

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：其他)

出席第 20 屆台日核安研討會/第 2 屆 JNES - NuSTA 研討會  
暨參訪核能設施與機構

服務機關：行政院原子能委員會

出國人職稱：副主任委員、處長、辦公室主任、副處長、  
副局長、副主任、科長

姓名：楊昭義、陳宜彬、黃粟來、陳衛里、  
唐發泰、陳建源、劉東山、張欣

出國地區：日本

出國期間：94 年 11 月 13 日至 11 月 23 日

報告日期：95 年 1 月 15 日

# 目 次

## 摘 要

### 壹、 出國目的與行程

- 一、緣起與目的 ..... 1
- 二、代表團名單 ..... 3
- 三、行程 ..... 3

### 貳、 公差紀要

- 一、第 20 屆台日核能安全研討會 ..... 4
- 二、與遠藤先生會談 ..... 5
- 三、2005 台日原子力懇談會 ..... 7
- 四、第 2 屆 JNES - NuSTA 研討會 ..... 8
- 五、參訪島根電廠 ..... 9
- 六、參訪 Spring-8 ..... 11
- 七、拜會駐日代表處 ..... 13
- 八、拜會日本原子力安全保安院 (NISA) ..... 14

### 參、 心得與建議 ..... 15

### 肆、 參訪照片 ..... 22

### 伍、 附錄

- 一、附件 1：台日核能安全研討會台灣代表團名單 ..... 29
- 二、附件 2：台日核能安全研討會會議內容 ..... 31
- 三、附件 3：2005 台日原子力懇談會名單 ..... 44
- 四、附件 4：第 2 屆 JNES - NuSTA 研討會會議內容 ..... 46

## 摘 要

為加強台日核能技術暨資訊之交流，行政院原子能委員會由楊昭義副主任委員率領 11 人之代表團前往日本，進行為期 11 天(11 月 13~23 日)之訪問活動。行程概分為三類：(1) 出席「第 20 屆台日核安研討會」、「2005 台日原子力懇談會」及「第 2 屆原子力安全基盤機構 - 核能科技協進會(簡稱 JNES - NuSTA)研討會」等 3 項會議、(2) 參訪島根電廠、中電附屬醫院 PET 與 Spring-8 及(3)拜會台北駐日經濟文化代表處與日本原子力安全保安院(簡稱 NISA)。

出席會議方面，以參加「第 20 屆台日核安研討會」與「第 2 屆 JNES - NuSTA 研討會」至為重要。兩項會議雖性質不同——前者屬性偏重於核能發電業者層面，後者則專注於管制層次；然研討議題之核心皆在電廠建造營運、放射性廢棄物(含用過核子燃料)管理及輻射防護與緊急應變等三大範圍內。值得一提的是：今年「第 20 屆台日核安研討會」於廣島召開，恰值廣島原子彈爆炸 60 週年，意義實為深遠；又「第 2 屆 JNES-NuSTA 研討會」係第一次於日本由代表 NISA 之公法人 - JNES 在其東京總部舉行，本項研討會之圓滿成功，正象徵台日雙方在未來核能之交流更上一層樓！

參訪行程中，以參訪島根電廠及 Spring-8 令人印象深刻，島根電廠運轉中之第 1、2 號機組其運轉員之年輕化與興建中之第 3 號 ABWR 機組刻正進行之整地工程，其施工進度之精準掌控、機具之巨型化及年輕女性操作員之優異表現等等，令我代表團大表佩服。Spring-8 展示館之 DIY 解說模型，顯示出日本推動科技教育宣導所下的深厚功夫；而在將學術研究、教育推廣及工業應用等 3 方面將緊密結合所做的努力，亦予我代表團不少啟示。

有關拜會活動，楊副主委此次拜會駐日經濟文化代表處，與正、副代表及科技組長特就台日兩國核能交流之現況及未來互動充分溝通，獲致與駐日外館共同為台日核能交流努力之共識。至日本原子力安全保安院，亦順利拜會新上任之廣瀨院長，雙方就共同面臨之議題-核能電廠延役、保安、廢棄物與用過核子燃料中期乾式貯存等在管制層面進行交換意見，成功地確立了未來交流之具體方向。

## 壹. 出國目的與行程

### 一、緣起及目的

今年台日雙方核能交流較諸往年呈現出新的面貌，3 月份由行政院原子能委員會(以下簡稱原能會)蘇獻章副主任委員應日本交流協會邀請赴日訪問拉開序幕，5 月份接續由原能會綜計處饒大衛處長組團參加日本核能業界舉辦之「日本原子力產業會議(簡稱 JAIF)」；下半年的重頭戲則首由日本中國電力株式會社(簡稱中電公司)主辦之「第 20 屆台日核安研討會」在廣島召開，次由日本社團法人-關西懇談會辦理之「2005 台日原子力懇談會(昔稱日華原子力聯絡會議)」接續在大阪舉行；另一項新增會議則是由代表日本原子力安全保安院(簡稱 NISA)之公法人-原子力安全基盤機構(簡稱 JNES)在東京所舉辦之「第 2 屆 JNES-NuSTA 研討會」亦排在隨後之時段召開。此 3 項會議均於日本舉行，然性質則有不同：「台日核安研討會」主題涉及業界在核電興建與營運之管理，「台日原子力懇談會」涉及社會層面之宣導與溝通；「JNES-NuSTA 研討會」則較著重於核能安全管制資訊及技術之交流，類屬於管制層面。

原能會做為核能主管機關，針對前述三項性質有所不同但與

業務職掌相關之會議均非常重視，且認為不論主辦、協辦、參與及出席當係責無旁貸之要務；其中，尤以「第 2 屆 JNES-NuSTA 研討會」係第一次於日本召開，此會議之成功與否，儼然成為台日核能擴大交流之一項新指標。故此次日本公差，特由楊昭義副主任委員(以下簡稱楊副主委)領銜率領一個 11 人之代表團往赴東瀛，成員包含主委辦公室、綜計處、輻防處、核技處及所屬機關-物管局與偵測中心各 1 人、核管處 2 人；以及所屬機關核研所 3 人。

原能會代表團之行程從 11 月 13 日起，迄 23 日止，共計 11 天。除預訂依序出席「第 20 屆台日核安研討會」、「2005 台日原子力懇談會」及「第 2 屆 JNES-NuSTA 研討會」等三項會議外，途中另行安排參訪中電公司島根電廠暨新建 ABWR 整地工程及所屬醫院 PET；以及日本於 1997 年建造完成、號稱世界第一之同步輻射 Spring-8 設施。此行另一項重要任務則是拜會二機構，一是我國駐日代表處；二是 NISA。拜會前者，係期與外館同心協力共謀拓展台日核能交流之道；至於 NISA，乃係得知該院新近改組，由廣瀨研吉先生升任院長，拜會目的當在於掌握情勢創造新的交流契機。

## 二、代表團名單

楊昭義	原能會副主任委員
陳宜彬	原能會核能管制處處長
黃粟來	原能會主委辦公室主任
陳衛里	原能會綜合計畫處副處長
唐發泰	原能會放射性物料管理局副局長
陳建源	原能會輻射偵測中心副主任
劉東山	原能會核能技術處科長
張欣	原能會核能管制處科長
鄭永富	原能會輻射防護處處技士
李定一	原能會核能研究所研究員
陳又平	原能會核能研究所助理研究員
趙椿長	原能會核能研究所助理研究員

## 三、行程

11/13 (日) 去程 (台北→福岡→松江)

11/14 (一) 參觀島根電廠

11/15 (二) 台日核能安全研討會

11/16 (三) 台日核能安全研討會

11/17 (四) 廣島→大阪拜會關西懇談會

11/18 (五) 參觀 Spring-8 同步輻射中心

11/19 (六) 路程前往東京

11/20 (日) 假日

11/21 (一) JNES/NuSTA 會議、拜會駐日代表處

11/22 (二) JNES/NuSTA 會議、拜會 NISA

11/23 (三) 返程 (東京→台北)

## 貳. 公差紀要

### 一、第 20 屆台日核安研討會

今年第 20 屆台日核能安全研討會，日方之主辦單位是中電公司，其為配合廣島原子彈爆炸 60 週年，故特別選在廣島市的 Prince Hotel 舉辦，該飯店面臨瀨戶內海，風景優美；兼之遠離市塵（與廣島市有一大段距離），環境清幽，確為一非常理想之會議場所。

本次會議從 11 月 15 日至 16 日共舉行 2 天，出席會議人員日方有 70 人，台灣代表團 31 人（原能會 9 人、台電 9 人、核研所 3 人、核資中心 2 人；清大、中興顧問公司、工研院能資所、核協會及 AREVA 各 1 人；以及眷屬 3 人，名單如附件 1），共計



