

出國報告審核表

出國報告名稱：執行美國 Duane Arnold 核能發電廠同業評估		
出國人姓名 (2人以上,以1人為代表)	職稱	服務單位
董其元	汽機課課長	台灣電力公司核能發電處
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>洽公</u> (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)	
出國期間：105年4月5日至105年5月2日		報告繳交日期：105年6月8日
出國人員 自我審核	計畫主辦 機關審核	審核項目
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.依限繳交出國報告
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.格式完整(本文必須具備「目的」、「過程」、「心得及建議事項」)
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.無抄襲相關資料
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.內容充實完備.
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5..建議具參考價值
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6.送本機關參考或研辦
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7.送上級機關參考
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8.退回補正,原因:
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) 不符原核定出國計畫
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(4) 抄襲相關資料之全部或部分內容
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(5) 引用相關資料未註明資料來源
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(6) 電子檔案未依格式辦理
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9.本報告除上傳至出國報告資訊網外,將採行之公開發表:
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) 辦理本機關出國報告座談會(說明會),與同仁進行知識分享。
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 於本機關業務會報提出報告
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) 其他 _____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10.其他處理意見及方式:

報告人： _____ 單位： _____ 主管處： _____ 總經理： _____
 主管： _____ 主管： _____ 副總經理： _____

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：執行美國 Duane Arnold 核能發電廠同業評估

頁數 19 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/02-23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

董其元/台灣電力公司/核能發電處/機械組汽機課長/ 02-23667060

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：105/4/5~105/5/2

出國地區：美國

報告日期：105/ 6 / 8

分類號/目：

關鍵詞：

內容摘要：

世界核能發電協會（WANO）對於各會員電力公司皆會定期安排評估團，前往該會員電力公司旗下之核能電廠進行同業評估，本次係奉派參加「世界核能發電協會-亞特蘭大中心」主辦之美國 Duane Arnold 核能發電廠同業評估，擔任設備可靠度領域之評估員。評估的方式是透過廠區現場勘查、作業活動觀察、電廠資訊系統之情況報告、文件和程序書查閱以及工作人員訪談等方式進行，以績效目標與準則(PO&C)或以業界標準為本找出事實和貢獻因子，評估電廠各項領域距離績效目標之差距(GAP)發掘待改進事項，藉以激勵電廠績效進步並促進邁向卓越。

參與此同業評估活動除可協助受評核電廠提升各領域之績效表現，並可汲取國外核能電廠之優良經驗作為精進借鏡，視需要擇優進行標竿學習，可將各會員間之績效拉近，促進核能發電安全和高效能，一同朝向卓越邁進。

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）

執行美國 Duane Arnold 核能發電廠同業評估

服務機關：台灣電力公司核能發電處

姓名職稱：董其元/汽機課長

派赴國家：美國

出國期間：105 年 4 月 5 日至 105 年 5 月 2 日

報告日期：105 年 6 月 8 日

目 次

壹、出國目的	1
貳、WANO 同業評估方案回顧	2
參、出國行程與過程摘要	8
肆、心得感想	15
伍、建議	20

壹、出國目的

本次出國目的係奉派參加「世界核能發電協會-亞特蘭大中心」(WANO-AC)主辦之美國 Duane Arnold 核能發電廠同業評估，擔任 ER(設備可靠度)領域之評估員。

概觀「世界核能發電協會」(WANO)組織之架構係透過四個「區域中心」(Regional Center)，設於美國亞特蘭大(WANO-AC)、法國巴黎(WANO-PC)、俄國莫斯科(WANO-MC)與日本東京(WANO-TC)以及另外兩個「中央協調聯絡中心」(central coordinating center)分別設於英國倫敦(WANO-LO)和中國香港(WANO-HK)。每一區域中心皆設有本身的監督管理委員會(Overseeing Governing Board)負責業務活動之監督，並擁有一定的員工以及向各區域會員借調的人員組成推展業務活動之團隊；而協調聯絡中心則擁有少量的職員和各區域會員借調來的人員，參與各「區域中心」合作發展WANO業務和制定方案。本次主辦美國 Duane Arnold 核電廠同業評估之「世界核能發電協會-亞特蘭大中心」具有巴西、羅馬尼亞、加拿大、南非、中國、阿拉伯聯合大公國、墨西哥、及美國等 8 個國家。

「世界核能發電協會」(WANO)的基本方案為以下 4 項：「運轉經驗」(Operating Experience)、「技術支援與交換」(Technical Support and Exchange)、「專業與技術發展」(Professional and Technical Development) 和「同業評估」(Peer Review)。筆者本次所參加的「同業評估」方案，其目的為提供一個精確和深入的績效和趨勢的情景、找出對接受評估的核能電廠員工改進有助益的內在特質或靠專業感受的行為傾向，以激勵績效進步並促進核能電廠邁向卓越。

世界核能發電協會(WANO)對於各會員電力公司皆會定期安排評估團，前往該會員電力公司旗下之核能電廠進行同業評估活動，將電廠表現與WANO之績效目標與準則和業界標準相比較，藉由評估活動發掘待改進事項和傳遞其他同業間實務的優良典範，以協助核能電廠提升卓越的領導、運轉、維護、管理和核安文化水平。

參與同業評估活動可汲取國外核能電廠各相關評估領域之優良經驗，將此作為精進借鏡，視需要擇優進行標竿學習，可以將各會員間之績效拉近，促進核能發電安全和高效能，一同朝向卓越邁進。

