

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：出席會議)

出席日本原子力產業會議第三十五屆年會

服務機關：行政院原子能委員會

職稱：副主任委員、處長、研究員、副局長、科長等

姓名：陳國誠、饒大衛、謝牧謙、李若燦、黃智宗、陳文芳

出國地區：日本

出國期間：91年4月21日至91年4月28日

報告日期：91年6月13日

目 次

摘要

一、目的	1
二、行程之準備	1
三、行程及經過	2
四、心得與建議	17
五、附圖	
六、附件	
(一) 我代表團名單	
(二) 行前規劃與日方討論之議題及資料	
(三) 與 JAIF 會談名單及關西原子力懇談會名單	
(四) 第 35 屆 JAIF 年會重要演講彙編	
(五) 日本柏崎電廠設施概要	
(六) 澳洲核能學會所提第十五屆 PBNC 會議主辦國建議書	
(七) 日本代表介紹高放射性廢料之國際合作概況論文	
(八) 攜回資料目錄 (資料存核研所綜計組)	

摘要

此次我國組團出席「第 35 屆日本原子力產業 (JAIF) 年會」及「日華原子力連絡會議」，代表團由原能會陳國誠副主任委員擔任團長，台電公司核能四廠廠長徐懷瓊為副團長，另產、官、研代表計 8 名與會。4 月 22 日~4 月 24 日參加在埼玉縣舉行之第 35 屆 JAIF 年會，與會者共 20 個國家、地區、7 個國際機構，計 1120 名出席。年會主題為「核能在政經環境變遷下未來的挑戰」並分成：(1) 21 世紀的能源政策與核能 (2) 大都會地區與核能電廠設施所在地的共榮目標 (3) 為何需要核燃料再處理 (4) 新的社經環境下核能的貢獻 (5) 形塑未來的核能發展：進步型與創新性反應爐，等 5 個議題進行發表及討論。同時亦有一場青年論壇 (Youth Forum) 於年會期間同時舉辦，提供新生代發表對核能的看法，此外 JAIF 亦安排一場與公眾對談，有 400 多人參加，提供民眾就核能安全與未來發展表達意見。4 月 25 日參訪與我國核能四廠機組同型的柏崎刈羽核電廠，4 月 26 日於大阪拜會關西原子力懇談會，並舉行「日華原子力連絡會議」，會中我方團員報告核四工程近況，並就核能安全管制及加強技術交流，交換意見。

日本欠缺自產能源，採用多元化能源政策，俾確保能源穩定的供給。核能約佔 1/3 電力，到 2010 年，核能比例將達到 40%。在抑制二氧化碳排放的國際共識下，日本仍將持續發展核能。然近年來日本核能設施發生多起的事件，如何續取得民眾的信心與支持，完全奠基於核能安全的確保。而日本的核能發展無論自政策的形成到硬體的建設，都強調資訊透明化及事先與民眾充分溝通建立共識，本次會議亦達到保障核能安全與加強溝通的目的。

核能安全無國界，且技術與經驗的交流有助益於核能安全的提昇。財團法人原子力產業會議 (JAIF) 為日本最具規模與影響力的民間核能機構，對我關係良好並協助我國參與國際性的研討活動。我國核能界應積極主動參與國際核能事務活動，並尋求國際地區性的合作。

一、目的

日本原子力產業會議 (JAIF) 年會為在日本舉辦最盛大的國際性核能會議，世界核能相關各國及國際性核能組織均有派員出席，我國每屆均由原能會高層主管率國內產、官、學、研代表與會，本屆由原能會陳國誠副主任委員率團，團員含產、官、研代表計 8 名(附件一)。

另於 JAIF 年會後參訪柏崎刈羽核電廠，再赴大阪拜會關西原子力懇談會，並舉行第 17 次「日華原子力連絡會議」。此外原能會物管局李副局長同時參加參加太平洋核能會議年會及國際核能聯會會議年會，且工研院陳式千副所長亦趁參加 JAIF 年會之便，參訪「東京原子力發電環境整備機構」及「原子力環境整備促進・資金管理中心」，瞭解日本核廢料處置的進展，俾供我未來借鏡。

二、行程之準備

1 月間 JAIF 來函希望我方循往例組團出席年會並表歡迎之意，2 至 3 月間與 JAIF 聯繫有關我代表團與會事宜，我方並委請安排會後參觀東京電力公司柏崎電廠 (6、7 號機組與我核四同型) 及與 JAIF 代表會談有關事項。

關西原子力懇談會則協商拜會日期及日華原子力連絡會議討論議題，3 月間聯繫我駐日代表處負責安排拜會羅代表時間，我方則分別於 3 月 12 日召開說明會，4 月 18 日舉行「行前討論會」，行前期間並準備與日方討論之議題及資料 (附件二)。本屆與會由於我代表團事先與日方有充分聯繫，準備妥當，達成預期效果。

三、行程及經過

(一) 出席第 35 屆日本原子力產業會議年會行程

日期	內容	住宿
4 月 21 日 (日)	台北 東京	東京
4 月 22 日 (一)	JEIF 年會	東京
4 月 23 日 (二)	JEIF 年會	東京
4 月 24 日 (三)	JEIF 年會	東京
4 月 25 日 (四)	東京 柏崎 訪柏崎核電廠	東京
4 月 26 日 (五)	東京 大阪 訪關西原子力懇談會 日華原子力聯絡會議	大阪
4 月 27 日 (六)	訪大阪大學	大阪
4 月 28 日 (日)	大阪 台北	