101 人。

開幕式由中電公司副社長山下隆主持，原能會楊副主委於會中以「台灣核能管制現況」為題，發表特別演講；其他日方安排之特別演講有三，分別是（1）前原子力委員長-藤家洋一：「核能新時代來臨」、（2）廣島大學教授-神谷研二：「廣島大學緊急輻射醫療網路系統」及（3）前駐 IAEA 大使-遠藤哲也：「禁止核子擴散體制及日本之因應」。緊接著正式展開研討會，共分為（1）核能電廠建設、運轉及維護、（2）放射性廢棄物及用過核子燃料管理（3）輻射防護及緊急應變等三個分組（主題）依序進行，其方式：首先是約 15 分鐘之論文簡報，其次是 5 分鐘討論。本次研討會共發表 23 篇論文；我方發表 14 篇，其中原能會共發表 7 篇、台電公司發表 4 篇。會議全程均以日華語同步翻譯方式進行。有關第 20 屆台日核能安全研討會詳細內容，列於附件 2 中。

## 二、與遠藤先生會談

11 月 15 日晚上 7:20，日本前駐 IAEA 大使遠藤哲也先生，在 JAIF 國際合作主管中杉秀夫陪同下，與我方楊副主委、陳處長宜彬、黃主任粟來進行會談。遠藤大使談話重點有 2：

1. 最近，IAEA 署長 Mohamed El Baradei 先生經由北韓、伊朗等

國家核武發展問題之處理經驗，提出「國際核燃料銀行（International Nuclear Fuel Bank）」的構想，並稱此構想已獲得美國及俄羅斯的支持。此構想具有雙重目的：一是，加入此由 IAEA 負責營運之核燃料銀行的國家，可獲得保證核燃料供應，不受國際政治干擾（但需放棄發展包括鈾濃縮及用過核子燃料再處理的核燃料循環技術）；二則，阻止核能發電之國家，假和平用途之名，發展獨立自主的核燃料循環技術以至發展核武。由於此構想並不適用於核武國家，故目前檯面上僅有日本（因其正建立鈾濃縮及再處理技術）可能受到影響。為免於受到世界各國的孤立，日本正積極尋求國際間了解，宣示並強調其核能發電僅用於和平用途，且獨立自主技術對滿足日本能源需求的重要性。

2. 俄羅斯修改國內法律，可接受國外用過核燃料在其「境內貯存」，但不接受「最終處置」。國外報導最有可能考慮將用過核子燃料運往俄羅斯貯存的三個國家是日本、韓國及台灣。美國政府原則上是支持俄羅斯接受國外用過核燃料在其境內貯存的構想，因為若能成事，則日、韓、台將會支付龐大貯存費用，而可間接解決俄羅斯目前核能工業的困境及核武人

才可能流失而造成核武擴散問題。

關於上述第 2 點，遠藤大使提醒：俄羅斯僅提供暫時貯存，隨時有可能改變而要求歸還，不確定因素太大，建議台灣要慎重考慮。我方則表示，美方在台美核能合作會議中已表示，美俄因伊朗問題(目前俄羅斯與伊朗軍事關係密切且輸出核能電廠予伊朗)無法簽署核能合作協定；又依美國原子能法，源自美國核燃料如要轉往第三國，一則需要其與美國有核能合作協定，二則需要美國同意。目前台灣全部核燃料〈韓國部份核燃料〉均來自美國，有關台灣用過核燃料運往俄羅斯貯存之事，美方無法同意。

另我方請遠藤大使以他在日本政府及核能界的聲望，請其考慮建議日本政府，未來台日核能交流可採美國模式，由非官方之亞東關係協會與日本交流協會主辦每年之核能合作會議，雙方政府官員可坦誠交換意見，以補目前日本外務省、經產省、原子力安全保安院等政府單位官員無法參加由 JAIF 主辦之民間台日核能安全會議之缺憾。

### 三、2005 台日原子力懇談會

台日原子力懇談會昔稱日華原子力聯絡會議(舊名稱係取自於日方)，本(2005)年度會議於 11 月 17 日召開，地點在大阪

Granvia Hotel。日方代表團以關西懇談會為主幹，宮崎慶次理事為首率岸田會長等共計 7 人並通譯陸小姐。我方代表團則以原能會為主，楊副主委擔任團長率原能會同仁 5 人、台電 4 人及核協會 1 人〈雙方出席名單詳見附件 3〉。

懇談會分為 2 部分，首先是專題研討會，議程包含開會致辭（宮崎團長、岸田會長及楊副主委）、與會人員介紹、專題報告（梁鐵民處長、陳宜彬處長及高杉政博部長）及討論等（亦詳如附件 3）。議程緊湊，針對雙方核能發展現況與問題進行討論時，均能切中時弊而獲致相互借鏡的效果；而對於核能之發展前景，雙方亦均抱持著正面的看法。其次召開懇親會，以餐會（晚餐）方式進行，席間觥籌交錯、氣氛親切，賓主盡歡！

#### 四、第 2 屆 JNES - NuSTA 研討會

本項研討會之催生係源自前年（2003 年）原能會邱技監（時任副主委）代表歐陽主委拜會 NISA，正式開啟台日雙方核能主管機關接觸之後，第 2 年（即去年）則更進一步，由核能科技協進會（簡稱 NuSTA）出面與代表 NISA 之公法人 - JNES 在台北簽訂合作交流協定，根據此協定，台日雙方每年輪流舉辦是項研討會。去年簽約完成之後，旋即舉辦了「第 1 屆 JNES-NuSTA 研討會」，因此

本(第2)屆 JNES - NuSTA 研討會當輪由日本 JNES 舉辦，亦係第一次於日本舉辦。

本屆研討會於 11 月 21~22 日召開，地點為 JNES 東京虎門總部。我方由楊主委為首，帶領原能會各相關處室 7 位同仁，並同 NuSTA 林英董事長、謝牧謙執行長等共計 10 人與會；日方則由 JNES 所有與議題相關人員(總共 23 人)輪番上陣以及特聘 2 位專業翻譯全程參與。

本屆研討會議題分為五項重點：(1)管制法規、(2)用過核子燃料乾式貯存、(3)運轉異常事件、(4)緊急應變平時整備及(5)建廠稽查。詳細會議內容列於附件 4 中。

## **五、參訪中國電力公司島根核能電廠**

11 月 14 日 9 時整，JAIF 人員帶領第 20 屆台日核能安全研討會的台灣代表團抵達中電公司的島根電廠(該廠座落於日本本島之島根縣松江市鹿島町佐陀本鄉)，由中電公司總處原子力部長親率該廠正、副廠長暨相關課負責人歡迎接待。參訪行程依序先是 50 分鐘的簡報，其次是參觀運轉中的第 2 號 BWR 機組，然後搭車赴第 3 號 ABWR 機組預訂地參觀整地工程，最後是綜合座談(返回簡報室進行)；結束後，離開電廠至島根原子力館(即核

能展示館)用(午)餐。

島根電廠擁有 2 部 BWR 機組，第 1 號機組發電容量為 460MW (BWR-3)，於 1974 年 3 月開始商轉，係由中電公司與日立公司聯手以本土技術建造完成及運轉；15 年後 (1989 年 2 月)，第 2 號機組建造完成投入營運，發電容量增加為 820MW (BWR-5)，在圍阻體、燃料更換、控制棒驅動速度及廢料固化處理等皆有大幅度之改進。該廠正在興建的第 3 號機組，其型式與我國核四相同，均屬 ABWR 機組，在日本而言，是第 5 部 ABWR 機組；其發電容量較核四多一點點，為 1,373MW (核四 2 部機組，各為 1,350MW)。第 3 號機組建地面積為 20 萬 M<sup>2</sup> (含填海 7 萬 M<sup>2</sup>)，自 2004 年 3 月開始進行的整地工程-包括需剷除山坡地計達 260 M<sup>3</sup> 的土方，迄今其進度已近 50%。主體工程將自 2006 年 12 月展開，工期計為 61 個月，預定 2011 年完成並商轉；建造總經費約 4,000 億日元。

參訪運轉中的第 2 號機組廠房時，代表團分為 2 組，從不同的路線，總計參觀了反應器廠房燃料填換樓 (俗稱原子爐上端)、抑壓池、控制棒驅動液壓系統、汽機與發電機及控制室等處，費時約 1 小時。至於其後島根電廠第 3 號 ABWR 機組工地之參訪，

代表團則是整團搭車一致行動，分別到機組基座、進出水口及海埔新生地堤防等地點進行實地工程說明，並且特別介紹並請我代表團試乘所使用之巨型土方載運車及年輕美麗的女性操作駕駛員，此約 40 分鐘之現場巡禮，已然予我代表團有另一番深刻的感受。

另值得一提的是：島根原子力館的由來係基於中電公司的經營理念是「能源與您同在、也與地球同在(ENERGIA - With you, and with the Earth)」。故中電公司在島根電廠旁邊興建深田運動公園 (Fukada Athletic Park) 與核能展示館，開放給各界民眾參觀與休憩，此舉不僅獲得民眾對核能電廠的支持與肯定，也提升了中電公司的社會形象。

## 六、參訪 Spring 8

Spring-8 是日本現有 7 個同步輻射設施 (Synchrotron Radiation Facility) 中規模最大的一個，位於兵庫縣西播磨 (Nishiharima) 播磨科學公園都市 (Harima Science Garden City) 的北端，佔地達 141 公頃。Spring-8 是由英文 Super Photon ring- 8 GeV 縮寫而來，此設施係由日本前科學技術廳 (Science and Technology Agency) 於 1988 年交日本原子力研究所 (JAERI)