貳、WANO 同業評估方案回顧

同業評估活動是以 WANO 頒訂的績效目標與準則(PO&Cs)為基準，應用同業評估的原則，對電廠各領域提出專業見解，尤其是對核能安全特徵方面的見解。

同業評估的原則簡要說明如下：

1. 各評估領域應聚焦在核能安全與電廠可靠度方面，特別是在保護反應爐心安全上，優先程度依序如下：
核能安全 > 電廠可靠度 > 輻防安全 > 工業安全
2. 應以最新版之 WANO 績效目標與準則(PO&Cs)為框架，評估電廠各項領域距離標準之差距(GAP)。
3. 評估活動應聚焦在下列各類之重要利害關係者。
 - 電廠管理階層及全體員工(由評估員深度觀察)
 - 核能工業界(由雙方負應負責任)
 - 電力公司的執行長或首席核能長(CEO/CNO)(提供績效方面獨立的回饋)
 - 世界核能運轉協會(INPO)(評估的精確性與評鑑檢查)
4. 評估團隊應觀察重要的活動(包括設備和行為態度)以及甚少受訪之處。
5. 應澈底瞭解關鍵的事件與電廠的績效。
6. 所有同業評估的結論和鑑定結果皆應以事實(Facts)為基礎。
7. 要與受評電廠之配對人員發展強健的和專業的關係。
8. 評估團隊要在抵達電廠之前完成準備。
9. 評估流程的強項是評估團隊而非某個人。
10. 評估團隊要強化過程的完整性。

WANO 績效目標可區分為下列三類型態：

第一類為基礎(Foundations)，共有 2 項；

- 核能專業 Nuclear Professionals(NP)
- 領導效能 Leadership(LF)

第二類為功能領域(Functional Areas)，主要的審查有 6 個領域；

- 運轉功能 Operations (OP)
- 維護功能 Maintenance(MA)
- 化學功能 Chemistry (CY)

- 工程功能 Engineering (EN)
- 輻防功能 Radiological Protection (RP)
- 訓練功能 Training (TR)

第三類為跨功能領域，評估審查包共有 10 個領域：

- 運轉焦點 Operational Focus (EN)
- 工作管理 Work Management (WM)
- 設備可靠 Equipment Reliability (ER)
- 構型管理 Configuration Management(CM)
- 輻射安全 Radiological Safety(RS)
- 績效精進 Performance Improvement(PI)
- 運轉經驗 Operating Experience(OE)
- 組織效能 Organizational Effectiveness (OR)
- 防火保護 Fire Protection(FP)
- 緊急準備 Emergency Preparedness(EP)

各項領域下大都分別訂有 1~4 項不等的績效目標，相對於各項績效目標，其下又細列十數條至數十條不等的準則，瞭解準則條文有助於達成各對應績效目標之評估活動。

評估活動是透過廠區現場勘查、作業活動觀察、電廠資訊系統之情況報告 (condition reports)、文件和程序書查閱以及工作人員訪談等方式進行，以最高標準之績效目標與準則(PO&C) 或以提供業界標準為本找出事實和貢獻因子，評估電廠各項領域距離績效目標之差距(GAP)發掘待改進事項，準備提出同業評估建議。整個議題發展的階段應藉由以下的步驟來形成待改進事項(AFI, Area For Improvement)或優良典範(STR, Strength)。

1. 分析電廠的歷史績效之表現。
2. 觀察現場工作和與訪談關鍵人物。
3. 研閱電廠資料和程序書等相關文件與發展議題。
4. 向受評電廠的配對人員簡要說明關鍵的觀察事實並提供書面觀察報告。
5. 與受評電廠的配對人員就關鍵的觀察事實建立有效的聚焦領域。
6. 收集所有評估員所開立之相關觀察事實，用以發展待改進事項(AFI)或優良典範

(STR)。

7. 召開團隊會議從其他同業評估成員獲得輸入和啟發。
8. 與受評電廠的配對人員討論待改進事項(AFI)/優良典範(STR)以及雙方見解。
9. 在持續進行發展議題的同時，請記得將 AFI/STR 的複本分享給電廠的配對人員，特別是原因和貢獻因子。
10. 如果待改進事項(AFI)是新發現的或與其他評估員相關的，應向領隊舉薦，並且將相關決定的信息傳遞予電廠的配對人員。

****待改進事項(AFI, Area For Improvement)與優良典範(STR, Strength)之定義。**

待改進事項(AFI)：

一個在電廠績效表現上與達到卓越的差距，此差距可以代表行為習慣、流程、或實務上的缺口，它對電廠的績效正在造成、或潛在的造成一個可注意到的不利效應。一個待改進事項(AFI)是將那些差距寫出來，這些差距會展現出與一件或多件績效目標無法符合的情形，且電力公司的回應強調電廠改正行動是需要的。

另一種有關聯的待改進事項(Related AFI)：

係用以認明對之前開立的待改進事項(AFI)所採取的改正行動是無效的，若一件待改進事項(AFI)與先前的待改進事項(AFI)相同的話，此待改進事項(AFI)就是有關聯的待改進事項，期望待改進事項(AFI)已經解決是合理的，而且結果是實質上相同的。此先前的待改進事項(AFI)可以從過去的近兩次評估或同業的審查報告其中之一或兩者同時取得，案例不必須與先前的待改進事項(AFI)相同。

優良典範(Strength)：

為一個活動或流程用以成就卓越表現的高標準程度，或者是達成工業界卓越的結果。優良典範(Strength)可以聚焦在績效上，它應與工業界相互分享效果，或者必須是包括一個電廠在某特殊領域上符合工業界實質績效的改進成果。