(二) 出席 JAIF 年會

開會時間：4 月 22 日~4 月 24 日

本屆會議與會者共日、英、法、美、澳、韓、蘇俄、大陸及我國等 20 個國家，另國際原子能機構 (IAEA) 經濟合作開發組織核能署 (OECD/NEA) 等 7 個國際機構，計 1120 名出席。大會在「核能在政經環境變遷下未來的挑戰」的主題下並分成：(1) 21 世紀的能源政策與核能 (2) 大都會地區與核能設施所在地的共榮目標 (3) 為何需要核燃料再處理 (4) 新的政經環境下核能的貢獻 (5) 形塑未來的核能發展：進步型與創新性反應爐等 5 個議題進行發表及討論。第二天中午於緊鄰會場的市民廳，亦舉辦了一場青年論壇 (Youth Forum)，提供新生代發表對核能的想法，且邀請了來自歐美的青年與日本青年們進行座談。而於第三天中午則安排專家與公眾對談，有 400 多人參加，由與會者志願發言，表達個人對核能安全、核廢料處置及民眾溝通的看法，且同時讓與會的專家或官員就詢問者的問題作回應。

JAIF 年會會議由日本原子力產業會議西澤潤一會長主持下開始，並邀請遠山敦子文部科學大臣，土屋義彥崎玉縣長等貴賓與會致詞。

西澤會長首先表達「21 世紀的人類社會將會更加富裕，包含核能在內的高科技應融入在我們的日常生活中，不要因為一些疑慮的事故而失去人們對核能技術的信心，同時我們必須持續加強對核能安全的管理」。開幕的來賓致詞中有二位女性，對一向以男人為主的核能工業及日本，頗有令人耳目一新，而且其中一位為文部科學大臣，安排文部科學官員於原子能產業會議上致詞，很難叫人不聯想到會議中一再強調的主題「穩定的能源供給方可確保經濟的發展」和「乾淨的能源有益於環境的保護」，而其更是強調保障核能安全是建立民眾支持核能唯一的路。

另崎玉縣土屋義彥縣長致詞時表達核電的必要性，惟對核能安全需加強管制，又預定明年舉辦 JAIF 年會下屆 (第 36 屆) 之地主福井縣栗田縣長致詞時，除歡迎大家參加之外，亦肯定核能對國家經濟建設的貢獻。

本次 JAIF 年會中邀請的各國學者專家或機關構代表，多數講者都強調核能對抑制地球溫暖化的貢獻。核能工業界為了未來的發展，更認為法令應予以鬆綁，來降低成本提高利益，使核能於市場上更具競爭力。其中有一位來自法國的環境學者 Bruno Comby 所作的報告，

令人印象深刻。他以環境學者的觀點，持平的述說核能與其他能源相較之下，其風險度被高估，但仍強調核能的發展，首要為保障核能安全。且提出許多顯而易見的例子來加以說明，如水庫是一般人認知中不可能潰堤毀壞的，卻也發生壩堤崩塌，瞬間奪走數千人命，而此風險度即被低估，但有多重防禦設計的反應器之爐心熔毀的風險度卻被高估。且對環保團體所謂恐怖主義攻擊核能電廠造成世界毀滅加以駁斥，因為從實際可行性來評判，攻擊美國的貿易大樓遠比反應爐容易命中目標，來告知恐怖分子不可能採用攻擊核電廠的理由。而豐富的圖片更使整個報告活潑生動，令人對其報告內容深受吸引。他強調從維護乾淨的地球角度下，核能應是未來 21 世紀能源的主流，且已高度開發的國家更應該應用核能俾減少對化石燃料的需求，讓有限的化石燃料有更好的用途而非發電燃燒掉，如此對開發中的國家才符合公平正義。最後他並強調未來的能源應是再生能源和核能並重而非是對立。

美國也派員與會，並就核能政策及發展現況報告。按照美國能源部 (DOE) 公布的 Nuclear Power 2010 Initiative，美國政府將與核能電力業界合作，致力於新廠址的尋找、更有效率且可預期的執照審查流程、更先進的核電技術等工作，希望在 2010 前能興建一座新的核能電廠。US Nuclear Energy Institute 的總裁 Joe Colvin 在會中說明，Exelon 公司將公布參與 early site permit process 的計畫，成為繼 Entergy 和 Dominion 之後，第三家積極配合前述 Nuclear Power 2010 Initiative 的核能電廠經營者。Mr. Colvin 表示，按 US Energy Information Administration 預估，因應未來 20 年每年 1.8% 的成長率，美國將需要增加 393,000 MWe 電力，其中 60,000 MWe 必須來自新核能發電容量，加上較現在更多的再生能源，才能維持目前美國在發電方面抑止二氧化碳排放努力的水準。

因應美國對於能源及環保之需求，持續發展核能發電是美國國家能源政策的一環，因此未來核能機組的設計也將有相當程度的變革。美國核能管制委員會 Commissioner Jeffery Merrifield 在會議中提及，為確保核能機組的設計與運轉安全，面對不久的將來工業界極有可能提出新型核能機組的執照申請，USNRC 必須事先妥為規劃審查所需的各項資源，除了召募來自科學、技術、法制及公共政策等領域的專業人力，以舒緩即將出現的退休潮所帶來的負面影響外，現行審查規範及指引是否同樣能適用於新型設計，也須及早檢討與評估，並配

合需要重新建立。

日本在會議中也提出核能政策及發展現況報告，雖然發生 JCO 事件，繼續使用核能發電並興建新核能電廠仍舊是日本既定的國家能源政策。Parliamentary Secretary for Economy, Trade and Industry Akira Matsu 表示，日本政府將全力推動鈾熱計畫（Plu-Thermal Programme）- 在核子反應爐中使用 MOX 燃料。由於去年 Kariwa 地區居民表達反對在 Kashiwazaki Kariwa 核能電廠使用 MOX 燃料之意見，日本政府已成立一個「鈾熱諮詢委員會」，積極推對相關之教育宣導，確保每一個日本公民都能有機會審慎思考核能發電的應用。