及Kansai理化研究所(RIKEN)負責規劃與建造，其建造費用約1,100億日元；1997年3月產生第一次同步輻射光，1997年10月正式開放供研究，為當時世界上能產生X射線輝度最高的第三代同步輻射設施。目前係由獨立法人機構「日本同步輻射研究所(JASRI)」負責營運管理，員工有240位。Spring-8由17個設施組成，其園區平面圖、加速器系統示意圖及光束輸出管分佈圖等可進入該設施之網頁[www.Spring8.or.jp](http://www.Spring8.or.jp) 瀏覽。

此次參訪 Spring-8 的人員係以原能會楊副主委率領同仁 7 人為主體，另外關西懇談會宮崎理事及國際事務主管亦陪同參觀。Spring-8 原始設計者之一的原 雅弘博士負責接待及解說。原博士先於公關中心的簡報室向我們說明 Spring-8 的發展沿革、設施規模及過去以迄現在的研究成果，再帶領我們到簡報室旁的設備模型展示室，詳細解說 Spring-8 重要設備的運作原理；值得一提的是：原博士親自設計製作了許多精巧、簡易的 DIY 教學模型，可資參觀者自己動手操作並觀察產生的現象，藉以瞭解及獲得同步輻射此一高科技的原理與概念。然後前往 Spring-8 貯存環之觀察走廊，參觀貯存環開放給國內外機構使用的 30 條公共光束輸出管及各個不同主題研究的設備；其中，



原博士特別介紹編號為BL12IN及BL12B2的兩條是屬於我國國家同步輻射研究中心（NSRRC）所租用。最後，驅車繞行整個院區，讓我方參訪人員充分體驗 Spring-8 設施規模之「大」-因為貯存環的周長即長達 1,436 公尺，光是環內之研究人員就需以腳踏車作為代步之工具，方能節省往返時間。

## 七、 拜會駐日代表處

原能會楊副主委率黃主任與陳副處長一行 3 人，於 11 月 21 日下午 2:30 拜會駐日代表處。由許世楷代表親自接見，陳鴻基副代表、陳銘俊〈代表室〉主任及葉清發〈科技組〉組長一併作陪。

席間，楊副主委與許代表分就「核四建廠現況」、「日本美濱核電廠工安意外事件」及「核子設施與物料保安問題」；甚至於「禽流感」等議題交換意見。另許代表提出「若原能會認有必要，代表處可努力安排與核能相關部門〈文科省及經產省〉進行對等高層會晤」之承諾。葉組長亦建議：若台日核安研討會一經定案能儘早通知，代表處可協助籌辦與日本核能界之“懇親會”活動。此次拜會，除了達成原能會與駐日外館共同為台日核能交流努力的共識外；亦展現了齊心協力共處國事之團隊精神。

另值得一提的是謝明華秘書，其負責接待原能會訪日代表團，盡心盡力；尤以妥善且順利完成之臨時請其安排送機之通關禮遇及人員與行李專車運送事宜，充分展現外館高度之行事能力與效率。

#### 八、 拜會日本原子力安全保安院(NISA)

原能會楊副主委率陳處長、黃主任與陳副處長一行 4 人，於 11 月 22 日下午 3:30 拜會 NISA，與廣瀨研吉院長於其辦公室進行晤談，國際室橋本道雄室長與谷浩先生以及 JAIF 木藤小姐作陪。

廣瀨院長首先致辭歡迎及簡述日本核電現況，次即敘明 NISA 管制重點：延役、核子保安及廢棄物處理；並感謝台灣提供 2001 年 3 月 18 日核三廠 “全黑” 事件，強調核安資訊交流之重要。楊副主委亦先恭賀廣瀨院長就任新職，然後就 1. 清潔標準-極低微放射性廢棄物之外釋、2. 延役-台電核能一廠之擬議、3. ABWR 建造、運轉及管制及 4. 用過核子燃料中期乾式貯存等項目希望雙方進行經驗之交流；另特提出邀請廣瀨院長來台訪問之擬議。

對楊副主委之議題，廣瀨院長均有正面且專業之回應：如 1. 清潔標準-東海氣冷式反應爐正進行中，一俟有所成果即可資訊

交流；2. 延役分系統整合及技術兩層面，NISA 正積極進行評估中；3. 日本亦有用過核子燃料中期乾式貯存計畫，交流應為可行；另針對訪台之邀請亦答應為之慎重考慮。

## 參. 心得與建議

### 一、心得：

1. 本(20)屆台日核安研討會討論議題當中，以日方 4 家擁有或即將興建 ABWR 機組的電力公司針對 ABWR 機組現況所提之總括報告，對我方-不論是原能會(主管機關)抑或是興建核四的台電公司，均具有極高的參考價值！此原因無他，蓋日本是全世界率先使用 ABWR 機組且具有運轉實績的國家。此 4 家公司與其旗下的 ABWR 機組-依照啟用時序-分別是東京電力的伯崎刈羽 6/7 號機、中部電力的濱岡 5 號機、北陸電力的志賀 2 號機及中國電力的島根 3 號機等共計 5 部。另外，引人注目的是，4 家公司及旗下 ABWR 機組的現況正好代表著(1)運轉 7/8 年、(2)剛開始運轉、(3)試運轉及(4)獲得許可開始整地等不同之階段，換言之，分別有運轉經驗、試運轉與起動測試、設備組件安裝與檢測及 MOX 燃料使用對策與新設計等；甚至於申請許可、審查及民眾

溝通等經驗，均可資我方借鏡。相對的，我方所提 5 篇針對台灣在放射性廢棄物管理的論文，亦堪稱是本屆台日核安研討會中最完整的系列報告。由法規面的介紹，放射性廢棄物主要產生者—台電公司對其未來解決放射性廢棄物最終處置之規劃，到工程顧問公司及研發單位對最終處置技術之研究開發，最後則是減容技術的研究發展，可說是原能會近年來積極督促國內相關業者解決放射性廢棄物問題的努力，能具體展現在國際交流上，讓日本的與會專家瞭解台灣在解決其放射性廢棄物的決心與能力。

2. 日本關西懇談會一向對台灣極為親善，幾乎可稱得上除了 JAIF 之外，唯一友台之民間團體。本次 2005 台日原子力懇談會在有限的會晤期間內〈一晚〉，除了具體事件特例討論外，雙方對未來關係的發展與交流互動方式皆有良好之共識。而雙方對傳統友好情誼之維持與傳承也都有高度的默契，此可從第 2 天宮崎理事不辭辛勞，堅持全程陪同本會代表團參訪 Spring-8 及爬登日本四大國寶之一的姬路城，此一舉措，著實令我方深深感動不已
3. 第 2 屆 JNES - NuSTA 研討會會議議題涵括：上次會議迄今

發生之重要事件、用過核子燃料乾式貯存護箱之現況與管制、緊急計畫演習、核能電廠運轉經驗、運轉中及興建中核能電廠之安全審查與現場視察及未來合作規劃之討論等多項議題，對於增進雙方之資訊與技術交流有具體效益，確實有助於我國安全管制相關作業品質之提升。

4. 日本核子事故緊急應變體系在核災醫療方面一如我國均建置三級醫院配合，在指揮應變上則由首相擔任中央指揮官，我國則由原能會主任委員任中央之指揮官。日本在核電廠附近普設前進防災應變中心，顯示日本至為重視核災應變。但是發生嚴重核子事故機會微乎其微，各地之防災中心使用率均不高，此類設施投資效益，值得評估。
5. 「第 20 屆台日核安研討會」、「2005 台日原子力懇談會」及「第 2 屆 JNES - NuSTA 研討會」等 3 項會議，日方的主辦單位-中電公司、關西懇談會及 JNES，除了會議全程安排同步翻譯之外，於各餐宴會場上也都有安排不同批次翻譯人員服務；尤其是拜會 NISA 時，該院不僅針對會談主題表達關切，對翻譯人員的身份及專業背景，也一再透過駐日代表處聯繫與確認，充分顯現日方人相當重視翻譯問題。但

此次訪日我方代表團亦早有準備，團中擁有原能會黃粟來主任、謝牧謙執行長及朱鐵吉董事長等 3 位日本通幫忙翻譯，不論在參訪島根電廠，或是拜會 NISA 等活動，均能發揮翻譯所長並圓滿達成任務。

6. 參訪中電公司島根電廠運轉中的第 2 號機組時，運轉員的年輕化-據告之：18 歲即可在電廠服務，其培育制度及吸引年輕人投身核電行列之因素等，引發了我方人員莫大之興趣；尤其是面對年齡老化的台電團員而言。而參訪第 3 號 ABWR 機組的整地工程，現場呈現出一幅開山填海、墾地鋪路的景象，只見重型機具、車輛熙來攘往，各色旗幟（插在車輛上代表施工、安全及醫護等多種單位）遍佈整個工地，不僅讓人感受到工程規模的浩大；那股鮮活熱絡的活力更是令人印象深刻。

