿學習等途徑，引進本公司許多國外核能業界的作法、文件及規定，幾乎美國有的，我們也都有。除了研讀、宣導或公告的方式外，值得思考如何讓每位從業人員願意身體力行，作為每天日常生活的一部份而不便宜行事。
- (五).各類工作流程、管制應全盤考量講求合理化，不無限上綱，追求保守再保守或因稽查單位、管制機關要求而增加不必要的規定，避免徒增作業負擔及不必要的成本支出。