

公務出國報告（出國類別：研習）

赴日本研習核能電廠稽察管制技術

服務機關：行政院原子能委員會

姓名職稱：張經妙 技士

派赴國家：日本

出國期間：104年7月26日至104年7月31日

報告日期：104年10月5日

摘 要

近年日本保全協會及核能安全協會十分積極參與核能工業系統維護作業技術發展，與核能電廠安全技術評估，遂安排前往上述兩單位研習。本次研習涵蓋日本核能電廠埋管檢查資訊、核電廠系統維護檢驗於福島事故前後的差異、非破壞檢測人員檢定制度的、維護資料庫發展現況，及日本核能電廠福島事故經驗教訓與因應改善措施等。研習過程及資料顯示，建立檢測標準及相關認證制度、執行核能電廠安全評估及加強安全文化等，可助於提升核能電廠維護作業及安全管制。

另基於日本對地震及海嘯防波堤有較多研究與實務經驗，且日本管制機關於 2013 年 7 月發布新的核能安全基準以來，直至今(2015)年始有位於日本鹿兒島九州電力公司川內核電廠 1、2 號機組、四國伊方核電廠，及關西高浜核電廠 3、4 號機組通過安全審查案，遂本次研習活動同時安排至日本中央電力研究所觀摩地震及海嘯模擬實驗，以及至關西電力公司高浜核電廠見習日本福島事故後強化措施執行現況。經研習交流後，發現大多數日本核能電廠雖然目前尚未重啟，但仍十分積極依要求執行改善案，尤其在地震、海嘯及嚴重核事故應對策略方面，確實針對日本核能電廠弱點進行強化，可增進我方對日本核安管制作法之了解，並提供我國核能管制之參考。

目 次

摘要	ii
一、目的	1
二、過程	2
三、心得與建議	10
四、附件	11

一、目的

近年日本保全協會及日本核能安全協會十分積極參與核能工業維護作業技術發展，與核能電廠安全技術評估，遂前往上述兩單位進行研習，本次研習涵蓋日本核能電廠埋管檢查資訊、核電廠系統維護檢驗於福島事故前後的差異、非破壞檢測人員檢定制度的維護資料庫發展現況，及日本核能電廠福島事故經驗教訓與改善因應措施等。

另基於日本對地震及海嘯防波堤有較多研究與實務經驗，且自日本管制機關於 2013 年 7 月發布新的核能安全基準以來，直至今(2015)年始有位於日本鹿兒島九州電力公司川內核電廠 1、2 號機組、四國伊方核電廠，及關西高浜核電廠 3、4 號機組通過安全審查案，遂安排分別至日本中央電力研究所觀摩地震及海嘯模擬實驗，以及赴關西電力公司高浜核電廠見習日本福島事故後強化措施執行現況，以增進對日本核安管制作法之了解，並提供我國核能管制之參考。

二、過程

本次研習自 104 年 7 月 26 日起至 104 年 7 月 31 日止，共計 6 天，行程如下：

月/日(星期)	工作內容重點
7/26(日)	台北－東京（去程）
7/27(一)	日本保全協會(JSM)/日本核能安全協會(JANSI)
7/28(二)	電力中央研究所(CRIEPI)
7/29(三)	東京－京都(路程)
7/30(四)	高浜電廠
7/31(五)	京都－關西機場－台北－（回程）

(一) 日本保全協會(JSM)

日本保全協會(Japan Society of Maintenology, JSM) 成立於 2003 年 10 月日本東京上野，該組織成立宗旨係為提升核能相關工業之維護技術及效能，但近年來在非核能領域亦有逐漸參與發展的趨勢。該組織主要以召開研討會、國際論壇、演講、發表期刊及參與研究等方式運作。而本次至 JSM 研習主要針對日本核能電廠埋管檢查資訊、核電廠系統維護檢驗於福島事故前後的差異、非破壞檢測人員檢定制度，及維護資料庫發展現況等。研習當日(2015 年 7 月 27 日)由日本保全協會山口先生、岡本先生、島田小姐等人接待並進行資訊交流，簡述如下：

