

出國報告（出國類別：開會）

出席台日核能安全研討會、日華原子  
力懇談會

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：廖識鴻處長、張武侯副處長

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8月15日

# 摘要

為加強台日核能技術暨資訊之交流，中華核能學會由潘理事長欽領隊，率領原能會、台電公司、核能研究所、核能與新能源教育研究協進會、國立清華大學、中興工程顧問公司、益鼎顧問公司(核能級產業發展協會)及核能資訊中心等相關人員共 23 人，於 104 年 7 月 26~31 日，前往日本東京，參加第 30 屆台日核能安全研討會及日華原子力懇談會，並參訪日本電力中央研究所及高濱電廠。

本屆台日核能安全研討會，會議地點在東京 JAIF 大樓 3 樓舉行，由中華核能學會潘理事長欽及日本原子力產業協會高橋理事長明男共同主持。研討會中共發表了 5 篇論文；內容非常豐富、討論也非常熱烈。隔日台灣代表一行人在 JAIF 人員陪同下拜訪了位於東京近郊日本電力中央研究所並參觀其海嘯研究設施。

訪日的第四天代表團驅車前往京都參加「日華原子力懇談會」與關西地區的核能業界及學者進行座談，並於隔日參訪關西電力公司的高濱電廠。

## 目 次

### 壹、出國目的與行程

一、目的.....	1
二、過程說明.....	1
(一) 出席第 30 屆台日核能安全研討會.....	1
(二) 參訪日本電力中央研究所.....	10
(三) 關西(日華原子力)懇談會.....	12
(四) 參訪關西電力公司高濱核能電廠.....	15
三、心得與建議.....	16

### 貳、附錄

附件 1：台日核能安全研討會會議相關資料

附件 2：關西懇談會會議相關資料

附件 3：參訪高濱核電廠相關資料

## 壹、出國目的與行程

### 一、 出國目的

台日核能安全研討會係於 1985 年由亞太科技協進會(APCST)能源委員會與日本原子力產業會議(現已更名為日本原子力產業協會，JAIF)共同發起，每年舉辦一次，由台日雙方輪流主辦。此項會議乃台日雙方核能技術交流的重要活動，今年為第 30 屆，輪由日本原子力產業協會(JAIF)主辦，我方則由中華核能學會與原能會共同協辦，本次出國之目的為出席在東京舉行的「台日核能安全研討會」及在京都舉行的「日華原子力懇談會」，並分別參訪日本電力中央研究所及高濱電廠。

### 二、 過程說明

本次出國之行程如下表：

日期	起迄地點	任務說明
7/26	台北→東京	往程
7/27	東京	出席台日核能安全研討會
7/28	東京→我孫子→東京	參訪日本電力中央研究所
7/29	東京→京都	出席日華原子力懇談會
7/30	京都→高濱電廠→京都	參訪高濱電廠
7/30	京都→關西機場→台北	返程

上列主要任務分別說明如下：

#### (一) 出席台日核能安全研討會：

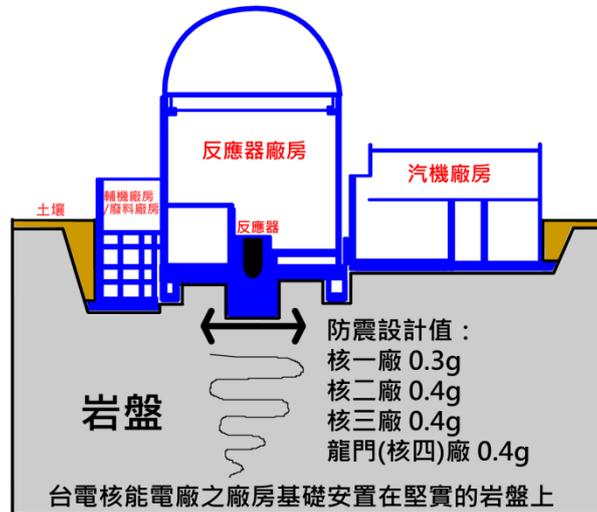
我國中華核能學會與日本原子力產業協會(Japan Atomic Industry Forum，簡稱 JAIF)每年輪流舉辦台日核能安全研討會，今年已進入第 30 年，輪由日本主辦，我國由中華核能學會潘理事長欽領隊，隊員除來自中華核能學會外，依例包括原子能委員會、核能研究所、核能與新能源教育研究協進會、國立清華大學、核能資訊中心、本公司(此次出席人員為核技處廖處長識鴻及核發處張武侯共 2 人)及國內與核能發電有關之顧問公司代表(此次參加公司為中興顧問公司及益鼎顧問公司)，一行共 23 人。

本屆台日核能安全研討會於 7 月 27 日 13 時於東京 JAIF 大樓 3 樓開幕，由中華核能學會潘理事長欽及日本原子力產業協會高橋理事長明男共同主持，議程如下：