7. Spring-8 自 1997 年 10 月啟用後，使用人數及實驗項目逐年增加，學術研究頗具成效；JASRI 成立後，特別建立公關中心以進行對民眾的教育宣導，每年到訪 Spring-8 約 2 萬人。然 JASRI 深知除了加強學術研究與教育推廣外，也必須促成工業界來利用 Spring-8 設施和成果，應用解決工業

界認為急需克服的難題。例如：汽車排氣的觸媒轉化器的劣化原因及鋰電池循環使用之劣化機制等。將學術研究、教育推廣及工業應用充分結合，JASRI 在這方面的努力，確實值得我國學習。

## 二、建議：

1. 2006 年 11 月底或 12 月初，「第 21 屆台日核安研討會」及「第 3 屆 JNES - NuSTA 研討會」等 2 項重要會議將前後相連地在台灣舉辦。前項會議係輪到本會主辦，由綜計處統籌規劃；至於後者，實質亦為本會主導，由核管處負責。有鑒於此，擬集合本會暨所屬機關留日精英：主委辦公室黃粟來主任、綜計處范盛慧技士、核管處石門環技正與物管局鄭武昆技正組成專案小組；並聘請核能學會葉有財秘書長與 NuSTA 謝牧謙執行長為顧問，同心協力及早進行籌備會議相關事宜。
2. 我國當前最需解決的問題之一為用過核子燃料之乾式貯存，本屆台日核能安全研討會並未請求日方提報相關論文，甚為可惜。第 21 屆台日核能安全研討會將於 2006 年底在台灣舉行，恰值本會(物管局)進行審查台電核能一廠

用過核子燃料乾式貯存設施建照之際，屆時將用過核子燃料乾式貯存列為特別議題進行深入之討論，當能獲得及時且實質交流的最大功效。

3. 鑒於 JNES 受託於 NISA，職司核子設施的檢查、建造申請審查、安全基準的制訂及國際交流合作；而我國即將建造用過核子燃料乾式貯存設施，雖然承辦此案的核研所已具備貯存護箱設計與製造等相關技術，且獲得美國 NAC 公司的技術轉移；但在地震分析及材料鹽害腐蝕方面需就地理環境的特性予以加強，若能與 JNES 進行技術交流，必能節省雙方的研究資源，並可加強設施本體及營運之安全性。
4. 原能會對於核能電廠產生的極低微-或稱符合清潔標準之放射性廢棄物外釋乙事刻正積極推動之中，不僅於會議中提出討論；在拜會 NISA 時亦特別提及，盼台日雙方在此議題上能加強交流。擬在「第 21 屆台日核安研討會」及「第 3 屆 JNES - NuSTA 研討會」繼續提列為專題討論項目，同時請日本核電業界及 JNES 能就核能電廠符合清潔標準之放射性廢棄物外釋狀況及檢測方式提供資訊，以便我國實施符合清潔標準放射性廢棄物外釋案之參考。



5. 此次公差，充分體驗到：日方不論辦理「研討會」、「懇談會」；或是安排參訪與拜會等活動，在在均令我方人員有被尊重、禮遇的感受；特別是在通譯人員，更可見日本人「用心」之處！有鑒於此，我國在台灣舉辦「研討會」及參訪活動之安排，當應秉持「禮尚往來」的態度，除精心規劃行程外；聘請「專業」之通譯人員「全程陪同」應是一重要關鍵工作，務必使來出席會議的日方人員不論其為業界或是管制者均有「賓至如歸」的觀感，方能達到雙方親善往來、永續交流之目的！

肆. 參訪照片



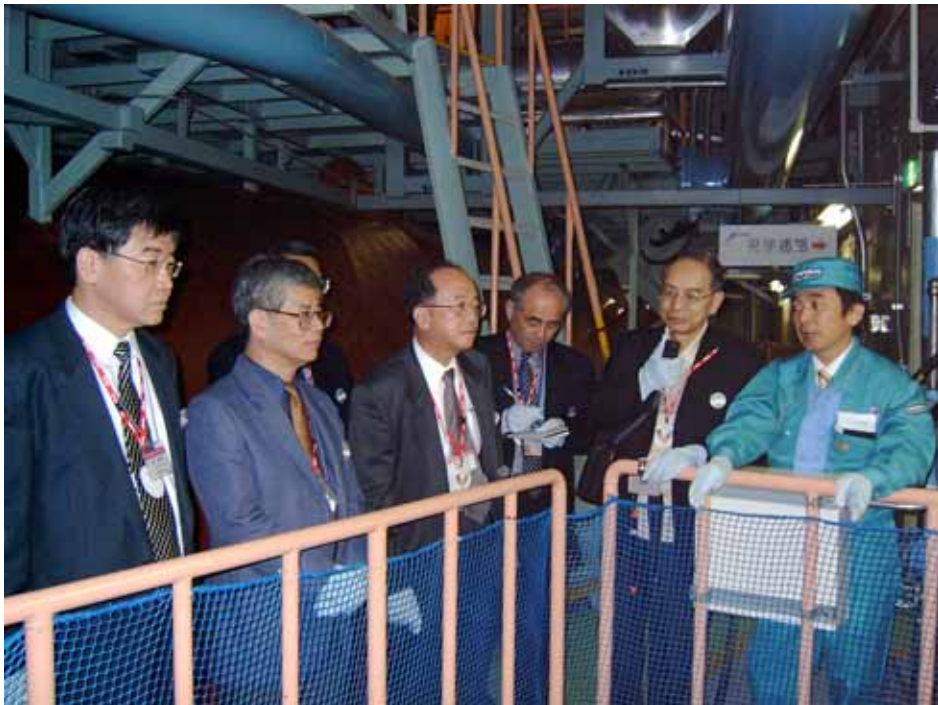
第 20 屆台日核安研討會台灣代表團成員合照



楊副主委於大會發表專題演講



楊副主委與遠藤哲也先生會晤並交換名片



參觀中電公司島根核能電廠



台日原子力懇談會實況



參觀 Spring-8





原 雅弘博士於 Spring -8 展示館現場解說



JNES - NuSTA 研討會楊副主委開幕致辭



JNES - NuSTA 研討會議會場



JNES - NuSTA 研討會議進行實景



楊副主委與駐日代表處許代表、陳副代表及葉組長會談



楊副主委率團拜會 NISA (攝於廣瀨院長辦公室)



楊副主委致贈禮物予 NISA 廣瀨院長



## 伍. 附錄

附件 1：台日核能安全研討會台灣代表團名單

單位	中文姓名	職稱	備註
原能會 (12 人)	楊昭義	副主任委員	榮譽團長
	陳宜彬	核管處處長	
	黃粟來	主委辦公室主任	
	唐發泰	物管局副局長	
	陳衛里	綜計處副處長	
	陳建源	偵測中心副主任	
	劉東山	核技處科長	
	張 欣	核管處科長	
	鄭永富	輻防處技士	
	李定一	核研所研究員	
	趙椿長	核研所助理研究員	
	陳又平	核研所助理研究員	
台電 公司 (9 人)	蔡英久	副總經理	團長
	梁鐵民	核技處處長	
	葉偉文	緊執會執行秘書	
	李明樹	放射試驗室副主任	
	許宏福	核發處訓練課長	
	陳慶鐘	核安處運轉安全管制課長	

	楊昌鵬	核四廠保健物理課長	
	陳怡如	核能技術處策劃課長	幹事
	史 簡	核後端處視察	
核能科技協 進會	謝牧謙	執行長	副團長
核能資訊中 心	朱鐵吉	董事長	
	鄭美玉	朱鐵吉夫人	
	鍾玉娟	資深管理師	
清華大學	林建昌	客座專家	
AREVA	黃小琛	執行董事	
	施文玲	黃小琛夫人	
工研院	楊明宗	副研究員	
中興工程顧 問公司	龔誠山	協理	

## 附件 2：台日核能安全研討會會議內容

### (1). 核能電廠建造、運轉及維護方面：

會議中針對核能電廠建造、運轉及維護的議題共有 9 項簡報，其中 4 項由我方代表提出，5 項由日方代表提出。我方部分包括原能會張欣科長簡報核三廠二號機蒸汽產生器水位晃動與清洗經驗、核能研究所趙椿長先生簡報視察發現評估工具 PRiSE、台電公司陳慶鐘課長簡報核能發電績效提升策略、台電公司許宏福課長簡報龍門核能電廠運轉人員訓練。日方部分則包括有四家電力公司（中部電力、北陸電力、東京電力及中國電力）以及製造廠家東芝與日立公司人員，提出進步型沸水式反應器建造及運轉經驗簡報。

原能會核管處張欣科長報告核三廠二號機蒸汽產生器水位晃動與清洗前後之狀況，核三廠二號機蒸汽產生器 C 台因其管束支撐板積垢沈澱部份堵塞四葉形流孔，引起水位晃動問題，經參考國外類似問題之處理經驗，核三廠於二號機今（2005）年 4 月第 15 次大修時，執行蒸汽產生器目視檢測和二次側清洗工作，清洗方法主要是添加低濃度化學藥劑，使附著於支撐板的積垢軟化配合高壓水流達到沖洗效果。經過沖洗後，機組於今年 5