過去核能電廠部分安全系統的油管、冷卻系統及消防水管為地下埋管，因此地下埋管需要特別檢查，才能早期發現劣化或破損的情形，避免系統或設備臨時不可用，但由於近年發生多次大地震，不少核能電廠地下埋管因此斷裂，故日本核能電廠目前已將大多系統設備埋管明管化，不再針對核能電廠地下埋管進行開發檢測技術，至於其他工業界如：輸油業則發展使用導波進行非破壞檢測。另在福島事故後亦無針對核電廠系統維護檢驗有特別要求，但申請延役的核能電廠則必須執行特別的檢驗，以確認設備組件在中子照射後之脆化、疲勞、應力腐蝕裂化(Stress Corrosion Cracks, SCC)等情形，相關檢查包含(1)反應器壓力容器、蒸汽乾燥器及汽水分離器等材料及焊接處之超音波檢測(UT)；(2)噴嘴液滲檢測(PT)或磁粒檢測(MT)；(3)反應器控制棒驅動機構目視檢查(VT-1)；(4)反應器固定螺栓超音波檢測(UT)；(5)一次圍阻體混凝土，及反應器周圍鋼版(如：反應器屏蔽牆、內部混凝土、基礎底板、內壁及地板)目視檢查(VT-4)；(6)安全相關設備支撐結構之混凝土強度檢查等。

在非破壞檢測人員檢定制度方面，日本過去並未正式建立相關認證授權機制，然而近年來藉由橫波尖端繞射尺度(shear wave tip diffraction technique)超音波檢查核能系統一次側低碳鋼管路微小的應力腐蝕裂痕，發現有些應力腐蝕裂痕深入金屬焊接處，以該技術測量樣品仍會有低估瑕疵大小的可能性(此可能原因係為具有高導性、低降伏應力及相對高抗拉強度的焊接金屬樹狀結構(dendritic structure of the austenitic weld metal)弱化橫波強度所造成的)，因此建立應力腐蝕裂痕(SCC)深度測量技術及超音波檢測(UT)認證系統是必要的。對此日本中央電力研究所於 2005 年 11 月成立PD(Performance Demonstration)檢測中心，並取得日本非破壞檢測協會(Japanese Society for Non-destructive Inspection, JSNDI) 授權，成為合格的PD執照認證機構。PD訓練中心則另由日本能源工程與檢查公司(Japanese Power Engineering and Inspection Corporation)及電子科學機構(Electron Science Institute, ESI)聯合辦理。至於日本PD檢測標準的訂定，主要由JSNDI彙集日本工業界相關資訊制定而成，例

如：日本PD檢測項目除參考ASME SEC.11 規範，要求每 10 個瑕疵樣品測量值的誤差平方根須小於 3.2mm，亦要求每個瑕疵樣本測量值不可低於實際值 4.4mm。據日本 2005~2014 年PD檢驗員實作統計資料，顯示檢定合格者較能精確測量出材料中的小瑕疵尺寸，對檢測出小尺寸的IGSCC很有幫助。

最後針對維護資料庫發展方面，JSM簡要說明目前國際發展趨勢及使用該資料庫的情形，例如：日本中國電力公司所研發的PMDS系統，係利用大量資料分析方法，對電廠運轉參數資料變化量做比對分析，並依據分析結果判斷電廠系統設備之運轉狀態，且可彙集感測器重要數據的趨勢變化，並利用統計偏差值發現系統或設備異常的現象，達到早期診斷及快速修復的目的，目前該系統已用於日本島根 2 及 3 號機組。而美國INSTEP及GE公司亦分別開發出PRiSM及Smart Signal系統，並利用大數據監測管理航空業及火力發電廠等。JSM認為維護資料庫是有效監管核能電廠設備的好工具。

(二) 日本核能安全協會(JANSI)