同業評估活動之進行可分為事前準備、現場評估期間和報告發展期間等 3 個階段，在全程的評估期間，成員與電廠的配對人員間須保持良好的溝通。以下是以有計劃的行動，來發展評估員與電廠的配對人員之間堅強關係的說明：

1. 事前準備期

- 在領隊先期訪問期間(TL pre-visit)就將組織有效性調查結果分享予電廠的資深

管理團隊。

- 由各領域成員打電話給電廠的配對人員以發展初步的對話。
- 在團隊分析和隔離討論(Sequester)期間所認明的聚焦領域和評估計畫應分享給電廠的配對人員。
- 隔離討論(Sequester)結束時，應將評估團領隊初步的要點大綱先行分享給電廠的管理階層。

2. 現場評估期間

- 每日紀要應分享給電廠的配對人員。
- 與電廠的配對人員討論所觀察情形，僅提供所寫的觀察報告給電廠的配對人員和資深經理。
- 當發展待改進事項和優良典範時，須與電廠的配對人員討論這些議題。
- 評估團領隊會議之重點紀要需要每日更新，並與電廠的配對人員分享。該紀要應可認明目前每一評估領域的焦點、待改進事項和優良典範(Strength)。
- 於每一周結束前應將 1 份成套的觀察報告提供予電廠副廠長(Station Vice President)和電廠經理(Plant Manager)。
- 團隊成員使用的工具和行為績效模型可以提供電廠的配對人員適當的幫助和澄清，以增進瞭解電廠的績效。

3. 報告發展期間

- 應提供電廠副廠長(Station Vice President)和電廠經理(Plant Manager)一份報告分享以下章節內容，包括：
 - 績效領域之總結。
 - 所選出之待改進事項(AFI)。

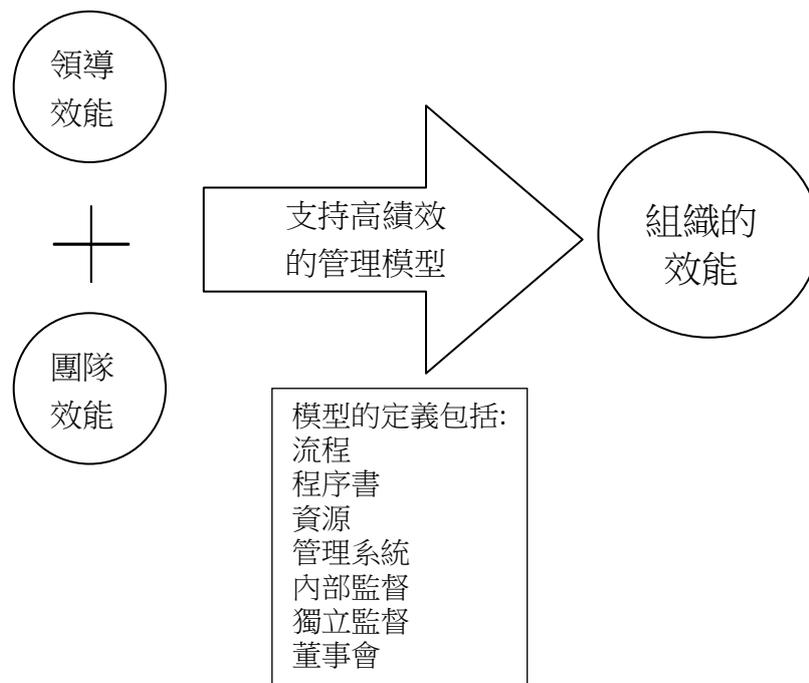
請注意受評電廠並非唯一的同業評估的利害關係者。縱使有下列的情形，所發展產出的待改進事項(Area For Improvement)仍然有效：

- 電廠知道有這樣的問題。
- 為改正這樣的問題，電廠的計畫已設立。
- 電廠的改正行動進行中、接近完成或已完成改正。(原因: 改正行動之長期有效性尚未展現)
- 評估團隊有信心此問題未來將會被改正。

- 電廠對評估團隊的結論具有不相同的意見和看法。
- 評估團隊沒有確定新的見解起源、性質或決定性的特徵。
- 評估團隊在電廠期間沒有觀察發現到這樣的問題。(在先前的同業評估時期，問題已發生且仍然存在)
- 此問題僅涉及具有推論後果的前導因子，並沒有真實的因果關係。

同業評估團隊決定某一鑑別出來的問題是否應列入待改進事項(AFI)之後，須由電廠回覆；而且若為某項有關聯的待改進事項(Related AFI)亦同。

組織績效為健全的各別領導人的領導效能(Leadership Effectiveness)與團隊效能(Team Effectiveness)兩項屬性結合所展現的成果，一個堅強的領導團隊和有效的管理模型如下圖：



在去年 INPO 出版的 INPO 15-005 文件中，INPO 研究領導效能(LE, Leadership Effectiveness)與團隊效能(TE, Team Effectiveness) 等 2 項屬性，並且指出其強力的支持促進績效目標與準則(PO&C)的達成。更進一步的說，這些屬性的存在是達成卓越績效的基本元素。