日本科技廳 Minister Atsuko Toyama 亦在會中強調，政府官員需要更有效的向社會大眾推銷對政府核能安全的承諾，尤其是警覺性的建立。整體而言，目前最重要的目標是儘速恢復 Monju 反應器的運轉，並且繼續支持 International Thermonuclear Experimental Reactor（ITER）計畫。

（三）與 JAIF 日方代表座談會

開會時間：4 月 24 日上午 10 時至 12 時

由陳副主任委員率團員們與參加 JAIF 主要日方代表進行座談，對日本及我國的原子能的應用及管制進行經驗交流。日本及我方出席名單，如附件三。

會中日本對有關核能電廠運轉及建廠管制甚為關切。主要問題如下

- 1.核四工程近況。
- 2.核四廠停工期間，廠房結構外露之鋼筋有生鏽之現象，核四復工後如何處置。
- 3.核四停工後，施工期間所僱用之外勞如何處置。
- 4.在核能電廠之延長運轉期限方面，是否有規劃。

上述之問題，我方於會議中之答覆，簡述如下：

- 1.目前核四工程總進度約 38%。核四工程雖然於 2001 年 2 月 14 日宣佈復工，但復工程序複雜，例如核島區主要供應廠家美國奇異公司之下游協力廠家就有百家，直到 11 月中旬所有奇異公司之下游協力廠家才全部同意復工。目前工程有三項影響時程之要徑項目，它們是模擬器、DCIS(數位儀控系統)、汽機廠房及安裝。核四廠一號機預定商轉日期順延至 2007 年 7 月。

2. 核四廠停工期間，廠房結構外露之鋼筋生鏽問題，於核四復工後，原能會即採取兩項具體管制措施，亦即：要求台電公司依各廠房施工現場鋼筋之種類及生鏽情形，取樣檢查並試驗其強度是否符合設計之要求；鏽蝕之鋼筋應先以水刀清除浮鏽並經檢查合格後，方可進行後續之混凝土澆置作業。此外，原能會並聘請國內專家學者協同赴現場查驗並評估鋼筋鏽蝕情形，本案並有專案評估報告。
3. 有關核四停工期間之外勞問題，因核四工地之外勞，台電公司並不直接僱用，而係為相關工程承包商所僱用。核四停工期間，外勞之解僱，則由相關承包商依其相互間之合約條款處理。
4. 至於核能電廠之延長運轉期限之規劃方面，國內核能電廠運轉迄今，雖只二十餘年，然而長期以來，即密切注意國際間相關核能電廠延長運轉期限之相關研究及作法，並列為我方之重要參考資訊。

經討論後，雙方皆認為核能之發展與管制，必須有相對應之法令與之配合，日本方面在這方面已累積相當之經驗，日方代表建議中日雙方可藉由交流或辦理研討會的方式，來相互觀摩與學習。此外，本次會議中，日方亦提及現階段有關核能發電之發展中，面臨了廠址選擇以及電力傳輸線之建構等兩項必須面對並尋求妥善解決之道的問題，日方因應之道應可供我國之參考。

座談中的另一項主題為放射性廢棄物的處置，日本政府認為放射性廢棄物最終處置的成功與否是未來核能發電的關鍵。因此在 2001 年 5 月通過了放射性廢棄物最終處置法，2001 年 10 月 18 日經過通商產業部長的認可依法成立了「原子力發電環境整備機構」NUMO，負責高放射性廢棄物最終處置場的選址、申請執照、建造、運轉、關場、以及收集基金等，此外並負責執行處置場安全技術精進所需的研發（偏重經濟及實務），其他相關政府機關負責制定法規、安全評估、地質科學、技術精進（偏重增進民眾信心），日本核燃料公司（JNC）負責增進處置技術的可靠性，並建立安全評估方法與資料庫。另外並成立了原子環境整備促進資金管理中心（RWMC）負責基金的財務管理，並可將基金購買債券保值，此機構亦為經濟產業大臣所認可。

NUMO 的性質屬於政府部會認可成立的民間法人，目前有五十位工作人員不具公務員身份，但一切福利、獎懲均比照公務員。NUMO 每年 3 月向電力公司徵收每度 0.13 日元的基金。

根據放射性廢棄物最終處置法規定，成立 NUMO 後即進行概要調查。在 2010 年選定精密調查地區，在 2025 年選定最終處置場，並在

2035 年開始實施最終處置作業，目前即將公布處置概念及場址選擇準則。另外值得一提的是，日本的最終處置法是以安全、透明、與地方共生、及使民眾瞭解的原則進行場址選定，如果地方民眾不同意，國家仍可依相關投資使用權的法律予以徵收。又日本 JNFL 公司在日本青森縣興建中的核燃料再處理廠，將在 2005 年完成，每年可再處理燃料 800 噸，由於仍不足以應付每年產生的用過核燃料，因此日本政府將在青森縣興建一座集中式的乾式中期貯存設施以為因應。

原能會自八十四年起推動鋼鐵廠進行原料及產品輻射檢測制度，國內鋼鐵業均能配合良好，尤其國內設有熔煉爐之鋼鐵廠，均裝設高靈敏度的門框型車輛偵檢器，可立即檢測出進出廠車輛所載運之輻射異常物，杜絕輻射污染鋼鐵材之生成。近年因經濟不景氣，部分廠商於停業時，對射源未盡保管責任且未依法辦理，致產生射源遺失，甚至誤熔入煉鐵廠，故趁會議之便詢問日方對於無主的射源進入鋼鐵廠被誤熔可能產生的影響及其經驗，以及日本對於射源的管理方式。日方表示該國約有 5 千多家廠商使用射源，管制上係委託一財團法人之「原子力安全技術中心」執行，且似乎沒有發生是類事件，並建議我國若有需要可與該中心聯絡及交流。