自 2011 年福島核電廠事故重挫大眾對核能的信任後，日本核能工業界有了一致的共識——「改革，類福島事故不應該再發生」，因此於 2012 年成立日本核能安全協會(Japan Nuclear Safety Institute, JANSI)，以獨立提供核能電廠安全技術評估及運轉員操作策略等。在安全強化策略方面，JANSI 持續收集並分析日本國內外有關核電廠運轉策略，以提供運轉員相關協助，另特別加強火災防護策略，建置安全評估制度及風險評估管理系統。在實務支援電廠方面，JANSI 將定期執行同行審查(peer review)，確認核電廠運轉條件，亦會定期針對特定主題進行審查並提供相關建議。而基礎工作方面，則協助提供電廠相關技術規範，並分析電廠運轉相關資訊，加強業者間技術資訊交流，及人才培育等。

JANSI 位於日本東京田町，組織架構主要依事務性質分處，分成一般事務處、核能安全處、機組評估處、機組支援處、運轉經驗處、技術支援處、人力資源處等 7 個單位，各事務處所提出之意見另由活動管理及評估處彙整後提出建議案，再經由 JANSI 組織代表裁示後，提交並建議核能電廠電力事業群會議採行。本次為了解 JANSI 實際運作情形，及日本福島事故後相關改善強化措施之規劃實施準則，遂於 7 月 27 日至 JANSI 進行研習交流。本次由 JANSI 活動管理處處長、副處長及核能安全處處長，與一般事務處夏井小姐接待並進行研習交流。本次研習除 JANSI 提供日本於福島核災前後之管制差異及後續改善方向與項目外，並就我國核電廠壓力測試及同行審查項目與結果進行雙方研習交流，簡述如下：

在日本福島事故之前，日本認為只要透過核子反應器之深度防禦(Defense in Depth)策略，反應器爐心毀損的嚴重核事故是不可能發生在日本核能電廠的，因此嚴重核災處理程

序對於日本核能業者是自發性策略，而非強制性管制項目，故一旦海嘯造成喪失廠區交流電源，日本核電廠就無法有效減緩核事故。繼福島事故後，為提升日本核能機組安全，JANSI 主要依據 IAEA SRS-46 核能機組深度防禦評估安全報告，做為檢驗機組安全深度防禦屏障的有效工具，同時研究並參訪國際核能機組，以作為改善提升日本處理嚴重事故的策略。JANSI 藉由參訪德國、英國、法國等核電廠，主要發現四點：(1)歐洲核能工業除遵守並完成管制機關的要求外，同時為了提高核能電廠安全性，自發性額外安裝設備或增加系統的多重性，以改善核電廠機組的弱點。例如：設置自動硼液注入系統(Automatic SLC)、馬達驅動的蒸氣釋壓閥、雙層防撞圍阻體、氣冷式餘熱移除系統(RHR)、圍阻體排氣過濾系統 (Containment Filtration Venting)、下乾井注水閥、被動式氫氣再結合器(Passive Autocatalytic Recombiner, 簡稱 PAR)等；(2)對於核電廠事故的安全系統設計部分，歐洲國家則要求必須能自動引動，以避免人為誤判或誤操作；(3)另針對恐怖分子攻擊或內部人員惡意操作的部分，歐洲國家多有危機意識，是日本需要多加注意的；(4)歐洲大陸罕見有大規模的地震，因此在地震設計準則方面是較日本寬鬆。