與以往 INPO 同業評估不同，這次筆者所參加的美國核電廠同業評估活動，所有成員皆被要求觀察並書面報告上述兩項屬性-領導效能(LE)與團隊效能(TE)相關

的行為習慣和外顯結果。此外針對組織效能領域的表現方面也同樣強調，特別是電廠裡領導效能、團隊效能和管理模型等方面的表現以及其所包含的實踐作為。

同業評估活動同樣地以健康的核能安全文化為中心，圍繞著核能安全文化觀察受評電廠的特徵，包括：人員的當責、質疑的態度、有效的安全溝通、領導者安全價值觀和行為、決策制定、尊重的工作環境、持續的學習、問題辨識與解決、工作程序書以及環境保護昇高關切的議題等等，將所觀察到的情形寫在白卡上，大量的白卡記錄透過評估團隊完整的討論結果，可以看出在某些方面或行為習慣的變化，是朝向更健全的方向或者是變得更弱，適切的提出評估領域待改進事項是為同業評估活動的重點工作。

總之，同業評估活動所渴望得到的成果是一種沒有偏見、不偏袒的和澈底的審查評估，這樣的評估可以描繪出從上次同業評估活動之後，受評電廠所展現的一個精確的績效情景。評估所產生的議題需具有確定的事實、符合邏輯的結論、有用的洞察力、或是適當的見解等方面的基礎，可以增加電廠改進的價值。同業評估團隊所要做的是對電廠全面性的精確評估，以增加電廠對待改進事項(AFI)的瞭解和擁有感。同業評估的產品是否成功?將藉由直到下一次同業評估週期結束時受評電廠的績效表現來衡量。

參、出國行程與過程摘要

一、出國行程

- 105.4.5 ~ 105.4.6 台北—舊金山—亞特蘭大 往 程
- 105.4.6 ~ 105.4.16 亞特蘭大(Sequester Week)
- 105.4.17 ~ 105.4.29 亞特蘭大—Cedar Rapids (Duane Arnold 核電廠)
- 105.4.29 ~ 105.5.2 Cedar Rapids—舊金山—台北 返 程

二、過程摘要

(一) Duane Arnold 電廠簡介

Duane Arnold 核電廠位於美國愛荷華州，雪松河(Cedar River)的西岸，帕洛阿爾托市的北北東方兩英里（3.2 公里），或錫達拉皮茲的西北方約八英里處的廠址，佔地約 500 英畝（200 公頃），是愛荷華州唯一的核電廠。Duane Arnold 核電廠於 1974 年 6 月商業運轉，採用通用電氣公司(GE) 包覆於 MARK 1 型壓力抑制型圍阻體內部的沸水式 BWR-4 反應爐，2001 年通過美國核管會 NRC 核准功率提升計畫，提升功率 15.3%至生產熱功率為 1,912 百萬瓦，目前輸出的淨發電量為每小時 61.5 萬瓩。

Duane Arnold 核電廠具有二十四座強制通風冷卻塔，利用來自雪松河(Cedar River)的水作為冷卻熱沉；設有廢水處理設施，處理所有現場受污染的水並且設定一個“零排放”的運轉政策，不排放任何受污染的水返回雪松河(Cedar River)；廠區設置可容納該部機組整個服役期間（包括延役持照繼續使用期）所產生的用過核燃料的露天乾式貯存場。

(二) 隔離討論週(Sequester Week)

國外評估員參加「世界核能發電協會-亞特蘭大中心」(WANO-AC)主辦之國際核電廠同業評估活動，必須在隔離討論週開始之前 5 天抵達美國亞特蘭大，抵達後第 1 天為時差調整休息，隔日起的連續 2 天為辦理進入美國核電廠無人員陪同進出門禁申請手續，申請人必須詳細填寫申請表、接受無犯罪紀錄和銀行信用調查、接受十支手指按壓指紋採樣建檔、尿液取樣禁藥分析、心理醫生診察以及通過一連串所安排的進廠訓練課程和測驗，通過後才能取得無人員陪同進出廠房的許可。

接下來是周末的 2 天(4/9~4/10) 筆者也閒不下來，必須研閱受評電廠所提

供的近 4 年情況報告(Condition Report)資料庫中大量資料，予以分析和歸納聚焦領域(Focus areas)、準備觀察評估計畫、並且預先設想準備出發前的電話訪談議題，以收斂聚焦的領域(Focus areas)。

隔離討論週的第一天(4/11 星期一)召開團隊會議，評估團領隊主持會議，首先評估團成員自我介紹，然後由領隊說明評估前訪問 (Pre-Visit) 受評電廠的感想和初步發現，各領域主評估員提出追蹤的重點項目、聚焦領域、觀察評估計畫、並與其他評估員分享和充分討論，藉以培養團隊默契、啟發跨功能領域聚焦項目、和增進全體評估員對受評電廠全面性的瞭解。

在隔離討論週期間，每隔 1 天就會召開全體評估員會議，在第 2 次的團隊會議中(4/13)受評電廠派出的評估員(本次 DAEC 派遣 2 名)抵達與會，提出電廠現況報告，並由評估團副領隊或稱組織效能主評估員(OR Team leader)指導評估領導效能(LE)與團隊效能(TE)2 項屬性，講授 INPO 出版的 INPO 15-005 文件，以傳授隊員評估組織效能之技巧。當日下午另行舉行會議由 DAEC 的 2 名評估員補充說明受評電廠的現況和評估團隊有興趣的領域，以增進評估員對受評電廠更深入的瞭解。