時間	議程
13:00-13:10	報到
13:10-13:25	開幕致詞 (日) 日本原子力産業協会 高橋明男 理事長 (台) 中華核能學會 潘欽 理事長 (台) 行政院原子能委員會 蔡春鴻 主任委員
13:25-14:25 Plenary Session	13:25-13:55 (台) 台灣核電的挑戰與機會 中華核能學會 潘欽 理事長  13:55-14:25 (日) 日本核能發電現況 電氣事業連合会 原子力部 齊藤 慎二 部長
14:25-14:45	休息
14:45-17:45 Technical Session	14:45-15:45 (台) 核電廠附近之斷層調查與耐震改善措施 張武侯 台灣電力核能發電處 副處長  15:45-16:45 (台) 台灣核電廠控制室適居性 詹益光博士 核能研究所核工組  16:45-17:45 (日) 核能之自主性安全強化改善措施 山口彰 東京大学大学院 工学系研究科 教授
17:45-18:00	閉幕致詞 (日) 日本原子力産業協会 高橋明男 理事長 (台) 中華核能學會 謝牧謙 資深顧問

本屆研討會中台電公司由張武侯副處長代表簡報「核電廠附近之斷層調查與耐震改善措施」主要內容為：

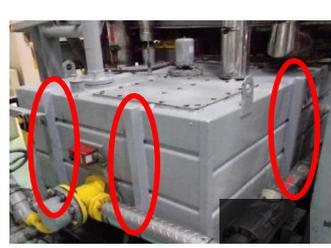
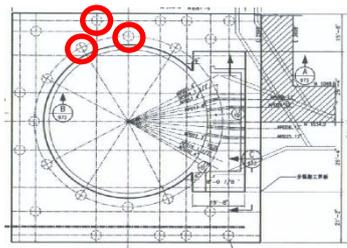
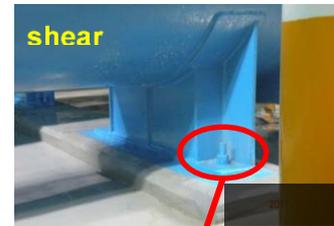
1. 選擇廠址及建廠期間並沒有發現有任何活動斷層，所以建廠的耐震設計基準為：金山: 0.3g、國聖: 0.4g、馬鞍山: 0.4g、龍門: 0.4g。



2. 中央地質調查所分別於 2007 及 2009 年發佈山腳斷層及恆春斷層為第二類活動斷層。所謂第一類活動斷層的定義是：過去 10,000 年內曾活動者；而在過去 100,000 年~10,000 年內曾活動者，為第二類活動斷層。
3. 本公司依新事證所作的地質調查過程、結果與補強措施，經補強後，所有運轉中核能電廠的兩串安全注水系統，其耐震能力均已高於新事證的耐震要求，無安全顧慮，簡報完整資料如附件一。

### Reinforcing Strategy: Tank

- Increase Foundation Anchorage / Add Additional Members



除張武侯副處長的簡報之外，我方簡報還包括核能學會潘理事長欽的「台灣核電的挑戰與機會」及核能研究所詹益光博士的「台灣核電廠控制室適居性」；日方的簡報包括「日本核能發電現況」及「核能之自主性安全強化改善措施」兩項主題，中日雙方致詞及簡報較重要者摘述如下：(詳如附件一)

#### 日本原子產業協會理事長高橋明男致詞

自 311 地震發生後，台灣對我國災區展現極大的友誼與支持，本人在此表示最高的謝忱。

據我所知，福島核電廠附近地區居民仍有 1 萬多人過著避難的生活；福島二廠附近的楢葉町地區已經解除避難命令，居民獲准返鄉，實在令人感到欣慰。

日本政府於 6 月提出的能源政策中，2030 年時的電力結構，核能將占 20-22%；根據原子力規制委員會(Nuclear Regulatory Agency, NRA)擬定的新安全基準，核電廠運轉壽命為 40 年，預計將有 5 座機組將屆齡除役、43 座機組停機中、24 座已提出重新啟動的申請。目前九州電力公司的川內電廠 1、2 號機已通過重啟審查，目前已裝填燃料，將於 8 月中旬正式發電。而關西電力公司的高濱電廠 3、4 號機、四國電力公司的伊方電廠 3 號機則進入最後審查階段。

#### 中華民國核能學會理事長潘欽致詞

近年來，大氣中的二氧化碳濃度超過 480 ppm，其所導致之溫室效應影響全球的氣候變遷越趨嚴重。是以，提高低碳能源之占比對於全球的永續發展至為重要。核能發電時不會排放二氧化碳，是阻止氣候變遷重要的能源選項，而核能安全則是核能進一步擴大使用最為關鍵之議題。

台灣核能界近年來努力建立核能安全分析技術，30 年來，台日核安專家之交流亦有重要之貢獻。的確，台灣運轉中的 3 座核電廠之安全與運轉績效優良，電廠異常事件與跳機次數近 20 年亦呈指數遞減，電廠容量因素在 IAEA 的排名中名列全球前茅。

此外，我們經由福島核災的教訓，針對核電廠的失去廠內外交流電源的全黑狀況、地震與海嘯的風險、用過燃料池的冷卻、氫氣偵測與爆炸的避免、嚴重事故的管理等等，均有具體的行動方案，且大部分皆已完成。再者，在台電公司的努力之下，龍門電廠的 1 號機已完工，並完成裝填燃料前的安全測試，目前正由原子能委員會審查中。但由於社會反核的氛圍，政府於不久之前，又宣布核四封存，龍門 1 號機須待公投之後再裝填燃料，2 號機則要在公投通過之後，再繼續相關的