同時日方也希望原能會指定一個人擔任安全及緊急事件的聯絡窗口，俾可及時提供相關資訊，發揮核能安全無國界的合作精神。我方代表團長隨即指派原能會核能技術處處長擔任我方聯絡窗口，並介紹給日方與會人士認識。

（四）參加太平洋核能會議年會

此次太平洋核能會議（PNC）於 4 月 21 日（星期日）上午九點十五分至下午六時假東京日本原子力產業會議辦公大樓舉行，共有美國、中共、澳洲、俄羅斯、日本、韓國及我國代表二十餘人參加，我國由物管局李副局長若燦代表我核能聯會（NEST）參加，會中討論的事項包括：

1. 主動邀請北韓參加今年（2002 年）十月於大陸深圳舉行的第十三屆太平洋盆地核能會議（PBNC）。
2. 無異議通過俄羅斯的入會申請案，俄羅斯代表並宣佈希望爭取 2008 年第十六屆 PBNC 會議於海參威舉行。
3. 申請成為 IAEA 及聯合國氣候改變公約（UNFCCC）的非政府組織會員。

4. 由大陸核學會代表報告第十三屆 PBNC 籌備進度，決議廣邀亞洲各開發中國家參與，論文摘要截止日期延長至今年 5 月 31 日止，6 月 30 日將通知論文是否被接受，目前已有二百篇論文摘要提出，每一國家可享受一名團員免報名費。
5. 確認各會員國組織之會員數，我國小於五百人，會員費為五百美元。
6. 討論第十五屆 PBNC 會議之主辦國，由於僅有澳洲核能學會提出在雪梨召開的建議書（如附件），大會並未做成決議，我國已表示無意主辦十五屆 PBNC，如有意舉辦 2008 年第十六屆 PBNC 會議，可參考澳洲核能學會提出的建議書及早預為準備。
7. 決定下次 PNC 會議之日期為 10 月 21 日（星期一），地點為大陸深圳。
8. 日本代表介紹高放射性廢料（HLW）之國際合作概況論文（如附件），其中論及國際合作之優點為：
 - ① 足夠的經濟規模
 - ② 分擔費用、分享成果
 - ③ 對小國提供較佳的選擇方案
 - ④ 增進透明度
 - ⑤ 安全及非核擴散的優勢缺點為：
 - ① 需要冗長的國際協商
 - ② 對國內的處置計畫將造成負面效應
 - ③ 需要國際間的運輸
 - ④ 升高倫理及公平的爭議最後建議未來可能合作的領域為：
 - ① 共同的安全標準及技術規範
 - ② 有關高放射性廢料的共同風險評估及風險溝通計畫
 - ③ 高放射性廢料共同研究發展計畫，例如美國能源部推動的國際地質處置科技中心（ICGRST），其中地下實驗室的合作概念尤其值得探討。

以上的論點相當中肯，值得國內廢料界參考。

另外文中亦介紹日本放射性廢棄物專責管理機構（NUMO）成立經過及職掌，本文中已另闢章節介紹 NUMO。並介紹韓國亦在韓國電力公司下設放射性廢棄物專責管理機構（NETEC），負責管理所有的放射性廢棄物，以自願、民主、公開、回饋地方的原則尋找一座處置場址，因此成立專責核廢料管理機構已是世界潮流，我國亦宜加速推動立法成立

此專責機構。

(五) 參加國際核能聯會會議年會

國際核能聯會 (INSC) 年會 4 月 25 日上午十時於東京日本核能學會 (AESJ) 辦公室舉行，各國代表包括日本、韓國、美國、法國、澳洲、巴西、及我國共計十五人參加，我國由物管局李副局長若燦代表核能聯會出席。會中討論第三屆 INSC Global Award 獎章。

我國曾在去年向國際核能聯會推薦日本的向坊隆先生接受第三屆 INSC Global Award 獎章，向坊隆曾任東京大學校長，對國際核能合作貢獻良多，經我推薦後，獲得日本、韓國代表支持，乃在此次會議中宣布由向坊隆獲頒此獎章，並在會議結束後舉行頒獎儀式，邀請日本媒體採訪，日本核能界視為一大盛事，對我國之提名相當感激，並盼邀我核能聯會胡理事長錦標參加晚宴，惜因胡理事長此次未能成行而作罷。

另外會中討論以 NGO 名義加入聯合國文教組織 (UNESCO)，聯合國環保組織 (UNEP) 及原子能總署 (IAEA)，其中 UNESCO 建議 INSC 先加入聯合國認可之國際工程技術理事會 (ICET)，至於 IAEA 已獲准加入，並將派員參加今年九月於維也納舉行之 IAEA 年會。

會議中通過了以各會員國之名義草擬之減少二氧化碳宣言，並分發至各國國際環保會議，接著討論各九個工作小組的報告，並討論 2001-2002 年的秘書工作將輪由日本、澳洲或我國的代表推薦。最後會中決議下次會議將於 11 月 17 日上午九點假美國華盛頓首府舉行，並擬邀請前能源部民用核廢料辦公室代理主任 Lake Barrett 演講，會議在下午四點結束。

(六) 參觀日本東京電力公司柏崎刈羽核電廠

於 4 月 25 日參訪與我國核能四廠同為進步型沸水式核能機組的柏崎刈羽核電廠。

東京電力公司有三所核能發電站，它們是福島第一核電站、福島第二核電站及柏崎刈羽核電站。柏崎刈羽核電廠位於日本新潟縣柏崎及刈羽兩市交界，濱日本海之處。該廠計有七部核能機組，其中一至五號機為奇異公司 BWR-5 之沸水式核能機組 (國內核一、二廠則各屬 BWR-4 及 BWR-6 型)，而六、七號機則為日本東芝及日立公司與美國奇異公司合作設計之進步型沸水式核能機組，我國核四廠即採用與其同類型之反應爐設計。柏崎刈羽六、七號機各自於 1996 年 11 月及 1997 年 7 月開始商業運轉，而其運轉績效則可列為全世界核能運轉機組中之前茅。本次參訪，