第 3 次(4/15)為評估團隊的出發前會議，所有內外部的成員（包括離廠代表及業界顧問(Industry Advisor)）全部到齊，再一次召開直覺式的圓桌會議，會議中評估團隊再次檢討各領域的評估計畫及跨領域 (Cross-functional areas) 的評估方向及策略，各領域主評估員向業界顧問(Industry Advisor)報告準備事宜並確立各領域的聚焦領域(Focus areas)；在此之前一日各小組已向 INPO 相關領域經理報告說明此次任務的評估方向及重點，除了已先將評估計畫及重點用電子郵件寄給受評電廠的配對人員(Counterpart)（通常為相關部門的經理），並已電話會談確認受評電廠的配對人員對於評估的計畫及重點沒有補充說明及其他意見。最後由專人報告評估團隊隔日(4/17 星期日)出發行程的集合時間和地點、各小組租用車輛乘坐安排、到廠集合辦理識別通行證和取得輻射劑量配章流程、以及預告隔週的同業評估活動行程。

(三) 評估活動第一週

評估活動的第 1 天早上 07:00 由受評電廠的副廠長(SVP)和評估團領隊共同主持進場會議，簡短致詞並請雙方與會人員自我介紹後，評估團領隊簡要

介紹此次同業評估活動的目的、預期目標及活動時程安排。

各組接下來的評估活動依所分配的廠區和排程，在對應領域的配對人員或安排的人員陪同下進行廠區巡查(Plant Inspection)。各評估員執行廠區巡查觀察行動，皆會邀約受評電廠安排協同人員共同執行，所發現的缺失也會經廠方人員確認再記錄於白卡(White Cards)，然後交予各主評估員，轉交領隊指派的協助人員打字上傳 WANO-TC 開發的報告資料專用協同編輯軟體。

各組的評估活動主要包括：廠區巡查、作業觀察、與電廠相關承辦人員訪談和參加電廠會議，透過現場實際的評估活動，使準備好的聚焦領域(Focus areas)收斂且敘述更為精確。面對面訪談的流程，首先由受評電廠對應領域的配對人員介紹認識該部門各項業務的負責工程師或資深技術員，然後再安排細部約談的排程，評估員事前須先更進一步查閱文件資料設計訪談題目，訪談釐清問題並將事實作成紀錄，最後根據收集到的資料和訪談時的發現再做分析評估，以補充、減少或修定評估中的聚焦領域。

每日上午 11 時 30 分舉行評估團隊會議(Team meeting)午餐會報，首先由輻射防護暨工安評估員報告團員前一天的集體劑量及輻防/工安注意事項，再由領隊請各領域報告前一次會議後的觀察的發現，透過評估員間相互合作決定是否為增加議題，視需要指定追蹤(Follow up)分工及觀察的重點方向。

每日下午與對應領域的配對人員進行會議 (Counterpart meeting)，說明今日中午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未來請求安排需要訪談的對象，例如：某些系統的系統工程師、預防保養的排程人員，或要求提供相關資料，例如現場照片、工程圖面、工作排程指令、和相關作業程序書等等。

每日返回旅館晚餐後，所有評估員於 19:30 前會自行到旅館的會議室繼續工作，與領隊討論各領域的評估作業進展情形，並將當日的觀察事實及評估發現資料整理後，輸入協同編輯軟體供所有評估員分享，透過此協同編輯軟體即時分享各領域分組的觀察報告，領隊和所有評估員可掌握團隊的最新評估資訊。

本設備可靠度領域評估分組於本周五(4/22)下班前已將 ER 領域可能選定的待改進事項(AFI)及初步觀察報告提供電廠配對人員回報電廠。

(四) 評估活動第二週

縱使是周末休假期間也有評估活動！評估團領隊將前一周所有團員的觀察成果於周末下班前列印分送給全體團員，要求各成員於周末期間研讀全部內容，於星期日(4/24)下午 3:30pm 召集所有成員在旅館的會議室開會，由各領域主評估員報告並逐一討論所擬訂的待改進事項(AFI)，各領域報告先就受評電廠所發現的事實存在差距(GAP)，再就評估員目前的見解，說明廠方是否看到這個差距(GAP)?廠方是否瞭解這個差距(GAP)?廠方是否有計畫改善解決這個差距(GAP)?廠方可能的原因(機率 80%)是什麼?或者也可能是什麼原因(20%)?各領域主評估員提供以上的說明使其他領域評估員瞭解，並就此項擬訂的待改進事項和所有觀察成果，以腦力激盪和討論的方式試圖找出這些觀察內容與領導效能(LE)和團隊效能(TE) 2 屬性之間的關聯，以及最有可能沒有滿足 INPO 出版的 INPO 15-005 文件之準則的事項。

INPO 出版的 INPO 15-005 文件”領導效能與團隊效能屬性”之準則如下：

A. 領導效能屬性

- LE 1.促進達成卓越的和清楚的願景與策略。
- LE 2.實踐一個堅強的領導與管理發展策略。
- LE 3.孕育一個學習型的組織，不斷的改進。
- LE 4.發展一個朝向共同方向的，專心投入的工作團隊。
- LE 5.啟發、促進動機、與溝通。
- LE 6.建立和保持與電廠員工和利害關係者的信任。
- LE 7.在健康的當責環境方面提供有效的教導和回饋。
- LE 8.制定有效決策和適當的管理風險。
- LE 9.實現可持續發展的成果。

B. 團隊效能屬性

- TE 1.電廠團隊朝共同的目的、願景和目標定位對準。
- TE 2.電廠成員承諾致力於團隊的成功。
- TE 3.團隊的能力、角色和責任清楚明白。
- TE 4.電廠團隊創造互相信賴和尊重的正面氣氛。
- TE 5.團隊制定決策和解決衝突是有效率的。