JANSI 並提供福島核電廠事故所學到的相關資訊，認為該事故會發生主要有三個原因：(1) 超過設計基準的假設不足；(2) 對喪失廠內交流電源的應變策略不足，導致未能使高壓冷卻系統、釋壓系統、低壓注水系統等移除系統發揮功能；(3)沒有嚴重事故之因應對策，減緩爐心毀損、避免圍阻體圍阻體失效、氫氣爆炸及大量的放射性物質擴散等。針對上述三點日本分別提出的解決方案是：(1)強化深度防禦觀念，將外部事件造成多個設備/系統功能喪失的情境納入考量(考慮救援設備的存放位置及共因失效、參考 US NUREG 及 IAEA Safety Guide 將多種天然災害及人為事件納入分析、強化防內部淹水及火災安全策略、利用 PRA (Probabilistic Risk Assessment) 預測安全策略的有效性)；(2)建立事故後救援策略時序；(3)要求 PCV 設計須可減緩當爐心毀損的影響，並抑制放射性物質擴散。以下列舉了一些日本實務改善措施案例：加裝防水門及牆、加強室外桶槽的厚度(抵抗拒風)、開關防火帶避免大火蔓延、加強結構耐震度、加強安全相關設備房間穿越處防水處理(管路/纜線托架/通風道/設備維修蓋板)、加裝洩水抽水應變廠房內部淹水、使用防火材質的纜線、嚴格管理易燃物、加強重要纜線及管路須具有防火三小時能力(電纜增加覆蓋耐火阻燃層)、強化高壓注水功能(增添替代高壓注水設備，避免 RCIC 故障)、後備釋壓閥驅動系統(以電池電力或氣源驅動)、增加救援水源(如山上水池)、加強於熱移除功能(增添移動式替代熱加換系統及沉水泵)、提高直流電池容量、增加快速電源(設置氣渦輪發電機、移動式柴油機)、加裝壓力容器邊界冷卻系統(PCV Top Head Flange Cooling)、增設汙染水處理系統、氧結合器及圍阻體排氣過濾系統等等。上述尚不含中長期須完成的固定式設備或改

善措施。

(三) 電力中央研究所

日本電力中央研究所(Central Research Institute of Electric Power Industry, CRIEPI)成立於1951年，為非營利事業—財團法人組織，主要致力於能源及環境相關研究及問題解決的研究單位，目前電力中央研究所約有800名員工，其中600人為研究人員，且百分之六十具有博士學位。該組織有九個研究所，分別位於大手町地區：原子力風險研究所及社會經濟研究所；狛江地區：系統工程研究所及原子力技術研究所；我孫子地區：地球工學研究所及環境科學研究所；橫須賀地區：能源工程研究所、電力技術研究所及材料研究所等，且針對原子力發電、火力發電、水力發電、再生能源、電力系統、環境化學、顧客服務及事業經營策略等8個方面進行研究規劃。

本次偕同我國財團法人核能資訊中心代表團前往電力中央研究所—地球工學研究所，並由所長金谷先生等人接待，除說明該所目前研究項目，包含：低放及高放射性廢料處理、電力設施天然災害減緩技術、電力設備老化管理(含斷層調查、電力設施耐震性評估、氣象颱風路徑預估，及海岸電力設施防波堤影響測量與評估)、電盤設備火災防護、風險評估研究及嚴重事故策略等，並安排研究員陪同至現場解說大型造波水路、共振振動台、混合動態力學測試系統，及海嘯氾濫流水路模擬實驗。

首先由吉井主任研究員解說大型造波水路設施，其水路設施全長205m，寬3.4m，深度為6.0m，造波週期為3~20sec，最大波峰可達2.0m，可模擬實際海嘯波浪百分之一至百分之二的模型，本設備可用於了解海浪侵蝕沙岸及沉積作用、各式海浪造成的自然地貌景觀、消波塊研發及防波堤的設計驗證。另外在觀看模擬海浪衝擊沙岸的實驗影片時，吉井主任研究員提及，藉由調查沿岸沙土的高度、堆積情形及地質層，有時甚至可預估過去當地的古海嘯高度。

接著由酒井主任研究員介紹共振振動台裝置，並說明利用加振器連結大型振動台及共振振動台，可產生彈簧質量系統共振現象，產生增幅振動加速度的現象，達到過去所不能模擬的高加速度情形。該裝置設計可載重10噸，產生10Hz共振頻率，並可模擬最大20g的振動實驗(以往僅能達10g)。隨後酒井主任研究員解說混合動態力學測試系統，該系統係利用數值分析、振動台及加振器的混合動力裝置，模擬地盤上結構物實體振動破壞實驗，以進行耐震餘裕評估與驗證。通常大型振動台需要大量的費用，因此日本發展混動式力學試驗，除可降低成本外，亦能重現大地震時結構物的變形或破壞過程。該系統是由液壓振動台、加振器、反力裝置、控制和觀察視窗單元組成，液壓振動台尺寸為5m×5m，載重60噸，最大位移為±500mm(50cm)，可觀察到最大速度為1.5公尺/秒的地震波，振動軸向為