即以此兩部機組為主要對象。

從東京到柏崎核電站參訪，須搭乘新幹線高速列車至長岡，與我們同行的還有韓國相關人員四名，由 JAIF 派的本田小姐協助訪問行程的安排。到了長岡，一股清涼的氣息沁入心肺。柏崎核電站的副所長井村功先生隨車來接大家，先到展示館，並由所長武黑一郎先生給大家簡報，並座談。下列問題，是本團請教柏崎的。

(1)問：K6/K7 控制室操作盤是採用觸控式平面顯示幕 (Flat Panel Display)。當機組在大修或運轉中需掛卡檢修設備時，其管制掛卡制度為何？

答：

觸控式平面顯示幕因採用軟體開關(Software Switch)無法像一般電廠有硬體開關(Hand Switch)可懸掛禁止操作或指示卡以為管制，除了該設備在檢修時以程式軟體設定讓運轉員無法操作外，有些時候同一設備會有不同的檢修單位須多重管制而須掛許多卡，為適應平面顯示幕無處可懸卡，而在各控制盤背後設有盒子，將所須掛之卡置於盒內，當工作結束時，再將對應之卡銷除，直到所有管制卡銷除後，運轉員才將軟體設定管制解除而可操作。

(2)問：在機組試運轉時，常需要模擬某些狀態以便能執行試運轉程序書，在傳統控制的機組試運轉時，大多用跨接線(Jumper)或拆線等方式來達成狀態模擬，如果 K6/K7 是數位控制，如何來模擬？

答：

對於非安全系統如廢料系統，仍是採跨接或拆線方式來達成狀態/連鎖信號之模擬，有關跨接/拆除線有一定的作業程序來管制。

對於安全系統，則採用合格的測試開關或驗證過的軟體測線邏輯來模擬。當然，軟體測試邏輯是寫在唯讀記憶體(ROM)內，且通過 Verification & Validation。

(3)問：在試運轉或起動試驗階段，K6/K7 對於軟體程式修改之構型管理如何？

答：

K6/K7 採用兩份程序書來管制有關在試運轉與起動階段之軟體修改作業。第一份是軟體修改/變更管制，另一份是文件管制。

(4)問：K6/K7 在試運轉前之管路/設備沖洗工作是如何安排進行？

答：

因 K6/K7 是 turn-key 方式建廠，因此在建廠階段的管路沖洗作業，

都是由合約承包商執行。東京電力公司僅就沖洗之程序與結果予以審查。

(5)問：東京電力對使用 MOX 核燃料態度如何？

答：

使用 MOX 核燃料是以核能作為能源永續發展的正確選擇過程。柏崎刈羽核電站目前存有二十多束 MOX 核燃料，但因地方居民仍有疑慮，在未充分溝通前，暫不使用。

(6)問：於簡報圖上柏崎電廠出水口與外海間有一圍籬隔堰，其功能為何？

答：係為了降低溫排水的水溫所設計，使溫排水先於此區內降溫後，再慢慢溢留至外海。

參觀於聽完簡報及詢問後展開，由副所長井村功先生帶大家先至核能展示館、反應爐廠房、汽機廠房、主控制室參觀，並至由反應爐延伸而上，位於更換燃料樓層之反應爐軸向中心點位置，體驗其極低之劑量率，最後並對其廠內周圍景觀作一巡禮。

4月25日當天，二號機和七號機正在大修，包括包商及員工，約有5,000多人在柏崎刈羽核電站內工作。我們參觀的是六號機。日本電廠的廠房管理是世界一流的，除了清潔整齊外，許多規劃設計十分人性化，小地方十分周到。從進入管制站至主控室、反應爐廠房、汽機廠房，色彩佈置亦可用賞心悅目來形容，卻除人們對核能電廠冷酷之刻板印象。

進入輻射管制區的管制程序，除必要的人身輻射防護偵測外，其餘的程序十分簡單，除脫鞋、換鞋外，並無特別換穿防護衣。這顯示 K6/K7 對於污染管制之成功與自信。大家到反應爐廠房之反應爐正上方之樓層照了一些照片，顯示沒有什麼輻射劑量。

參觀廠房後順道至溫排水出口，K1 至 K4 共用一個出水口，K5 至 K7 共用另一個出水口。出水渠道非常短，且用消波塊圍起來，此設計值得探討。而在此出水口區設置了一個以蓋革偵檢器為偵檢頭的海水監測器進行連續監測。

參觀結束再回到展示館與所長座談，因核四廠打算在今年開始編寫試運轉程序書，希望能有一份 K6/K7 之試運轉程序書 copy 本，作為編寫之參考。但廠方人員告知，程序書屬日立公司之財產，而不能 copy 給我們。此外，亦請其提供了一份詳細的年度報告供我方攜回參考，該報告內容包括電廠各機組的運轉、性能、事故方面的信息，和環境監測的結果，以及為保證核電廠安全運轉所採取的例行自我調節活動。此年度報

告係提供給當地或鄰近地區的居民以及政府官員，使其獲知有關活動與安全的訊息。

(七) 日華原子力連絡會議

4月26日訪問關西原子力懇談會並進行會議，首先由我國台電公司核能四廠徐懷瓊廠長就核四工程近況，再由雙方作問題討論。

日方問題，摘要如下：

- 1.問：3月31日台灣發生規模6.8地震，核四工地測得之地震強度為何？對工程建築有何影響？

答：

3月31日發生之地震，在工地附近（澳底國小）測震儀測得三級地震。根據“核四計劃有關地震對龍門計劃構造物影響之評估準則”，在混凝土澆置後七日內發生地震時進行評估。本次有一區塊混凝土在3月27日澆置，施工處依據本辦法將相關資料送往評估，結果無影響。