月 20 日起動達滿載，未再發生水位晃動現象。日本泊(Tomari)核電廠亦做過類似清洗，這方面之技術經驗交流，應有助於未來核三廠之運轉穩定性。

東京電力公司運轉管理部高橋義則先生介紹該公司進步型沸水式反應器 (ABWR) 之運轉經驗，東京電力之柏崎刈羽 (Kashiwazaki - Kariwa) 核電廠 6 號及 7 號機為 ABWR，高橋先生說明自柏崎刈羽 6、7 號機試運轉以來迄今，共發生八次急停事件，均屬國際原子能總署異常事件分級標準 (INES) 之 “零” 級事件，事件發生的原因為製造及安裝上的瑕疵，而非 ABWR 設計上的問題。

其中柏崎刈羽 6 號機發生兩件反應器自動急停及兩件手動急停事件，包括：1998 年 500kV 副電纜 (pilot cable) 在遭雷擊時保護電驛因接錯線動作引起反應器自動急停、1999 年發電機勵磁機之變流器 (converter) 檢測方案設計不當引起反應器自動急停、2000 年機組運轉中因發現燃料破損跡象而手動急停反應器進行檢查、2001 年由於反應器圍阻體內空調系統之冷卻水系統閥漏造成圍阻體內高導電率液體廢料增加而手動急停反應器進行檢查。

柏崎刈羽 7 號機則發生 3 件手動急停及 1 件自動急停事件，包括：1999 年因有燃料破損跡象而手動急停反應器進行檢查、1999 年因 1 個反應爐內再循環泵振動引起線路故障而手動急停反應器進行檢查、2001 年再次發生燃料破損問題經爐心定位抑制進一步劣化運轉至近下次大修時手動急停反應器、2004 年因地震造成主汽機振動超過設定點而跳脫引起反應器自動急停。簡報中，高橋先生亦針對運轉值班人員配置與運轉人員之養成訓練，做了簡單的介紹。由於我國興建中之核能四廠亦為 ABWR，東京電力公司之運轉經驗極具參考價值。

中國電力公司原子力建設副長落久保晃先生，介紹中國電力公司 ABWR 興建計畫，計劃在島根 (Shimane) 核能電廠興建第三部核能機組即採用 ABWR 型式之反應器，預定商轉時間為 2011 年，與我國核四廠現階段之規畫時程相近。此外，中國電力公司還計劃在另一廠址—上關町，興建亦為 ABWR 之上關 (Kaminoseki) 1 號機及 2 號機，預定商轉時間分別為 2014 年與 2017 年。島根 3 號機自 1994 年開始安全審查，至 2005 年取得日本經產省 (METI) 之反應器設置許可，當年 5 月提出工程計畫許可申請，目前 METI 正在審查中。

落久保先生亦提及相較於日本先前興建之 ABWR，島根 3 號機的主要特色是設備上選用了無軸封式微調控制驅動機構 (FMCRD) 替代舊型之軸封式微調控制棒驅動機構；此外，為因應未來使用混合鈾燃料 (MOX fuel) 對壓力暫態之影響考量，使用較大排放容量之主蒸汽安全釋壓閥，且釋壓閥得以由原先之 18 只減少為 16 只。

北陸電力公司之河村篤志先生介紹志賀 (Shika) 2 號機之試運轉及起動測試經驗，志賀 2 號機亦為 ABWR，自 1999 年 8 月開始建造，2003 年 9 月安裝反應器壓力槽，2004 年 4 月進行試運轉，2005 年 4 月裝填燃料，進行起動測試，2006 年 3 月開始商轉。在試運轉階段共執行 71 項系統功能測試，例如：微調控制棒驅動機構、爐內再循環泵、反應器圍阻體等功能測試，以及一次整體功能測試 (FIT) 以驗證電廠整體功能，此階段測試共歷時 12 個月完成。起動測試部分內容，可粗略分兩部分，即機組安全與穩定性之驗證，以及機組效能與特性之驗證。由於核四廠 1 號機將於 2007 年及 2008 年進行試運轉及起動測試，故北陸電力公司所提之寶貴經驗，諸如：測試規劃、測試項目、測試結果及測試期間之管理架構等，都值得再進一步深入瞭解，獲取更多資

訊，將有助於國內未來之相關測試工作品質。

中部電力公司川合勝久先生介紹濱岡(Hamaoka)核能電廠 5 號機之爐內組件之安裝與檢測。濱岡 5 號機亦為 ABWR，自 1999 年 3 月開始建造，2005 年 1 月開始商轉。簡報中川合勝久先生說明為提升品質減少現場銲接需求，濱岡 5 號機之爐心側板是在工廠銲接安裝在壓力槽內；另為防範爐內組件應力腐蝕龜裂 (SCC)，使用如 shot peening、induction heating stress improvement(IHSI)以及 polishing 等方法減少殘留應力，除此之外，還使用了超低碳含量之不銹鋼材質(SUS 316L)，以防範 SCC 的發生。在爐內組件之品質管制方面，中部電力公司是依據設備之重要性來執行，查證方法包括：現場見證、品質文件查核以及製造廠家之自我管制項目查證等方式，此部分作法與國內台電公司之作法類似。由於防範 SCC 的發生，對機組設備運轉之品質與壽命有正面之效益，故就中部電力公司在 SCC 防制方面之努力與措施，尤其值得雙方積極交流，若能藉助中部電力公司之相關經驗，加強建造期間對核四廠設備 SCC 之防範措施，應可使核四廠未來運轉安全品質更為提升。

東芝公司的西沢雅弘先生則介紹了濱岡 5 號機內部組件安裝

方法與安裝時程。爐內組件安裝程序主要分為四個階段：第一階段主要為反應器壓力槽安裝前下乾井設備與組件之安裝；第二階段主要為安裝反應器壓力槽後，爐內偵檢器殼及控制棒驅動機構殼之安裝；第三階段主要為爐心側板頂蓋與乾燥器之對心；第四階段主要涵蓋緊急爐心冷卻系統注水測試後交錯之系統功能測試與組件安裝過程。簡報中西沢雅弘先生以圖示方式清楚說明爐內組件之安裝程序，對於核四廠之相關作業，極具參考價值。

## (2). 放射性廢棄物及用過核子燃料管理：

針對放射性廢棄物及用過核子燃料管理的議題，我方提報 5 篇論文，日方提報 2 篇論文，合計 7 篇論文。我方的論文分別為台電公司史簡先生的「台電放射性廢棄物管理計畫現況」，中興工程顧問公司龔誠山先生的「台灣低放射性廢棄物最終處置場址的選定過程」，核研所陳又平先生的「用過放射性交換樹脂濕式氧化及高減容固化技術」，工業技術研究院楊明宗先生的「台灣用過核子燃料深層地層處置調查技術之發展」，及物管局唐發泰副局長與陳文泉先生的「台灣放射性廢棄物最終處置之法規管制」。日方的論文分別為原子力發電環境整備機構（Nuclear Waste Management Organization，以下簡稱 NUMO）浦上學先



生的「日本高階放射性廢棄物最終處置執行現況」及東京大學小佐古 敏莊教授的「天然放射性物質之管理」。另有一篇原能會核能研究所李定一先生的「核研所乾式貯存計畫的現況」論文列在前議題，其內容為討論核研所開發用過核子燃料乾式貯存設施計畫的執行現況，依其性質亦可列在本議題，如此總議題可計有 8 篇論文。

我方在放射性廢棄物方面的報告，可說是對台灣在放射性廢棄物的管理，作了一個完整的介紹。由法規面的介紹，放射性廢棄物主要產生者—台電公司對其未來解決放射性廢棄物最終處置之規劃，到工程顧問公司及研發單位對最終處置技術之研究開發，最後則是減容技術的研究發展，可說原能會近年來積極督促國內相關業者解決放射性廢棄物問題的努力，能具體展現在國際交流上，讓日本的與會專家瞭解台灣在解決其放射性廢棄物的決心與能力。

日本高階放射性廢棄物最終處置的法律於 2000 年月 6 月 7 日發布實施，該法名稱為「特殊放射性廢棄物最終處置法 (Specified Radioactive Waste Final Disposal Act)」，規範之內容包括基本政策、最終處置計畫、基金徵收系統、最終處置