水平一軸，最大加速度±1.0g。加振器最大裝載容量為 10~100 噸，可以進行加載測試及混合測試和大型樣本。反力裝置則為鋼筋混凝土反力牆，此實驗裝置藉由電腦操作命令加振器動作，除可評估核能電廠各類電力設施耐震性，同時可擴大到道路，橋樑，隧道等耐震評估，提升結構物抗震和防災結構。

最後由木原主任研究員現場說明並請相關測試人員模擬海嘯氾濫流水路實驗，該實驗係模擬東日本地震時產生海嘯的情形(東京電力福島第 1 核電廠遭受到高度約 5~6 米的陸上海嘯，此裝置以三分之一的比例再現當時狀況)，可模擬高 2m、最大水流速度為 7m/sec 的海嘯，以驗證並評估核能電廠等電力設備的耐久性。此實驗流路上游有一容量為 650 噸的水塔，以油壓控制水塔出口閥門，模擬巨大海嘯來襲。測試水路全長 20 米，寬 4 米，高 2.5 米，在最下游有一地下水槽，用來回收測試水。該實驗裝置亦可用於海嘯來襲波浪衝擊漂流物受力試驗、海嘯破壞防波堤的安全性評估試驗，及水密門或穿越孔等水密性驗證試驗等。

(四)高浜核電廠

關西電力公司是日本最大的能源公司之一，有水、火力及核能等各類型之發電廠，供電轄區包括整個大阪、京都、奈良、和歌山等地區，以及岐阜等部分區域。其中核能電廠有 3 座，分別為高浜電廠 (Takahama nuclear power plant) 裝置 4 部壓水式機組；美濱電廠 (Mihama nuclear power plant) 裝置 3 部壓水式機組；以及大飯電廠 (Ohi nuclear power plant) 裝置 4 部壓水式機組，共計 11 部 PWR 機組。自 2011 年 3 月 11 日東日本大地震引發海嘯造成福島第一核電廠之嚴重核子事故後，日本全部核能機組均停機，並須依據日本管制機關原子力規制委員會(NRA)新管制基準進行強化改善，待通過 NRA 安全審查及所在地地方同意後才能恢復運轉影響，直至今(2015)年 8 月全日本僅鹿兒島九州電力公司川內核電廠 1、2 號機組、四國伊方核電廠，及關西高浜核電廠 3、4 號機組通過安全審查案，故此次特別請 NRA 協助安排至關西高浜核電廠觀摩見習，實地了解通過日本 NRA 新基準審查之核電廠，其所完成之福島事故相關改善強化措(設)施。高浜核電廠 4 部機組位於日本福井縣若峽海灣，1、2 號機分別於 1974 月及 1975 年 11 月商轉(裝置容量均為 826 MW)，3、4 號機則分別於 1985 年 1 月及 6 月商轉(裝置容量均為 870 MW)。目前 3、4 號機已通過 NRA 新安全基準之電廠強化措施安全審查，後續只要再審查通過施工計畫，及運轉安全計畫(含技術規範、緊急應變計畫等)審查，並獲得核電廠所在地福井縣和高浜市地方政府之同意後，即可重啟恢復運轉；至於 1、2 號機則預定提出延長運轉執照年限(60 年)之申請。

7 月 30 日透過 NRA 資深專家 Yoshio Yamamoto 及 Go Kobayashi 先生協助與陪同前往關西電力公司高浜電廠，入廠後由該廠廠長 Shigeki Otsuka、副廠長 Hayato Takabatake、工程

技術部組長 Junya Tanigawa、維護保養規畫部組長 Shunichi Gomi 及保物組組長 Shinya Kato 等先生接待。首先廠長除簡要介紹高浜電廠地理位置、機組建廠歷史、裝置容量及機組重啟安全審查進度等現況外，並簡報說明高浜電廠目前依據新管制基準所進行的安全強化措施。相關摘要如下：