- 2.問：核四廠數位儀控系統與日本K6/K7儀控系統有何差異？

答：

東京電力K6/K7之數位儀控系統為獨立之數位控制。而核四廠之數位儀控系統為網路架構，比較複雜。

- 3.問：除儀控系統外，還有那些主要差異？

答：

核四廠有將因應嚴重核子事故之措施納入設計，而K6/K7沒有。

本項會議中，日方提及有關進步型沸水式反應器核電廠中，其內置再循環泵（RIP）儀器控制、混凝土配比、以及微調控制棒耦合機構採用新型材料之經驗，可供我方之參考。建議可藉由邀請其相關專家來會舉辦研討會，以及取其經驗。

(八) 參訪日本NUMO及RWMC

1. 參訪「東京原子力發電環境整備機構」（Nuclear Waste Management Organization of Japan, NUMO)

NUMO是在核燃料經再處理後需作安全及可信之長期處置考慮下，於西元2000年6月間立法（Specified Radioactive Waste Final Disposal Act, 7 June, 2000）通過之專責機構，同年10月18日正式成立。

NUMO的主要運作經費來自於「經濟產業省」(Ministry of Economic, Trade and Industry, METI)，並接受「原子能委員會」(Atomic Energy Commission, AEC)及「核安全委員會」(Nuclear Safety Commission, NSC)的監督與管理。NUMO現階段的主要任務為：

(1) 籌措核後端基金。

(2) 選取高放射性核廢料(HLW)的候選場址。

(1) 核後端基金

日本目前共有52座核電機組，產生45,742百萬千瓦電力，另外有3座正在興建中，預計產生3,837百萬千瓦電力，規劃興建的則有4座，預計產生4,493百萬千瓦電力，因此日本未來將有59座核電機組，總產生電力為54,072百萬千瓦。產生之核廢料種類可分為低放射性(LLW)及高放射性(HLW)兩種，放射性核廢料主要包括：前端設施所產生之鈾廢料、核電廠固體塊、濃縮液體與污染性金屬等、及後端超鈾廢料(TRU Waste)。整個後端處理經費預計需3千億日圓，主要由每千瓦小時(KWh)電中抽取約0.13日圓作為後端處理基金(註)。核後端基金雖由NUMO負責籌措，但關於該基金的管理工作，則由「原子力環境整備促進・資金管理中心」(Radioactive Waste Management Funding and Research Center, RWMC)來負責；關於RWMC的功能特性，請參考下一章的相關介紹。

(2) 候選場址

NUMO目前計畫所採取的選址程序，主要可分為：

(a) 候選場址公開評選(Open Solicitation for Preliminary Investigation Area)階段。

(b) 候選場址初步調查(Preliminary Investigations)階段。

(c) 場址詳細調查(Detail Investigations)階段。

候選場址公開評選階段

在NUMO完成所謂的「候選場址公開評選程序之基本策略」(Basic Policy Behind the Selection Procedure for Preliminary Investigation Areas for HLW Disposal)後，將展開候選場址的公開評選工作，並於2005年左右，決定出候選場址。目前「候選場址公開評選程序之基本策略」的工作重點

在撰寫關於所謂「選址條件」(Siting Factor)及「場址概念」(Repository Concepts)兩份文件的相關內容。公開評選工作的流程，簡述如下：

NUMO 寄發邀請函及相關文件至各縣市、鄉鎮；主要包含下述四個文件：

申請步驟(Introduction for Application)說明。

場址概念(Repository Concepts)說明。

選址條件(Siting Factor)說明。

合作計劃 (Cooperation Plan for Local Municipalities)說明。

其中 B, C 兩項將於今年秋季提出，未來進展值得特別注意。NUMO 針對自願地區及其鄰近地區的地質特性，進行文獻蒐集與研析，根據「選址條件」(Siting Factor)文件中之原則，並考量自願地區所指定之專家學者的意見，來進行候選場址的評選工作。

將評選結果，寄發各縣市、鄉鎮首長及地區領袖。

舉辦評選公聽會。

向 METI 報備評選結果，並根據 METI 的意見，修訂 NUMO 的執行計畫。

候選場址初步調查階段

NUMO預計於西元2010左右，完成候選場址的初步調查，並決定需要進行詳細調查之場址。在初步調查階段的過程中，NUMO每年會於調查地區公告並解釋下一年度的調查計畫與上一年度的調查成果，以獲得當地百姓的了解與支持。

場址詳細調查(Detail Investigations)階段

NUMO預計於西元2025年左右，完成場址的詳細調查工作，並決定最終處置場的場址，以便能於西元2033~2038年期間，完成處置場的建造，以及開始進行用過核燃料的最終處置作業。

NUMO目前共有50人左右，分為總務部門(General Affairs Division)及技術部門(Science and Technology Division)；總務部門佔有28人(含理事會)，技術部門則約有22人。為讓機

構能有效執行目前任務，組織內亦成立兩個諮詢單位，分別為「國內技術諮詢委員會」(Domestic Technical Advisory Committee, DTAC)及「國際技術諮詢委員會」(International Technical Advisory Committee, ITAC)，以協助相關業務推展。