場址的選定、執行單位、基金管理單位等規定。浦上 學先生任職於該法授權成立之執行單位—NUMO。依據其報告，NUMO 為一行政法人，成立於 2000 年 10 月，負責最終處置場址之選定、提出建照申請、負責建造及設施之運轉和關閉。該法規定最終處置場址之選定，應依尋三個階段進行，第一個階段為對志願作為場址之地區進行文獻調查，調查重點為地質之穩定性歷史及其地質環境，從中選出數個合格的潛在候選場址，此一階段稱為 Preliminary Investigation Areas (PIAs)。第二階段為對潛在候選場址進行地表表層調查，其中包括地質鑽探，以瞭解地質環境特徵，希能選出數個候選場址，此一階段稱為 Dedicated Investigation Areas(DIAs)。最後一個階段對候選場址進行詳細的場址特性調查，包括地下實驗設施，希能選定適合最終處置設施之場址。2002 年 12 月 19 日，NUMO 將申請指引、處置概念、選址要素及溝通架構 4 份報告，同時寄給日本國內 3,239 個鄉鎮，徵求志願之鄉鎮參加 PIAs 篩選。目前 NUMO 規劃在 2025 年選定最終處置場址，2035 年開始處置設施的運轉。此一工作將花費 270 億美元，建造一地表佔地 1 平方公里，地下為 10 平方公里的最終處置設施，可容納 40,000 桶玻璃固化之高階放射性

廢棄物。

此一計畫的推動，由通產省(Minister of Economic, Trade and Industry, METI) 負責制定基本政策及 10 年期最終處置計畫，並監督 NUMO 及放射性廢棄物管理基金(Radioactive Waste Management Funding, 以下簡稱 RWMC)。NUMO 負責執行處置計畫的相關工作，而 RWMC 則負責管理基金之保管與核發。

最終處置計畫能否成功，最大的挑戰除了要應用科技找到適當的場址外，就是如何說服適當場址之居民願意接受高階放射性廢棄物永遠貯存於當地。為此，NUMO 充分透過各種媒體及雜誌，一波一波地教育民眾貯存的概念，並安排面對面的討論會，讓民眾瞭解最終處置的必要性及其安全性。

從浦上先生的演講中，可感受到日本為解決高階放射性廢棄物之最終處置，從法律面的制訂，政策面的確認，監督與執行機構的設立，基金的管理，技術的開發，到民眾的溝通，都經過嚴密的設計，其決心與毅力可為我國的借鑑。

小佐古敏莊教授曾來我國訪問過三次，將 ICRP 的輻射防護理念和日本輻射防護管制體系，以其豐富的學理基礎和國際觀介紹給國內有關單位的輻射防護從業人員，與我國關係非常好。本

次應我方的需求，報告日本對天然放射性物質的管理。

日本於 2002 年 10 月方將其歷經 3 年 27 次討論後的豁免水平(exemption level)，由負責審查輻射防護標準的日本放射委員會（Japanese Radiation Council）發布，通告相關管制機關據以施行。但是此一豁免水平並不適用於天然放射性物質的豁免管制，原因是天然放射性物質的數量很大，不適用於以中等數量推導出之豁免水平。為此，日本放射委員會於 2003 年召開 9 次會議，討論天然放射性物質的問題，並於同年 10 月接受天然放射性物質的豁免水平與管理方法。其管理之理念為：防護

（practice）與干預（intervention）並用，運用的原則視天然放射性物質的狀況、可控制程度及其傷害風險加以調整，並應將天然放射性物質實施分類管理。依前述理念，將天然放射性物質分為七類，第一類為活度未經增強之粗礦，其可能造成之傷害風險甚低，故不需任何管理。第二類為過去工業界殘留之廢礦殘渣及第三類為使用天然放射性物質之工業界製造的二次產品

（secondary products），因無法依循正常之防護作業管理，故使用干預觀念進行管理，其干預基準之劑量為 1-10 毫西弗/年。第四類為目前工業界所產生之廢礦殘渣及第五類為礦業界所使

用之原料，可使用防護與干預的觀念並行管理，其劑量限值為 1 毫西弗/年。第六類為含天然放射性物質的一般商品，其豁免值為 10 微西弗/年，若超過豁免值則應申請許可，但劑量限值為 1 毫西弗/年以下。

小佐古教授亦指出，日本製造業使用天然放射性物質於健康照護產品、洗車用品、空氣淨化器等，不勝枚舉，亦曾因民眾反應產品有輻射安全顧慮而遭文部省(Ministry of Education, Culture, Sport, Science and Technology) 強制下架。言下之意，表示天然放射性物質之管理，千籌萬緒，尚待累積更多的經驗後方能有效管理。

### (3). 輻射防護及緊急應變：

輻射防護及緊急應變議題上，我方由原能會核技處劉東山科長發表「台灣核子事故之平時整備與應變」；日方則由核能安全技術中心緊急事故整備技術部之須田直英先生發表「SPEEDI 網路系統介紹」及日本原子力(Japan Atomic Energy Agency)之茅野政道先生發表「WSPEEDI 及國際合作介紹」。

SPEEDI 是 System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information 之縮寫，係日本用來預測及評估

核子事故時環境輻射分布及民眾劑量之電腦程式，由日本原子力研究所於 1980 年發展，於 1986 年被科學文部省採用，該系統則由核能安全技術中心運轉及維護。

SPEEDI 分兩種模式運作，平時及事故。平時由地方政府每 10 分鐘輸入搜隻到的輻射偵測數據，由日本氣象協會輸入氣象條件，再進行運算、產出結果；當發生事故時則由中央政府下令轉成事故模式，經輸入事故種類、時間及來源項相關條件後再依據

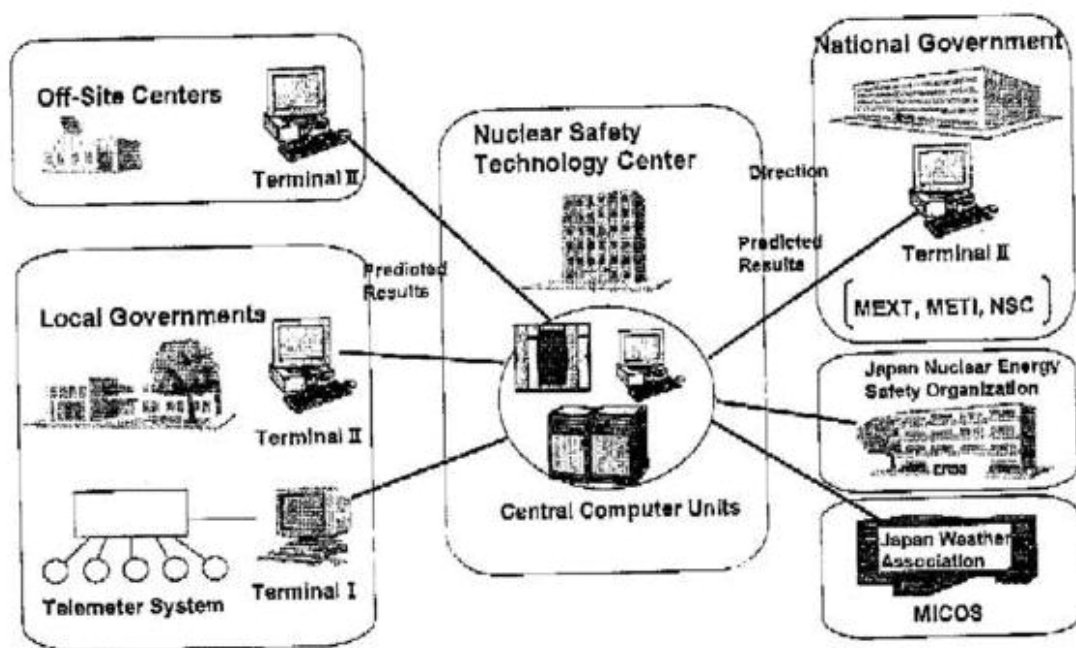


Fig.1 System structure of SPEEDI network

環境氣象條件估算出結果，以圖形方式表現出來後，傳送至各應變單位，做為下達民眾防護行動之依據。在日本下達民眾掩蔽的劑量限值為 10mSv，疏散時為 50mSv。SPEEDI 的系統結構如附圖

所示。

另一篇論文則介紹 WSPEEDI (Worldwide SPEEDI)，係用來預測世界各地如果有發生嚴重核子事故時的污染傳輸及擴散情形，為 SPEEDI 的世界型版本，鑑於萬一國外有發生類似先前蘇聯車諾比爾核電之嚴重核子事故時，相信透過國際管道，亦可取得相關污染數據，因此我國在核能資源有限的前提下，目前似不必急於參與或著手發展類似系統。

附件 3：2005 台日原子力懇談會名單

台灣代表團團員名單

楊昭義

行政院原能會  
副主任委員



蔡英久

台灣電力公司  
副總經理



陳宜彬

行政院原能會  
核管處 處長



謝牧謙

(財)核能科技協進會  
執行長



黃粟來

行政院原能會  
主委辦公室主任



梁鐵民

台灣電力公司  
核技處處長



唐發泰

行政院原能會  
物管局 副局長



葉偉文

台灣電力公司  
緊執會執行秘書



陳衛里

行政院原能會  
綜計處 副處長



陳怡如

台灣電力公司  
核技處策劃課  
課長



陳建源

行政院原能會  
偵測中心  
副主任





## 日方出席人員名單

- 宮崎 慶次(團長) 関西原子力懇談会 理事  
(大阪大学名誉教授)
- 井本 正介 関西原子力懇談会 顧問  
(大阪大学名誉教授)
- 岸田 哲二 関西原子力懇談会 会長  
(関西電力(株)常務取締役  
原子力事業本部本部長代理)
- 高杉 政博 関西電力(株)原子力事業本部原子燃料サイクル室  
原子力計画部長
- 綾野 輝芳 関西原子力懇談会 常務理事・事務局長
- 吉村 博 関西原子力懇談会 事務局次長
- 吉田 守 関西原子力懇談会 副部長
- 陸 茂思 通訳