工程。的確，這 3 年及未來的幾年可以說是台灣核能發展最具挑戰的幾年，但我們相信，核安是贏得民眾信任、扭轉情勢最好的方法。

在福島事故之後，日本在安全的考量之下，暫停了所有核能電廠的運轉。我們了解，在日本核能界的努力之下，日本九州電力的川內核電廠 1 號機經過原子力規劃委員會，在更高規格的安全標準之下審查通過，已於今年 7 月 10 日裝填核燃料，預計在 8 月恢復商轉；2 號機則預定於 10 月商轉；其餘核電廠亦極可能於日後確保核能安全情況下，陸續恢復商轉。這對台灣現有核電廠的持續運轉、龍門廠 1 號機的啟封運轉，以及 2 號機的繼續施工，將有正面鼓舞之作用。使我雙方核能安全技術交流，將可擴展到更深更廣的範圍。

### 行政院原子能委員會主任委員蔡春鴻致詞

台灣核能界與日本原子力產業協會的交流到今年已進入第 30 年，中國古語有「30 而立」這句話，所謂而立的意思是自立於世，多指學有所成，能獨立任事。在核能發展方面這些年來台灣及日本，雖然歷經許多嚴格考驗，但是藉由技術改善及推展而獲得的成果也相當豐碩，可說正邁入另一階段，希望彼此雙方都能維持這樣良好的基礎繼續往前邁進。

日本九州電力的川內核電廠 1 號機經過原子力規制委員會審查同意進行「保安檢查」，已經在 7 月 10 日燃料裝填，在 8 月中投入商轉；其後 2 號機也將於 10 月商轉，一切順利進行的話，其他核電廠也將會陸續恢復營運，這對歷經福島核災事故的日本，將有很大振興與復原效用，也對全球核能界會產生啟發效果，台灣樂見日本核能盡快復原。

近年來台灣核能界也面臨許多考驗，龍門核電廠封存，核一廠除役和延役計畫同步進行審查，還有用過核子燃料乾式貯存計畫、再處理計畫及放射性廢棄物處置等，都出現些許爭議，多少影響了台灣的核能發展進度。然而就全球及能源永續發展的觀點，核能仍然為重要的能源選項，是不爭的事實，許多國家對核能仍抱持信心，持續的推動，這也激勵著台灣核能工作夥伴，面對問題解決困難，也是原子能委員會願景中「日新又新專業創新、核安輻安民眾心安」的精髓。

核能需要安全、專業及民眾的支持，台灣在原子能和平應用，一向抱持嚴格謹慎態度，逐步穩健的推展，核電營運績效一向良好；然而也未雨綢繆地考量如何防範應變核災，就提升安全營運與管制措施、緊急應變的整備與核廢料管理安排等，投入大量的人力與經費，改善軟硬體設施設備。在爭取民眾支持，就資訊公開及民眾參與方面，也投注許多心力，舉辦活動擴大參與並善用科技工具進行溝通，以上種種有傳統也有創新，都應與國際間各核能單位多交流學習。

## 台灣核能的現況、挑戰與機會（中華民國核能學會理事長潘欽）

如同日本一樣，台灣缺少傳統能源，約有 98% 的能源仰賴進口，其中，90% 為化石燃料，8% 為核燃料。過去 4 年來，台灣能源之供應逐年增加，其中，石油與核能略為減少，煤稍微增加，而天然氣則顯著地增加。再生能源，如水力與風力，其占比仍相當小。化石能源的增加，將使二氧化碳排放持續增加。這些是台灣能源與環境面對的挑戰。

台灣的電力結構。台灣在 2014 年共生產約 2 仟 2 百億度的電力。其中，煤電占 37.6%，天然氣占 32.4%，核能提供了 18.6% 的電力，再生能源則只有 2.9%。

整體而言，台灣能源面對的挑戰，包括：

顯著增加自產的能源，如再生能源，或準自產的能源，如核能。

確保電力的供應，且要有合理的電價。

減少電力部門二氧化碳的排放，以達到台灣對國際減碳的承諾。

過去 20 餘年，台灣 6 部機組之異常事件逐年遞減；過去 10 年來，6 部機組異常事件的數目維持在 5 至 14 件之間。6 部機組的跳機總數之變化，基本上呈指數遞減。過去 5 年有 3 年無跳機紀錄。由異常事件與跳機次數評之，台灣 6 部機組的安全績效優良。

運轉績效與安全績效成正相關。台電公司的 6 部機組之平均容量因素與發電總量。從 2007 年到現在，機組的平均容量因素都在 90% 左右，2014 年更達 93.75%，有一部分原因是金山與國聖電廠的功率提昇之故。運轉績效可以說相當傑出。的確，在 IAEA 的統計中，台灣 6 部機組的平均表現名列前茅。