除此之外，所有評估團成員皆須填報一份評估受評電廠有關領導效能與團隊效能方面的摘要報告，就受評電廠之領導效能與團隊效能 2 個屬性評分與印象排序，藉由全體評估團隊集體討論和印象評估結果，找出受評電廠有關領導效能與團隊效能 2 方面，值得聚焦或有差距(GAP)的屬性，由副領隊帶領的組織效能領域評估小組在接下來的第二週工作日持續觀察訪問，視問題深度發展成為本次評估團隊在組織效能領域的產品，本日會議於 6:30 結束為時 3 小時。

隔天星期一(4/25)更早到電廠參加 6:30am 晨會，主辦電廠每日晨會約有 20 位經理以上主管參加，會中報告與討論電廠當日各項重要工作和跨部門配合事項，以及重大工作預定排程和進度追蹤，當然在會議中有核能安全特質方面，與核安、輻安與工安相關的強調，該日晨會於 25 分鐘後結束。

本週一至周四(4/25~4/28)筆者所參加設備可靠度(ER)評估領域續與工程部門經理說明待改進事項(AFI)報告之事實陳述、討論可能的成因以及預演後續之發展。本評估領域主評估員在討論會議中，以使用的 INPO 的行為績效模型，向電廠的配對人員和相關經理說明開立此改進事項(AFI)報告的緣由與期待邁向卓越的用心，本評估領域所提出”ER-3 設備的生命週期管理”的待改進事項(AFI)，是基於受評電廠沒有在主要設備的更換或翻新、主要維護活動和設計變更，制定和實施長期計畫以處理當前設備的可靠度問題的事實，以及未來可能出現的設備問題的顧慮，幾經數次與電廠的配對人員和相關經理的澄清說明會議，確立敲定撰寫評估報告內容並送交評估團隊。

此外，因筆者對美國核電廠設置系統工程師(System Engineers)部門對其組織功能、職掌和負責業務感到興趣，特別要求本評估領域主評估員和電廠的配對人員同意安排訪談機會，於本周二起每天約 2 個小時的時間，與系統工程部門 Aaron LaGrange 在辦公桌旁閱讀系統工程程序書和相關資料，並接受一對一的指導與解說 Duane Arnold 電廠工程部門的業務分工和執行情形。

本周四(4/28) 評估團隊會議(Team meeting)午餐會報的重頭戲為預演隔天早上的離廠會議，由領隊和各組成員依序報告此次評估的成果，會議議程、講稿及時間掌控相當正式而嚴謹，全體評估成員以圍成方形桌次依序報告並聽取別組評估的成果，已像是正式的離廠會議但是受評電廠的管理階層並沒

有參加。下午受評電廠的副廠長(SVP) Thomas A. Vehec 先生邀請來自國外參與此次同業評估的 3 位國際評估員至其辦公室座談約 2 小時，首先主人表達感謝我們為此次同業評估活動注入國外觀點的貢獻，並瞭解我們的背景和各國核能發展的概況後，向我們表示核能發電產業面臨其他發電方式競爭，除堅守核能安全優先之外，經營上已不像 8~9 年以前有低成本的優勢，如何降低發電成本已越趨重要。來自德國的輻防評估員 Ms. Hallfarth 建議未來可向德國已除役或即將除役的電廠購買二手儀器設備以降低費用；筆者和來自斯洛伐克的運轉評估員 Mr. Bojkovsky 分別就受評電廠的工程和運轉部門人力提出見解，建議工程設計採外包方式來減少正式職缺未被採納，因為依照受評電廠的經驗工程設計案外包反而延誤工期且增加整體成本；至於整併運轉值班職缺以節省用人費用這一點則表示可以研究。受評電廠各方面經營績效在全美排名為前段班的績優電廠，尚且面臨降低成本壓力，可見得核電廠近年來在國際能源價格大幅下滑、核能機組老化和延役運轉投資、以及因應福島事故後強化支出等挑戰下，已不復以往具有超低成本的優勢。

最後於週五(4/29)早上舉行離廠會議，由受評電廠所有相關部門經理陪同各評估領域組，依序進入獨立會議室向受評電廠的副廠長(SVP)、來自核電廠機組群(Nuclear Fleet)管理高層和業界顧問 (Industry advisor) 以及評估團正副領隊等人報告負責評估領域的待改進事項 (AFIs, Area for Improvements)、績效缺失 (PDs, Performance Deficiencies)、優良典範(Strengths)或作業優點(BP, Beneficial practices)等方面成果，由於各部門間僅參加其相關的領域之閉門會議，各部門間並不知道彼此的評估結果。離廠會議各分組安排時間約 15 分鐘，由該領域各評估員分工報告評估結果，由於前一日已舉行過預演，評估員報告駕輕就熟過程順利，筆者因為來自國外特別被安排發表一段約 2 分鐘的心得感言，對受評電廠系統工程部門各項作業優點表示驚豔並願將所見所學帶回國內提出建議。

國際同業評估員於離廠報告後啟程返國，不參加隔週於亞特蘭大 INPO 中心之會議室舉辦之後續正式報告編寫與定案會議，會後各領域主評估員除須完成所負責領域正式報告，另須給予受評電廠該領域之績效評定，交予副領隊彙整正式報告然後送交受評電廠總公司。數週後評估團正副領隊將赴佛