2. 參訪「原子力環境整備促進・資金管理中心」(Radioactive Waste Management Funding and Research Center, RWMC)
「原子力環境整備促進・資金管理中心」(Radioactive Waste Management Funding and Research Center, RWMC)的前身為「原子力環境整備促進中心」(Radioactive Waste Management Center, RWMC)，成立於1976年，為一受「經濟產業省」(Ministry of Economic, Trade and Industry, METI)監督管理之財團法人研發機構。本機構成立之初的主要任務是進行低放射性核廢料海洋處置及陸地處置方面基本研究；1979年以後則準備接受經國外再處理過之高放射性核廢料(HLW)及其處理(Treatment)與處置(Disposal)方法之研究；1985年則開始進行全尺寸(Full Scale)均質固體廢料淺層貯存場方面之研究；1987年及1988年則分別針對安全處置成本及超鈾與含鈾廢料處置系統方面之研究；1990年以後則著重於全尺寸之其他固體廢料淺層貯存場方面之研究。

依據「特定放射性廢料最終處置法規」(Specified Radioactive Waste Final Disposal Act, 7 June, 2000)的相關要求，RWMC在2000年11月以後的新增任務為：管理高放射性核廢料處置基金及支援國家高放射性廢料(HLW)地層處置相關政策之建立。所謂高放射性核廢料處置基金的管理實為財務之管理，從事政府公債、公司債等低風險投資。基金之運用則由NUMO提出計畫，由METI核定。

RWMC現階段研發計畫主題包括：

事業環境整備研究(Advanced Waste System Research)：如現場調查工作流程(Survey Flow)與資料應用流程(Data Flow)建立、廢料桶遙控技術、地下試驗室(URL)國際性合作研究等。

基準及安全研究 (Safety Requirement and Research Project)：如淺層陸地處置系統、含鈾廢料與清除標準等方面研究。

情報技術研究 (Geological Disposal Information Technology Project)：如遙測技術應用於貯存場選址、先進地球物理技術開發與應用、場址調查系統流程 (System Flow) 建立等。

以下僅針對RWMC在「調查工作流程」(Survey Flow)及「資料應用流程」(Data Flow)內容，分別加以說明。

調查工作流程

RWMC目前所規劃的「調查工作流程」主要可分為3個步驟：

地質長期穩定性資料蒐集；調查方法又可分為：

區域調查(全日本)：包含現有資料蒐集分析、衛星影像分析、相片基本圖分析、空中磁力與照相、地表地質調查、地形圖分析、地形測量等。

細部調查(5km x5km)：包含地表地質調查、相片基本圖分析、地形測量、空中照相等。

細部調查區之深地層地球物理調查及活動斷層對地質長期穩定性影響分析；調查方法主要為電磁波及震測調查。

特定地區之地質環境特性調查；調查方法包含室內相關實驗與現地調查。

資料應用流程

「資料應用流程」之建立目的在確認資料取得的必要性，以及描述特定資料的角色與功能。在RWMC所建立的「資料應用流程」中，主要分為：調查方法的確認、必要產出資料的確認、資料的解釋、概念模式的建立，以及資料的應用等五大部分。

在「調查方法的確認」方面，主要確認各種的遙測(Remote Sensing)、地表調查(Surface Survey)、地球物理探勘(Geophysical Exploration)、鑽孔試驗(Drilling Test)，及室內試驗(Laboratory Test)的方法及適用性。

在「必要產出資料的確認」方面，目前RWMC歸納出：火山地震資料、斷層及裂隙帶結構、地形、地質構造、裂隙幾何特性、裂隙透水性、地熱分布、K值分布、孔隙水壓分布、化學成份、動態應力分布、靜態應力分布、岩石熱特性、岩石礦物組成、地下水年代，及有機生物型態與濃度等16種資料為必要的產出資料。

根據調查所得的資料，RWMC認為「資料的解釋」之相關工作，考量日本特有的條件，必須著重在火山運動及地震、抬升及沉降特性、侵蝕特性、氣候變遷、區域水文特性、區域地質構造、母岩地下水流特性、熱傳導、溫泉轉換帶分布、擴散及吸附特性、地球化學分布，以及地下水年代分布等12個議題上，並用以針對區域水文、區域地質、裂隙分布、岩石應力，及地下水流系統等特性，進行其「概念模式的建立」。

至於在「資料的應用」方面，地質穩定性分析、功能評估，以及處置場設計等為其主要的3個應用方向。在「地質穩定性分析」方面，「資料的應用」主要是強調在火山活動、地震及斷層移動、地殼抬升、沉降與侵蝕，及氣候變遷等現象的量化描述；在「功能評估」方面，「資料的應用」主要是強調在地質演化情境、地下水流及核種遷移的量化描述；至於在「處置場設計」方面，「資料的應用」主要是強調在處置廊道規格、處置場配置、回填與緩衝材料，及工程障壁長期穩定性等議題的量化描述。

RWMC目前有56位成員，組織架構上除理事會(含理事長、專務理事、常務理事及理事)、監事、積金運用委員會及評議委員會外，下設資金管理業務部、研發計畫部、企畫部(含計畫統合辦公室)及總務等四個主要單位。本機構目前與國內「財團法人核能科技協進會」雙方於2000年4月11日曾簽定「放射性廢料管理資訊交換」備忘錄。

註：據NUMO專務理事鈴木康夫於JAIF日我雙邊會談中進一步解釋：NUMO實際向電力公司收取基金之方式為每燃料棒35,410,000日元，相當於每度電0.20日元。其中0.07日元為已產生之高放射性廢料，0.13日元為預估未來需求。

四、心得與建議：

(一) 我國低放射性廢棄物最終處置之計畫，已由台電公司於民國 87 年 2 月選出金門縣小坵嶼為優先調查候選場址，目前已向環保署及經濟部提出環境影響說明書與投資可行性研究報告，正在審查中，鑑於兩岸政治不確定性高，大陸的態度及未來可能的干預均非我方可掌握，如果小坵的推動遭遇困難，台電公司勢必另覓場址重新來過，勢必又使民眾對政府的能力感到懷疑，因此建議台電公司先覓妥候備場址，並展開候備場址調查，同時可參考日本的方式立法，建立具體的建場時程及專責法人機構，並明文規定透過公權力來解決地方的反對以彰顯政府解決核廢料問題的決心，都是國內目前亟需在短期內推動的。此外亦可思考成立跨部會的最終處置推動委員會由經濟部、原能會、環保署、內政部等部會次長組成，針對候選場址定期討論以達成共識，將有助於縮短覓妥場址的期間。