台灣 6 部機組在低放射性廢棄物處理亦有很好的績效。他們採用核能研究所研發之固化技術，使低階固體廢棄物的體積呈指數的遞減。

福島第一核電廠事故之後，原子能委員會完成第二階段的核能電廠安全總體檢，並對核電廠的安全提昇提出八個具體項目，包括：喪失所有廠區交流電源的因應、地震的防範、海嘯的防範、用過燃料池的冷卻、氫氣偵測與爆炸之防範、嚴重事故的處理、廠區基礎設施之強化、安全文化之檢討等。台電公司亦積極配合原能會的要求，改善核電廠之軟硬體，提昇核電廠的安全，台電公司並已提早完成各電廠的 10 年安全評估；強化各核電廠針對複合性災害的準備與能力；完成歐盟標準的壓力測試，並經歐盟專家的審查。

因為福島第一核電廠事故之教訓，與安全總體檢之後的安全提昇措施。台電公司並提出斷然處置指引，因應機組面臨超出設計基準情況，導

致機組喪失廠內外所有固定式交流電源，或反應器喪失以蒸汽驅動補水以外之電力驅動補水能力時，採取決斷行動，在最短時間內，將所有可運用的水源，如生水或海水，注入反應爐，確保機組安全，避免大量的放射性物質排出廠外。個人認為台灣核電廠比以前更加安全。

台灣核電廠最大的挑戰在於大多數民眾的接受度，因此，個人認為進一步提昇核安，並有效處理放射性廢棄物是說服民眾最好的方法。是以，台灣核電的挑戰包括：

台灣的核電廠必須進一步提昇核安，走出福島第一核電廠事故的陰影。

儘快確定低階放射性廢棄物之處置場，並證明其是安全的。

適當的處理用過核子燃料，確實推行永久處置廠的規劃。

管制部門與台電公司持續保持資訊透明。

持續培育核子科學與工程的人才培育，確保核能人才不會有斷層。

台灣公司針對電力部門二氧化碳排放的分析，如果三座核電廠依限除役後，就算龍門電廠商轉，電力部門二氧化碳排放的總量或排放的係數，在 2019 年後都會持續增加，而無法達到減碳的承諾。我認為台灣應該也終究會務實的面對能源議題的挑戰，台灣核電亦將充滿機會。日本核電的重啟商轉將會是台灣核電很好的模式。台灣核能界會持續努力維持台灣安全的核電。

#### 日本原子力發電現況（電氣事業連合會原子力部部長齋藤慎二）

福島核災後，日本 54 座核能機組減為 43 座，全部停機。2012 年時大飯電廠 3、4 號機曾短暫重啟，之後又重回零核電狀態。目前川內電廠 1、2 號機預計 8 月中旬重新啟動。

因應福島事故的教訓，日本核能產業加強超出預測基準之外的災害應變，彌補以往對安全意識的不足；加強五層安全防護措施、持續強化安全管制、積極參與 WANO、INPO 等國際組織，以獲得更多安全防護方面的資訊。

2014 年 10 月成立原子力風險研究中心(Nuclear Risk Research Center, NRRC)，利用 PRA 風險評估，單位提案建議，提供更多與風險有關的資訊供民眾瞭解。

2015 年 4 月政府提出能源政策，將核能定位為重要基載電力，是成本低廉的能源，提出最佳能源配比—2030 年時，核能占 20-22%，減少對核能的依賴。日本現有 43 座核能機組全部運轉發電的發電量，若以 70

%容量因數估算，60 年運轉至 2030 年時，發電占比將是 20-22%，核電機組應商轉至少 60 年，所以應延役。

### 台灣核電廠控制室適居性議題（核能研究所副研究員詹益光）

美國核管會 2003 年發布 GL(Generic Letter) 2003-01，為有關控制室適居性議題，這個議題在台灣是核管案件。

三哩島(Three Mile island, TMI)事故，引起美國核管會更重視控制室適居性議題，隨後與電力業界一起努力，建立控制室包封(Control Room Envelope, CRE)內漏率試驗規範。1991~2001 年間，美國核電廠依據 ASTM E741 的方法，實際量測控制室包封在緊急通風系統運轉模式下的內漏率，數據顯示，大多數電廠量測的內漏率都高於事故分析的假設值。有鑑於壓差( $\Delta P$ )監測不足以確保控制室包封的完整性，美國核管會發布 GL2003-01，指出控制室內漏率設計基準及運轉技術規範的內漏率限值可能不足，要求美國境內持照者提供下列資訊文件：確認控制室符合適居性管制要求的說明，且控制室適居性系統的設計、結構、組態、運轉及維護與機組的執照基準及設計基準一致。

如果電廠目前的運轉技術規範對控制室包封完整性未有監測要求，需說明確認控制室包封完整性的作法及其執行頻率，並且要說明此作法足以證明控制室包封完整性的理由。

如果電廠目前是使用補償措施來確保控制室適居性，說明電廠使用的補償措施，以及說明要停止使用補償措施需採取的矯正行動。

2013 年台灣管制單位以核管案件，要求台電公司回應 GL2003-01 議題及比照美國核電廠的作法，執行控制室包封邊界完整性驗證及建立控制室適居性方案。

控制室適居性方案將整合示蹤氣體內漏試驗、控制室輻射劑量分析、有害化學物質分析、火災/煙霧評估等主要工作項目，確保控制室適居性。台灣運轉中的金山、國聖及馬鞍山 3 座核電廠於去年開始進行建立控制室適居性方案相關工作。將依據機組大修的先後順序，從金山電廠 2 號機開始，依序執行控制室包封邊界完整性驗證及建立控制室適居性方案，5 個控制室包封的適居性評估報告將提報管制單位審查。預期在 2017 年底前完成計畫所有工作項目。