羅里達電力照明集團(FPL Group)，與該集團組織之核能層峰會議報告整體評估結果，整個同業評估過程循環接下來還要進行期中評估和發行期中報告，以及發行到期時的最終評估報告。

肆、心得感想

- 一、 此次參加同業評估為設備可靠度(ER)領域，主評估員是從加拿大Ontario電力公司外派INPO的評估人員Kristy Mohan，她經過美國INPO 電廠評估嚴格的訓練合格、具有6次以上豐富的設備可靠度(ER)領域同業評估經驗，對同業評估工作流程與WANO「績效目標與準則」(PO&C)條文嫻熟、邏輯思維縝密周嚴、事前的準備充分認真，特重時間管理，敬業且極具熱忱；私下平易近人、幽默風趣，樂於助人，與評估團隊其他分組合作互助關係良好；進行受評電廠作業觀察與訪談時，善於應用語言與肢體表達，溝通技巧圓融，增進獲取觀察資料和第一手的資訊，在她身上我學習到許多同業評估的寶貴經驗。
- 二、 在美國核能發電廠設備可靠度由系統工程部門負責，在Duane Arnold電廠每一位系統工程師約負責8~10個系統，依重要程度分類為：緊要1等、緊要2等和非緊要系統。系統工程師的核心職責為增進並保持核能安全、設備可靠度與緊要設備和系統的績效表現。參加過此次WANO同業評估後，依我對美國核電廠系統工程師角色的概括性認知，簡單的依國內核電廠的組織分工業務來說如下：
(1)監視系統設備運轉---更勝值班部門；(2)專精系統設備可靠---知識凌駕維護部門；(3)管理系統設備老化---永保健康長青，績效優良。受評電廠的系統工程師專司下列業務：撰寫系統健康報告、管理系統層級的更細部參數趨勢(trend)、監視績效的前導指標、分析單一故障弱點、和分析設備老化管理等等；對系統健康報告，緊要1等系統每3個月報告一次，緊要2等系統每半年報告一次。
- 三、 國內核電廠沒有像美國核電廠設有系統工程師職位，負責系統層級之可靠度，對於維持系統可靠度的哲學為”因系統由設備所組成，若設備具有高可靠度，系統即可具有高可靠度”；維持設備可靠度屬於維護部門的責任，通常設備的可靠度視其複雜的程度關係到機械、儀控和電氣組等3個部門或其中1~2個部門職責，維護工程師採取職系專長的分工方式，各別對所轄設備負有專長職務的責任；除此之外，另須肩負維護和改善的相關採購及發包作業和現場檢驗等業務，任務較為繁雜。
- 四、 受評電廠工程部人員除設置系統工程部門外，還有設置設備方案工程部門，後者負責監視大修範圍執行的設備(大量或重要的)方案，例如大型馬達可靠性、

電纜老化更新、電氣斷路器和開關箱方案、電動閥及其推力驗證方案、管路薄化監視和換管方案、儀錶組件更新校正方案、反應爐內部組件檢查(IVVI)方案、沸水式反應器壓力槽及內部組件(BWRVIP)方案、持照更新老化管理方案等等；系統工程師與設備方案工程師就像是織布者所使用的經線與緯線，有規劃的縱橫交錯成為一張緻密的布，從系統和設備可靠度的角度守護機組的健康運轉。

- 五、 除上述之外，受評電廠的工程部還有一支快速反應團隊(ERRT)，此部門編制具豐富經驗的系統工程師，負責第一時間對電廠的緊急事件做反應並且提供維護部門設計技術支援，例如較複雜的trouble-shooting、設備搶修、系統設備情況可運轉性(Operability)評估及DCR施工等之工程技術事項，並且支援每週排定或緊急工作的相關臨時設計變更，使得系統工程師與設備方案工程師可以專注於系統和設備的可靠度方案，確保電廠健康持續運轉。受評電廠ERRT這方面的業務在國內核電廠多屬維護和改善部門所負責；國內核電廠工程師擔任的職務係以所轄設備範圍和職系專長分工，例如：機械、電氣、儀控、土木...，對設備可靠度的責任分工較為細專，處理緊急事件傾團隊菁英技術以系統討論會方式支援負責部門，群策群力共謀解決方法，歷年來績效表現亦不遜色。
- 六、 受評電廠的工程部用人之最是工程設計部門，負責電廠的構型管理、運轉餘裕管理方案(Margin Management Program)、和廠級的設計管控(機組群級的設計管控另設有中央設計授權與程序)，自行設計電廠級的改善專案，包含機電工程設計、老化更新採購專案、部分後福島事故改善設計工程等等。令筆者印象深刻的是受評電廠正在進行的後福島事故改善”可靠的圍阻體硬式排氣管” 安裝工程，係由該廠工程設計部門自行設計和監造的，此一工程在受評電廠副廠長(SVP) Thomas A. Vehec先生與國際同業評估員座談會當中曾被引述作為精簡人力的例子；根據受評電廠副廠長表示，該廠過去曾經外包類似的管路設計案件給位於芝加哥的工程設計公司，但成效非常不好，原因是設計工程師駐廠時間短，設計期間赴現勘查的次數不多；完成的設計圖面雖經業主審查，但施工中仍碰到許多現場衝突問題，需要立即修改設計圖面以避免耽擱施工排程，對這種現場需求即時配合，工程設計公司要求額外的設計修改費用。總的來說所需人力、經費和工期，是比本身的工程部門自行設計和監造來的更多更長的。