- 1、舊有的日本核能電廠安全基準並未考慮爐心熔毀的情形，且僅假設單一故障事件，因此 2013 年 7 月日本頒布新的安全基準，要求建立嚴重核子事故相關處理操作及恐怖攻擊應對方法，例如：新增抑制輻射物質擴散、飛機衝撞處理、圍阻體龜裂、避免爐心熔毀等策略，並須考量多重故障事件同時發生的情境。
- 2、在強化地質活動設計基準及防範海嘯方面：高浜電廠依據舊有文獻與新地質調查結果，將 2 處(Western Tottori Eathquake in 2000 及 Southern Rumoi Shicho Eathquake in 2004) 未能明確定出震源的地殼活動納入設計基準，且震源深度由 4 公里變更為 3 公里，最大基準震動值 (Ss) 由 0.55g 提昇至 0.7g。並依新設計基準重新評估管路及支撐結構，進行必要的補強(3、4 號機共約進行 830 處)，此外亦檢討廠房周圍的地勢坡度，移除部分土方(挖了 10 萬立方米土石)，以防範土石崩塌狀況。另由於評估結果發現高浜電廠海嘯可能上溯高度為 6.2m(進水口側)~6.5m(出水口側)，因此在進水渠道處設置高程 8.5m 防海嘯閘門，出水口側則設置高程為 8m 的海嘯牆。
- 3、在火災及龍捲風防護強化方面：在廠房內安裝火災偵測器、噴灑頭與耐震消防水槽，並於設備房間內設置必要之防火牆，另為防範電廠周圍森林大火危及廠區設備，故砍伐一寬 18m 之防火帶阻隔火勢蔓延。另依據北海及關東地區 1971~2012 年間氣象資料，訂定防範 100m/sec 強風之標準，以金屬網及鋼版結構物罩住原露天海水泵相關設備，機組重要室外移動式設備亦以繩索捆綁固定於定點(諸如柴油車及消防泵)，以強化室外設備抵抗龍捲風與其飛濺物之撞擊。
- 4、在電源及冷卻水系統多樣性及重複性強化方面：增加直流電源容量，提供機組安全必要負載具 24 小時電力容量。每部機除原備有 2 台固定式柴油發電機外，另配置 2 部移動式氣冷式緊急柴油發電機，及電源車(power supply car)。冷卻水系統方面則每部機增設 1 台固定式中壓泵，做為輔助飼水泵的後備支援；在圍阻體噴灑泵系統方面，每部機增設 1 套固定式注水泵做為後備，另配置 1 部移動式注水泵，提供海水緊急冷卻圍阻體；並購置大型移動式抽水泵及消防泵，透過餘熱移除相關管路提供海水緊急冷卻反應爐爐心，或提供海水至冷卻系統水源儲存槽。
- 5、防範廠房內部氫爆及洪水方面：在圍阻體內安裝被動式氫氧結合器，另安裝 13 只燃燒器，快速燃燒爐心受損事故產生的氫氣。廠房出入口及重要設備房間對外通道改為水

密門裝置，並設有警報及廣播器警示該水密門已被開啟。另固定式柴油發電機排氣管，亦因應防洪措施，改裝在較高樓層。

- 6、緊急事故因應能力方面：廠內須保持非預期嚴重事故最小應變人力 70 人(含 24 名運轉員)，另配置 48 人於 6 小時內待命，此外約有 700 名包商及製造廠商等人員可提供事故相關支援行動，且須定期進行電廠、地方政府及中央政府三方演習。另計畫增建一設計基準為 0.7g 的免震建物，其建物亦須能抵抗約 10cm 火山灰及大雪的緊急應變指揮場所。