金山、國聖及馬鞍山核電廠將依據 ASTM E741 執行控制室包封整體性內漏試驗，驗證未經過濾的內漏率在輻射劑量分析及有害化學物質分析允許的限值內。

在控制室輻射劑量分析部分：

每個電廠需選定輻射劑量最嚴重的設計基準事故案例，建立輻射劑量分析模式，並考量未經過濾氣體進入控制室包封的條件下，計算控制室運轉員於事故期間接收的輻射劑量。

執行輻射劑量分析模式，訂定法規容許的內漏率限值，做為控制室包封內漏示蹤氣體試驗的接受準則。

在有害化學物質分析部分：

RG 1.78 為有害化學物質外釋事故期間控制室適居性的評估指引，供持照者執行有害化學物質的調查、篩選、控制室適居性評估、保護措施及緊急計畫之依循。

有害化學物質外釋事件期間，控制室包封通風系統運轉模式的內漏率要由試驗來決定。

有害化學物質外釋事件下，一般控制室包封緊急通風系統在隔離/再循環模式下運轉。

在控制室火災/煙霧評估部分：

控制室內的煙霧量未有管制限值。

USNRC 接受美國核能協會(Nuclear Energy Research, NEI) 99-03 文件附錄 A 所述的定性評估原則。

持照者應執行定性評估，確認在控制室內部或外部煙霧事件下，運轉員有能力在控制室或替代停機盤維持機組的控制能力。

業者自主提昇核能安全的作為（東京大學教授山口彰）

Work Group (WG) 設置宗旨：NRA 進行審查時，著重於各核電廠業者如何主動性提昇安全，因此成立 WG：a.以科學性提昇核能安全，b.打破以往「核能安全的神話」，自主持續提昇安全達到世界水準。

投注更多精力於風險評估，進行更多風險管理措施，參考運用國內外安全理論、進步的作法。

超越 NRA 的新管制基準，制訂安全目標，定量安全評估。

業者提出具體承諾、記取福島教訓、形成提昇安全措施的態度、帶有批判性的思考以取得安全文化、與外部利益相關者合作、堅固人才基礎、推動安全活動。

業者要有堅強的意志進行安全提昇工作，確實建立相關框架，擬訂今後將進行工作的路線圖 (Road Map)，風險治理 (Risk Governance) 形

成循環—先期評估→風險評估→風險釋疑（界定、制約）→風險管理→先期評估。

NRRC 的任務是善用機率評估安全風險；願景是成為 PRA 的國際研究據點，獲得利益關係人的信任。

未來挑戰的課題：

- 1 高度活用風險資訊
- 2 盡量降低現有機組發生事故的風險
- 3 廠內事故極小化
- 4 廠外災害極小化
- 5 未達新基準的反應爐安全除役
- 6 核不擴散與保安對策
- 7 研發新一代輕水式反應爐技術
- 8 確保輕水式反應爐持續安全運轉的作業人力

## (二) 參訪日本電力中央研究所

### 1. 日本電力中央研究所之背景說明

日本電力中央研究所（Central Research Institute of Electric Power Industry, 簡稱 CRIEPI）成立於 1951 年，為財團法人組織，該組織的研發經費來源主要是每年由 10 家電力公司年營收移撥千分之二作為基金，其餘款項則來自政府委託研究經費(2015 年的研究經費約為 265 億日圓)。本公司與日本電力中央研究所訂有技術交流合約，每年定期舉辦年會，不定期辦理人員互訪、技術交流等活動。

日本電力中央研究所共有 4 個院區、8 個研究所、3 個研究中心及 3 個技術試驗場，其院區分別位於東京都千代田區(所本部)、東京都狛江市、千葉縣我孫子市及神奈川縣橫須賀市，8 個研究所分別為社會經濟研究所、系統技術研究所、原子力技術研究所、地球工學研究所、環境科學研究所、電力技術研究所、能源技術研究所、材料科學研究所等分布於所本部以外的 3 個院區內，三個研究中心則為輻射安全研究中心、人因工程研究中心及核燃料循環後端研究中心，另外三個技術試驗場為大電力試驗所、塩原實驗場及赤城試驗中心。

日本電力中央研究所目前員工人數有 800 人：主要成員為研究人員，共有 704 位其中擁有博士學位者達 401 人，另有 96 位行政人

員。日本電力中央研究所的研究領域與目標在致力於解決電力工業與社區團體有關能源方面的問題，其主要目的在降低成本及確保可靠度、創造整體性能源服務及促進能源與環境之和諧，並隨著社會的脈動適時調整其研究方向，該所 2015 年的研究課題涵蓋下列 8 大領域：核能、火力發電、水力發電、再生能源、電力輸送、顧客服務、環境及企業經營