上述案例執行時所碰到的問題，在我們核一廠的A46案也有類似的遭遇。因此，當業主將高專業和技術性工作外包的時候，合約如何規範要求並確保承包商當責(accountability)是非常的重要；此外，組織內某項專業和生產容能是否需要建立自主能力，攸關成本與時效需要審慎考量。

七、 於離廠會議當天，受評電廠Duane Arnold已連續無工安事故達611天，且機組已連續運轉達545天(更換燃料週期2年)，預計今年10月下旬大修，有望再打破697天連續運轉紀錄達到700天以上的目標。受評電廠整體表現在美國排名績效優良，其追求卓越的努力從同業評估團歷次的報告內容中可以看出些許端倪，此次依WANO之績效目標與準則(PO&C)所開出的構型管理CM評估領域沒有待改進事項 (AFIs)；僅有績效缺失 (PDs)，以下舉3個同業評估查證的例子，說明受評電廠的構型管理領域的水平。

- (1) 在受評電廠現場發現遮擋和引接冷凝水泵(CP)軸封漏水的防水噴濺遮水板及引流管沒有暫時設計變更(Temporary Modification)紀錄，CM評估員認定即使是電廠平衡BOP(Balance of Plant)設備，安裝任何非設備原有的配件必須申請設計變更，暫時性亦同。
- (2) 評估員在汽機廠房內發現一條網路線從防火屏障門縫穿出，經查為安裝監視攝機用纜線，沒有暫時設計變更(Temporary Modification)紀錄，CM評估員認定即使提出申請，設計部門亦不應允許任何物件穿越防火屏障門縫。
- (3) 評估員在汽機廠房內發現一組臨時安裝的除礦過濾淨水貨櫃車，貨櫃內部有使用液化丙烷燃料做水加熱，經查臨時設備單元之操作係依據已發行的程序書；進出管路的tie-in接口及隔離閥，有做永久設計變更；此外，貨櫃內部運入的丙烷數量和燃燒負荷(Fire Load)亦已納入該區域的”防火分析報告”設計文件中。

筆者感想：美國核電廠中對於構型管理CM的要求嚴格，不僅對核能安全系統的構型管理嚴格，同樣的要求亦擴大適用至電廠平衡BOP(Balance of Plant)設備，甚至在後者的暫時性設計變更的控管上同樣地加強力道。對於防火區隔內的燃燒負荷管理確實，即使暫時運入廠房內的燃燒物的管制，亦已納入防火分析報告之設計評估內。

八、 本評估團隊出發赴愛荷華州Duane Arnold核電廠前，在亞特蘭大INPO中心有一

場與「世界核能發電協會-亞特蘭大中心」(WANO-AC)總監David F. Garchow先生的座談會，會中Mr. Garchow提到今後幾年核能界的重點工作在”降低成本；增強競爭力；整體核能產業鏈的總成本約需要降低30%，以維持以往相對的競爭力。”國際能源的價格近年來大幅下滑，核能在美國有更強勁的競爭對手-頁岩油氣，它是高水壓裂岩技術開採頁岩油的副產品，成本極其低廉且發電汙染遠遠小於燃煤和燃油發電，其產量會隨著頁岩油開採比例增加，在此強大的潛在競爭之下，美國核能界唯有大幅降低成本，才可能不被市場淘汰。雖然各國的國情不盡相同，但核能在降低成本方面都面臨挑戰，在台灣由於法規和政治環境的改變，每年的核能發電量正逐漸減少中，且由於後福島強化投資與後端處理費用依據IFRS國際會計準則IAS 37號「債務準備」提列增加，因而造成核能發電成本較以往高出許多，近年來每度電的成本已逼近燃煤發電；核能發電在台灣正漸漸走向能源選擇的十字路口，我們從業人員更應該重視成本意識，唯有提供更安全、穩定和可靠的低價電力，才能彰顯核能發電的重要性，在各種發電能源選項中脫穎而出。

伍、建議

- 一、 參與同業評估期間可以大量查閱國外核能電廠報告資料，甚至要求提送程序書和文件供評估，並且可與許多來自各評估領域之國際核能專業人員面對面研討，是汲取國外核電廠寶貴經驗、典範和制度非常好的機會，建議鼓勵有潛力員工加強英語實力，優先派遣值得培養的年輕工程師參加同業評估的歷練，取得同業評估之主評估員資格，並有計畫培養同業評估團領隊(Team leader)人選。[心得感想一]
註:擔任同業評估團領隊至少需取得3門以上主評估員資格，其中1門評估領域必須是組織效能(OR)主評估員資格。
- 二、 本公司核能機組運轉機齡皆已超過30年，重要設備的老化問題宜及早因應，尤其是關鍵電氣和機械設備的老化。依我們的組織分工，維護部門負責維護策略、維護保養作業、肇因分析、故障解決、設備可靠度監視、甚至設備老化管理等業務，因各項權責環環相扣且相生相成，較易產生球員兼裁判的偏失，尤其從維護的角度看待系統可靠度和劣化的問題見解難以長遠，建議將目前維護部門有關係統之健康趨勢和長青管理的權責分出，改由專職的系統工程人員規劃負責。[心得感想二~三]
- 三、 美國核能電廠工程部門的組織分工先進且權責分明，值得本公司核能電廠參考學習；其中設有系統工程師部門，專司確保系統設備的可靠度，以保持運轉高績效。建議向世界核能發電協會申請技術支援任務(TSM)協助安排國外專家到電廠指導工程和維護部門的組織分工規劃，特別是提升系統設備可靠度相關作法和制度的推行。[心得感想二~六]