(二) 由於各核能國家的預算均向下調整，凸顯了國際核能合作的重要，近年來國際間在核能安全、核廢料及核能研究的合作已顯著增加，除了可分享經驗，增進各國的整體核能安全水準，並可減少各國核能業者及納稅人的負擔，故我國應積極加強國際核能合作。

陳副主任委員此次率團參加 JAIF 第三十五次年會，深感確有必要加強國際合作，並建議成立國際合作推動小組，以具備歐洲、北美洲、亞太地區國際合作經驗人員組成，主要的任務在協助推動國際合作，並將曾接觸的各國及核能組織的主要人物資料建檔，協助培植國際事務人才，提供包括在外賓接待、國際禮儀、參加國際會議方面之經驗傳承，並定期開會提供國際合作與交流之建議。

(三) 本次參訪柏崎核電廠對其井然有序之廠房佈置及外圍景觀規劃印象深刻，而其參觀動線中陳設適量藝術品，在生硬的工程結構中，又不突兀的顯露些許文藝的氣息，可見該公司用心之良苦。再則核能電廠廠房內，因輻射污染及清除較為困難之問題，一般而言，並不使用地毯，然而該廠在輻射管制站內之部份區域，仍舊鋪設地毯，可見其對輻射之管制，具有深度之信心。此外，其核能展示館內之設備展示大都能以縮小比例及剖面之方式，讓核能電廠之結構、系統及組件原貌重

現，值得國內學習。

- (四) 二次世界大戰戰敗後，日本卻除軍事包袱，全力發展經濟又成為經濟大國，除電子製造業稱霸全球外，核能工業亦逐漸由技術輸入國發展為獨立產業體系而形成輸出國，在核能發電技術營運管理方面，值得借鏡的地方甚多。台電核四廠的基本設計源自東京電力公司的進步型沸水式反應爐，核四廠諸多設備亦由日本承製。由於我國鄰近日本，時空距離較近，因此與日本核能技術交流，對我國是益處多多。
- (五) 核能安全無國界，國際間應彼此加強合作，解決核安問題，惟因中共的阻撓，政府間的核能組織，我國大都無法參與（如 FNCA 亞洲核能產業合作組織即為一例），我國擬透過國外民間組織（如 JAIF）的協助，積極主動參與國際核能社會的活動。今年 10 月 7、8 日第 24 屆日韓核能產業會議將在日本舉行，JAIF 首次邀請我國派二名以觀察員身分出席（該會議以日韓與同步翻譯舉行，故擬派日文佳者為宜）並參與圓桌討論。
- (六) 日本自 JCO 事件後，對於核能事故的緊急應變做了相當程度的強化，不單調整安全管制的架構，並且在原有的災害基本對策法之外，增訂原子力災害特別對策法，詳細規範輻射災害相關專業事項及核設施經營者的責任。此點與我國目前作法類似：在災害防救法之外，另依照核子事故的特性、核設施經營者的責任等，訂定核子事故緊急應變法。部份學者專家對於是否應於災害防救法之外另訂核子事故緊急應變法乙節，曾有不同之看法，認有疊床架屋之虞，日本因應 JCO 事件後之作法，應有助於在立法過程中之溝通協調。
- (七) 在應變實務架構方面，為加強核子事故時之統籌應變功能，依照原子力災害特別對策法第十二條規定，由主管大臣指定設置緊急事故應急對策中心（目前全國有十八個），事故時在其中設置災害現場對策本部，蒐集災害資訊，並成立原子力災害聯合應變協議會，統籌中央與地方政府之資源，執行應變救災之工作。我國從去年開始，利用年度核安演習的機會，試辦全國核子事故處理委員會（全委會）現場指揮中心的運作，並希望逐步結合救災中心及支援中心的現場（或前進）指揮機制，成立全委會現場聯合指揮中心，這個構想與日本設置緊急事故應急對策中心之作法，極為類似，建議未來在這方面可以加強資

料蒐集與資訊交流，俾做為強化我國緊急應變機制之規劃參考。

- (八) 基於核能安全無國界之認知，中日雙方對於核子事故之資訊交流建立更暢通管道之事，雖已建立共識，惜因政治考量，對建立官方聯繫管道日方遲未提出具體行動建議。此行會議，日方正式提出希望我方指定專人作為中日雙方固定對口單位，會議中我方團長隨即指派原能會核能技術處處長擔任我方聯絡人，預期中日雙方在核子事故之資訊交流方面將邁入一個新的里程。建議未來本會在整體對日交流合作上，亦將核子事故緊急應變相關之資訊交流，列入重點項目之一，初期可著重在人員互訪、演習觀摩、應變體系與實務之經驗回饋等方面。由於中日雙方地理位置毗鄰，前述交流逐步落實後，可進一步促成建立類似我國與 USNRC、IAEA 之間的通報管道，並舉辦區域性聯合演習，以強化雙方甚或多方通報應變及相互支援能力。

五、附圖

六、附件

- (一) 我代表團名單
- (二) 行前規劃與日方討論之議題及資料
- (三) 與 JAIF 會談名單及關西原子力懇談會名單
- (四) 第 35 屆 JAIF 年會重要演講彙編
- (五) 日本柏崎電廠設施概要
- (六) 澳洲核能學會所提第十五屆 PBNC 會議主辦國建議書
- (七) 日本代表介紹高放射性廢料之國際合作概況論文
- (八) 攜回資料目錄 (資料存核研所綜計組)