#### 附件 4：第 2 屆 JNES - NuSTA 研討會會議內容

第 2 屆 JNES - NuSTA 研討會會議議題涵括：上次會議迄今發生之重要事件、用過核子燃料乾式貯存護箱之現況與管制、緊急計畫演習、核能電廠運轉經驗、運轉中及興建中核能電廠之安全審查與現場視察及未來合作規劃之討論等多項議題。

##### 1. 上次會議迄今發生之重要事件

在上次會議迄今發生之重要事件部分，首先由原能會核管處陳處長報告了自上次 JNES/NuSTA 會議後國內所發生的重要事件，包括核三廠三次自動急停事件及其肇因，第一件是因核三廠反應爐固態邏輯保護系統(SSPS)之萬用邏輯卡片誤動作，導致同時引動馬達驅動輔助飼水系統(B串)及反應爐急停；第二次是因核三廠蒸汽產生器 C 台主飼水控制閥主控制迴路之閥位回授連桿鬆動，造成飼水流量及蒸汽產生器水位暫態現象，進而發生蒸汽產生器 C 台過低水位，導致反應爐急停，並引動輔助飼水及緊急寒水等安全系統；第三件是因為主變壓器 B 相到開關場間之氣體絕緣匯流排管段內部，一只支撐礙子因受損發生對地閃絡，所產生之故障電流被差動電驛偵測到，因而動作，造成主發電機與汽機跳脫，以及反應爐急停，並引動輔助飼水及緊急寒水等安

全系統。日方對我方之經驗非常重視，認為是寶貴之資訊交流，並於討論中提及日本亦發生因邏輯卡片故障導致反應爐急停的案例。

日本方面則由 JNES 安全情報部佐藤部長介紹日方近一年來之重要事件，包括：內閣對原子力政策大綱之決議、核能發電廠之運轉與建設狀況、核能電廠之老化對策、核能相關法規修正、快滋生反應器之再運轉等事項。在原子力政策大綱方面主要是維持及推展現行核燃料再循環政策、混合鈾燃料之使用、提高核電比率，並以亞洲為核心展開國際合作等。目前在快滋生反應器方面，除文殊電廠預備再起動外，普賢及東海 1 號機均在廢止處理中；另外，鑑於去年美濱電廠破管事件，日本在 2004 年 12 月成立老化對策檢討委員會，機組在運轉 30 年前需提出老化評估，並建立完善之老化管理對策，做為運轉至 60 年之依據。此外，目前九洲、四國、中國電力公司均有使用混合鈾燃料的計畫，其中九洲電力公司已在今年 9 月 7 日獲得原子爐設置變更許可。

## 2. 核能電廠運轉經驗

此項議題中，雙方皆就近來發生之核能電廠重要運轉經驗，提出多項交流，首由原能會核管處張欣科長除報告核三廠 2 號機

蒸汽產生器水位晃動與清洗經驗，並介紹近年來台灣沸水式核能電廠控制棒檢測結果及相關之管制措施，以及核燃料使用績效與相關管制。在控制棒檢測結果及相關之管制措施部分，為因應日本東海電廠於 1999 年發現奇異公司製造之 D-120 型沸水式核能電廠控制棒，在把手滾輪附近有裂痕指示，台電隨即展開對國內核能一、二廠使用中奇異公司 D-100、D-215、D-230 控制棒之目視檢查工作，檢查結果發現有多處裂紋指示，除更換裂紋較嚴重者，對可續用者執行安全評估，訂定長程檢查計畫，並加強運轉中之監測。由於國內控制棒之檢測發現與檢測數量，較其他國家為多，故提供這方面之檢測結果，將有助凝聚使用單位與製造廠家對控制棒材質、設計及製造等方面的重視，進一步提升控制棒的可用性與可靠性。

在國內這幾年核燃料之破損經驗方面，提及由於製造廠家的併購、市場競爭以及追求更高的運轉績效，近幾年來國外燃料破損之跡象似有升高的趨勢，國內亦有類似的情形。故本次特別就核二、三廠近兩年來的破損經驗，目視檢查結果及可能的肇因提出報告，並強調為了提升燃料使用之經濟效益及運轉績效，使得運轉中的燃料餘裕愈來愈小，如何在追求零破損的目標與提升運

轉績效中求得更佳之運轉策略，將是經營者與廠家必須重新檢討的課題，此外，減少製造上的問題亦是確保燃料完整性的重要環節，管制上則將視需要增加運轉上的限制或檢討改善要求。

日本方面，則由 JNES 安全情報部之別所博士介紹日本核能發電廠近來之運轉經驗，包括事件與故障至 2004 年之統計資料，2004 年之事故／故障報告 53 部機組共 20 件，其中自動急停 2 件、手動急停 3 件、大修中發生報告 15 件。由歷年之統計資料看來，日本核電廠在 2002 及 2003 年兩年間未發生自動急停事件，而 90 代之事故／故障報告原因多屬人為疏失所致。報告中別所博士特別舉了 3 個案例，首先為去年大飯核電廠 2 號機主飼機水管路發現薄化問題，同年即發生美濱核電廠 3 號機破管事件，故此次針對大飯 1 號機加強檢測結果亦發現類似薄化情形；另外，高濱核電廠 4 號機於大修檢查中，使用高感度之探頭，結果發現蒸汽產生器 U 型管 339 支有薄化指示，計畫以塞管方式處理；而福島 2 號機去年則因反應爐再循環泵變頻器故障而手動停機，肇因為主回路之半導體板短路。別所博士亦提及自 2004 年 JNES 開始編製日文年報並上網公開，2005 年同時發行英、日文版年報，此與我國目前積極進行之資訊透明化不謀而合，可見核

能資訊公開為國際間一致之努力趨勢。

會議中並介紹了2005年8月16日日本宮城縣沖發生規模7.2級的地震對附近核能電廠之影響，該地震之震央距離女川核能電廠73公里，此次地震造成日本首件核能電廠因強震急停裝置動作而自動急停的事件，地震本身並未對電廠造成重大災害，僅有一些小損失，如：主變壓器與起動變壓器之釋壓閥動作、走廊玻璃龜裂、部分道路路面龜裂等。由報告中之地震資料看來，女川核電廠在基礎樓板的急停設定值為200 gal，較S1之250gal低，此與我國目前將量測不準度納入考量之保守做法類似，但日方並未具體說明50gal保守度之依據，另外，資料中亦可清楚看見高樓層之放大效應，此部分效應值得做為我國核電廠考量高樓層部分急停設定的參考。

地震發生後，東北電力公司就女川核電廠此次之地震頻譜與電廠之設計頻譜進行比對，結果發現在短週期範圍之部分頻譜超過設計頻譜，對此，日本經濟產業省要求東北電力公司需查明原因並提出說明，目前女川核電廠的三部機組仍在停機中。由於我國亦處於地震頻繁地帶，運轉中之三部機組近兩年來亦已陸續加裝強震急停裝置，故與日本此方面的經驗與資訊交流，對我國日

後之相關管制工作極具參考價值。

此次會議中 JNES 亦對美濱 3 號機於 2004 年 8 月 9 日發生二次系統配管破損事件之最終報告(Final Report)提出說明，該次事件造成現場人員 5 人死亡，6 人受傷，究其原因應為管理上之疏失，造成管路薄化主要為關西電力、三菱重工、日本 ARM 公司管理上的疏失，致使該管路長期未列入檢測範圍，終致發生破管事件。我國在美濱事件發生後，隨即組成專案小組針對國內運轉中 3 座核能電廠 6 部機組原有之管路薄化檢測作業加強視察，並擴大檢測範圍，並未發現類似情形。不過此次事件日本之檢討結果與後續改善措施，仍值得做為我國管制上之借鏡。

### 3. 運轉中及興建中核能電廠之安全審查與現場視察

針對運轉中及興建中核能電廠之安全審查與現場視察，原能會核管處張欣科長介紹了我國的管制作為。對運轉中及興建中的核能電廠，由於關切的重點不同，因此安全審查與現場視察在內容上有很大的區別，不過在基本的管制架構上可謂雷同，核能一、二、三廠著重運轉安全，核能四廠目前之重點則在於設計、製造與施工之品質。此外，並說明原能會目前已將每部運轉中機組之績效指標上網，同時亦正積極執行核安管制紅綠燈視察指標