日方簡報完畢後則由副廠長等人陪同觀摩相關已設置完成之各項強化設施，包含高浜電廠進水渠道高程 8.5m 的防海嘯閘門、出水口側 8m 的海嘯牆、移動式緊急救援設備(氣冷式緊急柴油、圍阻體注水消防泵台)、海水泵防龍捲風之強化金屬罩結構、廠區海嘯堤防、森林防火帶、水密門及主控制室等。同時實地演練新增設之氣冷式柴油發電機之起動測試作業。觀摩過程中，發現高浜電廠雖自 2011 年停機至今，但廠房門禁安全管理、工作人員士氣及工作秩序仍維持十分良好，且廠區多處仍積極進行福島事故須長期改善的工項(如：事故後放射性廢水處理系統，及免震建物等)，因此並沒有鬆懈怠慢的氣氛，僅微微提到增設的海嘯牆、堤防，及開闢森林防火帶破壞了原來美麗的工作環境景觀。

三、心得及建議

此次赴日本保全協會、核能安全協會、電力中央研究所，及日本關西電力公司高浜核電廠研習及觀摩等行程，心得與建議可歸納下列幾項：

- (一) 日本所建立的大數據資料庫係應用於核能電廠早期診斷與維護作業，其並不同於一般工商業，目前尚未顯示大量相關具體效益，須後續長期觀察才能確認。另藉由日本所提供的資訊，發現研究機構及核能業者積極合作建立檢測標準及相關認證制度，著實有利於核能工業維護及檢測技術的提升，值得推廣。
- (二) 日本核能界於 2011 年成立日本核能安全協會，主要為推行日本核能電廠安全技術評估之同行審查、協助提供電廠相關技術規範、分析電廠運轉相關資訊，及人才培育等，本次藉由研習交流活動，發現該組織十分積極收集國外核能電廠安全評估項目、減緩事故相關設計與運轉策略等，應可提升日本核能電廠運轉安全。惟 JANSI 非核能管制單位，所提出審查意見亦非強制性要求，因此日本核能事業體是否採行，須觀察後續 JANSI 定期同行審查(peer review)專案執行情形，建議未來仍應持續與該組織交流，除可獲得日本核電廠安全同行審查技術資訊，作為國內未來管制之參考外，亦可觀察日本核能界安全文化的改變。
- (三) 自日本福島事故之後，天然災害相關調查及防治工程議題越益重要，因此諸多工程在設計建造前應進行完善的測試，或提出相關災害應對策略，才能避免或減緩災害對人類的影響。而日本電力中央研究所對能源及災害防治工程研究廣泛且深入，建議日後仍可與之持續交流，以了解其他天然災害對電力設施的影響、防治措施，及電力設備老化管理等。
- (四) 日本福島事故之後，所有運轉及興建中之核能電廠均須重新申請核准才能運轉，截至今(2015)年 8 月全日本已有鹿兒島九州電力公司川內核電廠 1、2 號機組、四國伊方核電廠，及關西高浜核電廠 3、4 號機組通過安全審查案，且川內核電廠 1、2 號機組也已正式重啟運轉中，因此本次赴日核電廠觀摩研習時，發現即使日本核電廠重啟安全仍面臨地方居民的質疑，但因日本能源政策、新法規提升安全基準等因素，只要可符合相關基準並通過審查即有重啟的機會，因此日本核電廠更積極在執行中長期後續強化措施。

四、附件

- 1.日本保全協會(JSM)所提供「Current Status of Japanese Performance Demonstration in FY 2014」之簡報資料。
- 2.日本保全協會(JSM)所提供「實用發電用原子爐運轉期間延長認可申請運用操作手冊」之簡報資料。
- 3.日本核能安全協會(JANSI) 所提供「SA Countermeasures in Japan」之簡報資料。
- 4.關西電力公司高浜電廠「Current Status Measures and Efforts Towards Further Enhancement of Nuclear Safety - case of Takahama NPS」之簡報資料。

註：附件 1~4 因涉及簡報單位之智財權或檔案較大，故僅供內部參考，不上網公布。



照片一：2015 年赴核能安全協會研習交流



照片二：電力中央研究所觀摩海嘯氾濫流水路實驗裝置