## 2. 日本電力中央研究所我孫子院區參訪紀要

電力中央研究所轄下 8 個研究所分別位於：

- 社會經濟研究所-東京狛江
- 系統工程技術研究所-東京狛江
- 核子技術研究所-東京狛江
- 地球工程研究所-千葉縣我孫子
- 環境科學研究所-千葉縣我孫子
- 電力技術研究所-神奈川縣橫須賀
- 能源技術研究所-神奈川縣橫須賀
- 材料科學研究所-神奈川縣橫須賀

本次代表團參訪的是位於千葉縣我孫子地區的地球工程研究所，該所專精於地質、水文、大氣等自然現象的研究，目的在減輕各種電力設施(電廠、輸電線路、電塔...等)遭受自然災害時的損害。

代表團一行人到達日本電力中央研究所的我孫子院區後由專人引導至會議室，首先由該院區的所長金谷守(Mamoru Kanatani)博士親自介紹該院區的主要設施及研究項目：在這個院區集合了包括地質、土壤、地下水、地震、材料、結構、流體和氣象等各個領域的許多專家，研究電力設施的選址、建設及降低災害所造成的損失。該所還進行核後端相關，如用過核燃料的運輸和貯存，放射性廢棄物的處置以及從除役核電廠回收可用材料等技術的研究和開發。之後所方安排參觀該所的 4 項大型實驗設施，分別為：(1)大型造波水路(2)共振振動台(3)混合動力試驗設備及(4)海嘯、洪水水路模擬。其中(1)大型造波水路及(4)海嘯、洪水水路模擬 2 項設施主要用於海嘯模擬研究，是利用該所擁有的大型水工模型試驗設備以及先進電腦軟硬體資源，對海嘯侵襲海岸地區迫近岸邊的過程中由於地形變化所造成的複雜動態行為(包括流場及動力)進行仔細的模擬研究，以探討海嘯侵襲對於位處海岸邊上的電廠設施可能造成的危害情形。(2)共振振動台及(3)混合動力試驗設備 2 項設施則是在探討地震環境下有關結構、土壤-結構系統乃至設備安全等相關之試驗與研究之試驗平台。

### (三) 出席日華原子力懇談會：

參訪日本電力中央研究所之後隔天我方一行人又風塵僕僕趕往日本古城京都參加由關西原子力懇談會舉辦的日華原子力懇談會，雖然關西原子力懇談會只是日本原子力產業協會(JAIF)之地方組織之一，但該會是我國與日本核能業界最早建立之聯絡管道，該組織人員與我方情誼深厚，多年來我方赴日參加會議時若是時間允許均會順道前往拜會，歷來已與我方建立良好互動關係。

因本次行程日方安排代表團於懇談會後隔日參訪高濱核能電廠，關西原子力懇談會雖然會址在大阪，但為了配合我方行程特將此屆「日華原子力懇談會」地點安排在京都格蘭比亞大飯店以方便我方接下來的參訪行程；我方由蔡主委春鴻率原能會及本公司人員等 8 人在 JAIF 佐藤及富野 2 位先生陪同下出席在京都舉行的懇談會，日方則由大阪大學名譽教授(現任日本核能規制委員會委員)宮崎先生率領關西原子力懇談會、京都大學名譽教授、關西電力公司等 9 位先生與會，並由日方特聘 1 位專業翻譯全程翻譯。(雙方出席人員名單詳如附件)

本次我方與關西友人座談的主題是「台灣與日本的核電發展趨勢」，在宮崎先生與蔡主委分別致詞之後，首先，由關西電力公司的仙藤處長簡報「The Current Status of Nuclear Power Stations in Japan」：

1. 日本自福島事故發生後，除大飯 3 號機及 4 號機曾於 2012 年 7 月至 2013 年 9 月運轉之外，所有核能機組均停機。(圖 1)

Transition in the No. of units in operation after the earthquake

5

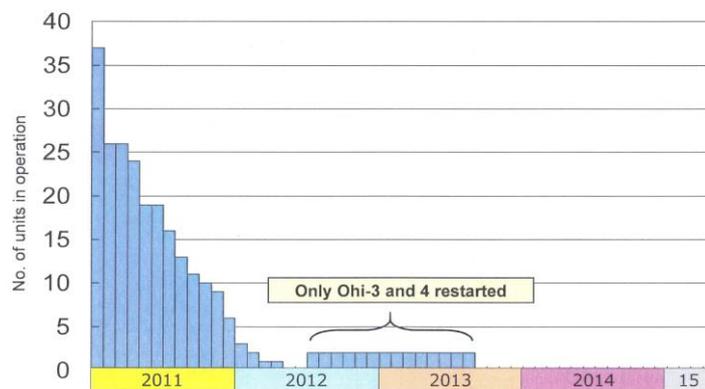


圖 1

2. 日本原有 54 部核能機組，經重新檢視之後，其中 11 部機組基於投資效益的考量，已決定除役，其他 43 部機組中，24 部機組已提出重新起動申請，19 部則因業主尚在評估中，迄未提出重新起動申請。(圖 2)

Current status of nuclear power in Japan

4

○ 54 nuclear power reactors in Japan reduced to 43 units after the accident at Fukushima Daiichi NPS.