之先導視察。由於安全審查與現場視察為安全管制的主要作為，因此台日雙方在管制作業上的資訊交流有助於提升原能會的管制工作。

針對此項議題，JNES 人員首先介紹了日本核能發電設施之安全管制，日本之安全管制架構包涵：廠址選定、設置許可（基本設計）、工程計畫（細部設計）、建造及運轉等 5 個階段，與我國之安全管制作為不盡相同，不過在大的架構上可謂類似。此外，在安全審查方面，除設有原子力委員會就核能之應用與經濟層面，協助主管部門，提供諮詢意見，另設有原子力安全委員會協助審查反應爐安全及核燃料安全等事項。接著說明，JNES 的業務涵蓋了核子反應器設施相關視察、安全分析評估、緊急應變支援、核能安全相關研究等工作，其中在現場視察方面，約 80%~90% 之核電廠視察工作是由 JNES 負責，JNES 視察之範圍除核能電廠之定期安全視察、銲接安全視察等，還包括燃料再處理廠及廢料處置等相關作業。JNES 目前有 100 多人具有視察員資格，而視察員資格依視察之專長分類，共分為 9 類，其認證依據主要為人員之學經歷，經審核後由 JNES 理事長核定。目前日本每年平均約 40 部核能機組會因大修而停機，故 JNES 視察員之視察工作



頗為頻繁。不過，會議中 JNES 人員表示對我方視察工作涵蓋項目與頻次份量之重，留下深刻印象。此外，JNES 之視察結果亦提供作為 NISA 決定各廠績效表現之評定參考資料。

#### 4. 未來合作規劃之討論

此次會議中雙方就多項議題進行交流，收穫頗豐，會議最後並針對未來一年中可加強交流之項目及明年之 JNES/NuSTA 會議主題進行意見交換，達到多項共識，如：邀請 JNES 協助執行核四廠設備安裝與銲接視察工作、參訪日本緊急應變作業、用過核子燃料乾式貯存護箱經驗資訊定期交流等。由前次與此次會議看來，JNES/NuSTA 會議對增進雙方之資訊與技術交流有具體效益，確實有助於我國安全管制相關作業品質之提升。

#### 5. 核子事故緊急應變

在核子事故緊急應變方面，我方由原能會核技處劉東山科長介紹「台灣核子事故之平時整備與緊急應變」；日方則由 INASE 先生介紹今年(平成 17 年)由國家規劃的演習(日方用語為原子力總括防災訓練)。

今年演習係假假柏崎電廠 4 號機之(1)乾井壓力升高，緊急

爐心冷卻系統自動啟動(2小時後)，補水系統故障(2小時半後)，乾井壓力升高持續升高(2)接著緊急爐心冷卻系統失效(約8小時後)，餘熱移除系統跳脫，低壓注水系統跳脫，補水系統手動起動，並正式啟動事故應變機制(3)壓力持續上昇，並超過反應爐壓力槽最高設定壓力，有放射性物偵外釋(4)經搶救後，餘熱移除系統回復功能，反應爐壓力槽重新注水，放射性物質外釋停止。整個演習自11月9日上午11點開始，下午6點凍結休息，10日上午7點半再開始，下午一點正式結束，總計出動各級政府應變人員2170人、民眾420人。

此次核安演習重點實施項目，包括：

- (1). 在東京NISA審議官等先遣人員搭乘自衛隊直昇機至柏崎原子力防災中心先行應變；其他更多人員及支援器材則搭新幹線火車前往。
- (2). 中央及地方協調連繫。
- (3). 首相官邸成立對策本部。
- (4). 調集各緊急應變團隊成員。
- (5). 在柏崎防災中心指揮協調、討論，提出救災對策。
- (6). 發布相關新聞。

#### (7). 進行緊急醫療

假設一名傷患由救護車送至鄰近之刈羽郡總合醫院(一級核災醫院)救治);2名病患以直昇機送至縣立新瀉病院(二級核災醫院)救治，惟其中一名傷勢嚴重超過醫院能力，再以自衛隊專機轉送東京附近之放射線醫學總合研究所(三級核災醫院)搶救。

#### (8). 住民疏散及掩蔽。

其情節包括發電廠2公里半徑內及東南方向3公里內民眾全部疏散;發電廠風向3方位之4公里內民眾在混凝土造結構物內掩蔽;4至5公里則可全部屋內掩蔽。

日本年度國家型之核安演習由NISA規劃，JNES配合執行。全國各地核電廠外防災中心(offsite center)則由JNES以外包的方式，委由當地機構來運轉維護。

### 6. 用過核子燃料乾式貯存護箱之現況與管制

JNES安全情報部佐藤昇平部長簡報日本反應器管制法規之最近修正案，其中有一項提及日本將於今年12月1日發布命令，准許核能電廠除役後之極低微放射性廢棄物釋出再循環使用，以

有效利用資源，降低社會成本。但實施初期，為顧及一般民眾之接受度，其目前之實施方式為，廢金屬經熔煉後製成處置容器或屏壁材料，混凝土則經打碎後作為路基配料，皆回到核能電廠內再使用，不釋放到一般商品之循環圈內；保溫材料則經減容後進行掩埋。所謂極低微放射性廢棄物是指，對一般人造成之年劑量在 0.01 毫西弗以下之放射性廢棄物。我國於 93 年 12 月 29 日發布「一定活度或比活度以下放射性廢棄物管理辦法」，准許符合規定之放射性廢棄物釋出核能電廠外，作為一般廢棄物再行使用或掩埋。觀諸日本的作法，兼顧實務與民眾的認同度，初期採取回歸到核能電廠再行使用，等實施一段時間，確保作業上不會有失誤後，再考量釋出到一般商品的循環圈內，較能說服民眾接受其安全性。我國似可在行政管制上，採取日本的作法，以爭取民眾之認同。

規格基準部橫山 武主任研究員簡報 JNES 於用過核子燃料乾式貯存之最近幾年在安全基準的研究重點，簡述如后：

- (1). 安全分析軟體的改善：藉由對國內外與乾式貯存設施相關技術之調查，及 JNES 委託日本國內之研究機構進行貯存護箱耐震試驗和用過核子燃料於長期貯存期間之安全性試驗，改善

JNES 於進行乾式貯存設施審查時，有關輻射屏壁、熱傳、結構和耐震平行驗證之分析軟體及其分析方法。此一改善計畫自 2000 年開始，未來之重點將著重在金屬護箱掉落時，燃料護套結構完整性之分析方法；金屬護箱焊接部位之殘留應力造成龜裂之分析方法；混凝土貯存護箱之耐震分析方法；貯存護箱內之熱流循環分析。

- (2). 金屬貯存護箱技術之確認：此計畫自 1999 年進行至 2004 年結束，其目的旨在研究金屬貯存護箱所使用材料，於長期貯存期間之耐蝕和老化現象，及護箱在運送時發生火災和掉落時的測試。
- (3). 護箱內部完整性之分析方法：對國內外有關用過核子燃料及鋁合金材質提籃（basket）於貯存後之可能劣化資訊進行調查，以建立護箱內部完整性之分析方法，此一計畫自 2004 年進行至 2005 年。
- (4). 完備基本規範：調查收集國內外有關材料劣化之數據，民間制訂之各項分析基準，焊接方法之調查與評估，及貯存設施定期檢查方法之調查與評估，此一計畫自 2005 年至 2010 年。
- (5). 高燃耗用過核子燃料長期貯存之安全性研究：此一計畫自

2000 年迄今持續進行，旨在研究高燃耗用過核子燃料護套，於長期貯存期間的潛變（creep）和氫劣化的影響。

(6). 貯存設施之耐震安全試驗：此一計畫自 2000 年至 2003 年，旨在提供審查貯存設施地震分析的評估方法。

橫山 武先生除了報告 JNES 最近之用過核子燃料乾式貯存研究重點外，亦報告日本用過核子燃料乾式貯存之安全法規，其安全導則之規定不脫美國 NRC 之 NUREG-1536 和 NUREG-1567 的範圍，但在耐震和鹽害腐蝕方面則特別著重，此點與我國最近發布之「申請設置用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告導則」相似。日本分別於 1995 年及 2001 年，在福島第一核能發電廠和東海第二核能發電廠廠內建造完成 BWR 用過核子燃料金屬護箱貯存設施。目前正規劃在青森縣北部建造能容納 5,000 噸用過核子燃料之獨立貯存設施，採用金屬護箱外覆建屋，預計於 2010 年開始運轉。

雙方於會議第一天下午各就兩國之用過核子燃料乾式貯存的發展現況和法規簡報完後，另安排由物管局唐發泰副局長與 JNES 解析評價部（主要任務為接受 NISA 委託審查核子設施之建造申請）及規格基準部（負責核子設施安全基準之研究與制訂）

的人員進行意見交流。日方人員對於台灣為何選定混凝土貯存護箱的原因甚感興趣；另對於核研所與物管局同屬原能會，核研所負責設計和製造，物管局職司審查發照，原能會如何避免球員兼裁判的問題亦提出質詢；對於我國核能一廠即將設置乾式貯存設施的場址，建議我國應嚴加分析是否可能有地質滑動的影響。雙方經過熱烈討論後，希望能就乾式貯存設施的鹽害腐蝕和耐震分析進行技術交流，並將以往的研究報告在無機密顧慮下亦能進行交換。台灣與日本的地理環境非常相似，同屬地震頻繁地區，且核能電廠亦地處海邊，材料易受鹽害腐蝕，雙方若能進行技術交流，必有助於加強乾式貯存設施的安全性。