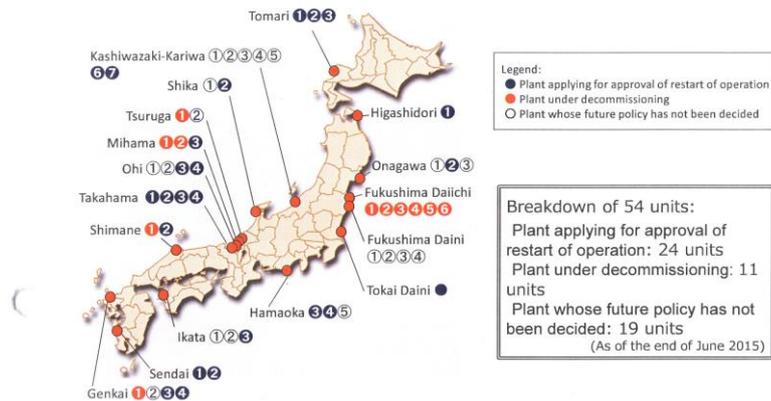


圖 2

3. 由於 2013 年核能機組的發電量僅佔 1%，造成 2013 年天然氣的發電量佔比從 2010 年的 29.3% 提高到 43.2%，燃煤的發電量佔比也從 2010 年的 7.5% 提高到 14.9%，使得石化燃料的費用從 2010 年的 36 億日元驟升至 77 億日元。(圖 3)

Change in Composition of Power Sources

6

○ Currently, all nuclear power plants are shut down.

● About 90% of the generated energy relies on thermal power generation.

Composition of electric power generation

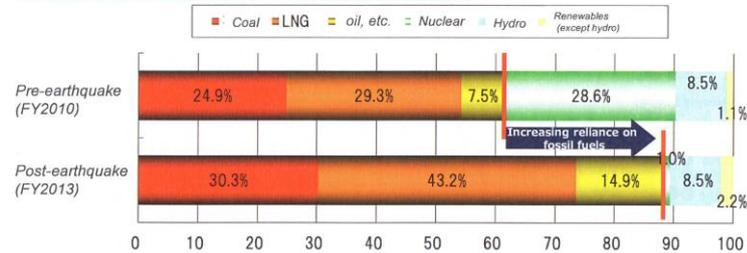


圖 3

Increase in costs for fossil fuel  
 ¥3.6trillion/year  
 ↓  
 ¥7.7trillion/year

Rate rise (Electric light)  
 ¥20.4/kWh  
 ↓  
 ¥24.3/kWh

Increase in CO2 emissions  
 374million t-CO<sub>2</sub>/year  
 ↓  
 484million t-CO<sub>2</sub>/year

NB: Red figures in brackets show a comparison between FY2010 and FY2013

4. 由於石化原料成本大幅增加，使得日本發電業者的財務狀況迅速惡化，從福島事故前的盈餘 83 億日元，到 2012 年轉為虧損 113 億日元。為了彌補財務缺口，日本大幅調高民生用電的價格，從福島事故前的每度 20.4 日元調高到 2013 年的每度 24.3 日元，漲幅 19.1%，才使發電業者的財務狀況獲得改善，免於破產，但 2013 年仍虧損 23 億日元。

**Management of Electric Power Companies and Rate Rise**

7

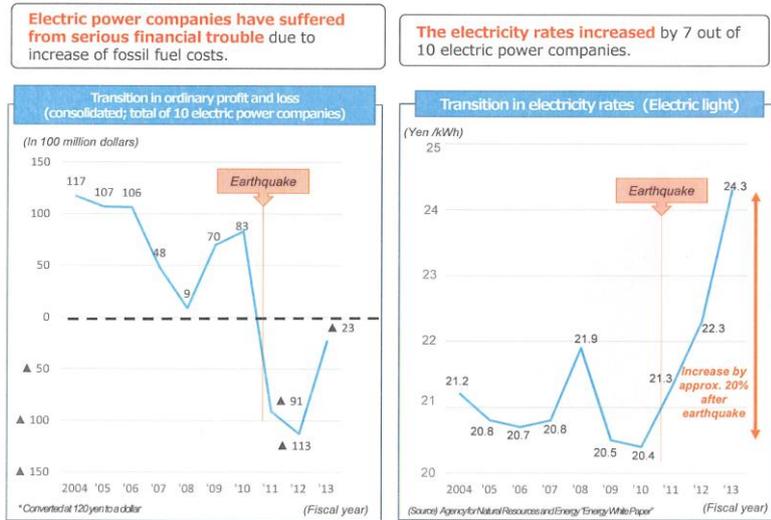


圖 4

5. 由於核能發電成本低廉，若無核能發電將影響國家經濟甚鉅，故日本政府於福島事故後所制訂的國家能源政策，仍將核能發電的佔比訂在 20%至 22%。(圖 5)

**Energy Policy after the Great East Japan Earthquake**

19

**Outline of the Strategic Energy Plan (related to nuclear power) [April 2014]**

- Nuclear power is important base load power source  
-Minimize dependency on nuclear power generation-
- Promote the restart of operation of the nuclear power plants which satisfy the new regulatory standards
- Continue to promote the nuclear fuel cycle including reprocessing and use of MOX fuel

**Cost estimation (2014 model plant) [April 2015]**

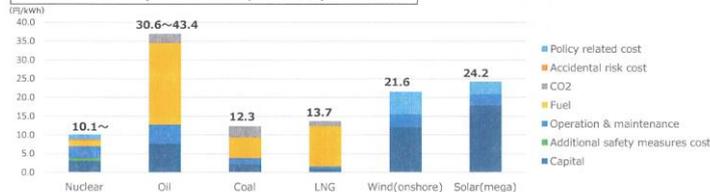


圖 5

**Energy Best Mix [July 2015]**

○ Power supply composition in 2030 (approximate)

Energy Source	Percentage
Nuclear	20~22%
Oil	3%
Coal	26%
LNG	27%
Renewable	22~24%

6. 為了符合此一國家能源政策，日本目前尚無除役計畫的 43 部核能機組不但必須重新起動運轉，而且必須辦理延役(圖 6)，顯見日本政府恢復核能發電全面運轉的決心，此一能源政策不但給予核能發電業者一個明確的努力方向，也讓日本的經濟前景充滿希望。

### Future Share of Nuclear Power

20

Operation beyond 40 years will be necessary to secure nuclear power's share of 20-22% in 2030.

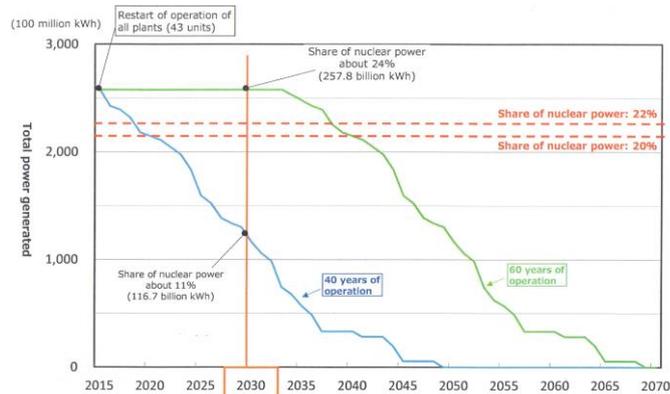


圖 6

接著由本公司張副處長簡報「Nuclear Performance in Taiwan」，原子力懇談會的友人說明核能發電在台灣電力供應所扮演的重要角色，

以及福島事故之後台灣各廠都做過壓力試驗，並增加了移動電源、後備水源、水密門、加強用過核燃料池之冷卻、氫氣偵測及防爆、嚴重核子事故管理等各種措施，以提升核能安全，甚至還提出『斷然處置』以確保民眾之生命財產安全。關西原子力懇談會則對我方所提問的「核電廠長期停機對關西地區產業的影響」、「關西地區民眾對核電廠再起動的觀感」、「長期停機對關西電力公司的衝擊」等議題提出說明，

會議期間對於日本新頒的核能法規及我方所報告的斷然處置等雙方討論的非常熱烈，與會雙方均有相當大的收穫。

#### (四) 參訪關西電力公司高濱核能電廠：

高濱核電廠 1 號機於 1974 年正式商轉，(日本第一座商轉的核電廠是同屬關西電力公司的美濱 1 號機於 1970 年商轉)，可算是日本核電的先鋒之一。高濱電廠位於福井縣高濱町，隸屬於關西電力公司；台電與關西電力公司關係良好，核三廠與高濱電廠互為姊妹廠，多年來的交流互訪獲益良多。

我方於電廠大門辦理相當嚴謹的進廠手續後進入廠區，首先在電廠訪客中心會議室進行座談，由大塚廠長親自接待，並說明高濱電廠因應福島事故的教訓，加強超出預測基準以外的災害應變及防範地震、海嘯、火災及龍捲風侵襲的電廠安全措施，並強化廠用電源及冷卻功能。

福島事件之後，高濱電廠因應原子力規制委員會的核安新標準，進行安全等級的提升，高濱核電廠的改善措施，共分成 3 大方向：確保電源供應、確保補水水源及防範天然災害措施都已完成。高濱電廠 1、2 號機已向日本原子力規制委員會(NRA)提出延役申請，3、4 號機亦已通過 NRA 審查，預計可於今年秋天重新啟動。

電廠附近風景如畫，規劃有多座海水浴場，沙灘細白潔淨無污染，和我國核三廠情境相仿。每到旅遊旺季遊客如織，人潮湧動，核電廠的存在完全不影響當地的觀光與經濟產業。

高濱核電廠參訪簡報資料請參照附件 3。。

### 三、心得及建議

- (一) 雖然福島事故至今已經 4 年多，此次訪日期間談論的主題仍然多以福島事故相關議題為主，可見核災事故影響之深遠。
- (二) 日本與台灣核能業界雙方基於過去密切的交流與互動，已建立起良好的聯繫的管道，此次交流訪問期間，充分感受到日本核能業界對我友好的態度，日方亦十分關切我國核能發展各項動態。核能安全無國界，我們核能從業人員應記取福島事故各項寶貴的經驗，作為未來核能安全發展的重要改善起點。
- (三)此次參訪高濱電廠，該廠在福島事故之後配合政府要求進行多項改善措施，以確保核能電廠的安全；參訪期間可充分感受到電廠工作人員誠懇的態度，虛心面對未來，投入各項準備工作，以務實的態度，嚴格貫徹確保核能設施之安全。