

出國報告(出國類別：開會)

參加第 16 屆太平洋盆地核能會議

服務機關：行政院原子能委員會、核能研究所、放射性物料管理局、
台灣電力公司

姓名職稱：謝得志副主任委員、牛效中科長、蔡友頌科長、廖俐毅主任、周鼎專案審查召集人、陳志行簡任技正、黃平輝專業工程師

派赴國家：日本

出國期間：97 年 10 月 13 日至 97 年 10 月 19 日

報告日期：97 年 12 月 16 日

摘要

太平洋盆地核能會議(PBNC)係由太平洋核能理事會(PNC)推動下，由太平洋沿岸國家的學術團體輪流舉辦的國際會議，從 1976 年開始，每兩年召開一次。第 16 屆太平洋盆地核能會議係於 2008 年 10 月 13 日至 10 月 18 日於日本青森縣青森市舉行。

本次大會主題為「迎向永續核能未來之太平洋夥伴關係」(Pacific Partnership toward a Sustainable Nuclear Future)，由日本原子力產業協會負責籌備。這次會議有日本、美國、加拿大、韓國、俄羅斯、澳洲、英國、法國、德國、比利時、墨西哥、阿根廷、印尼、越南、泰國、中國大陸及我國等 18 國家的專家代表，共約有 800 人出席，發表論文約有 400 篇。會議之架構除了主要以專題導向的 27 個 technical sessions 外，另有 2 個 plenary sessions 及 8 個 keynote sessions。

我國代表團包括原能會 4 名(謝得志副主任委員、陳志行簡任技正、蔡友頌科長、牛效中科長)，核研所 2 名(廖俐毅主任、周鼎專案審查召集人)，台灣電力公司 1 名(黃平輝專業工程師)，合計 7 名。

在會議前，由核研所廖俐毅主任及周副研究員 2 人代表我國參加太平洋核能理事會(PNC)所召開的本年度第 2 次理事會議，本次會議本團共發表 5 篇論文，團長謝副主委於 10 月 15 日特地安排前往拜會原子力安全基盤機構(JNES)，本團亦參加大會安排之技術交流活動，包括：10 月 16 日參訪六個所村及 10 月 18 日參訪東通核能發電廠。

目次

壹、目的.....	1
貳、出國行程.....	2
參、過程.....	4
肆、心得與建議.....	31

壹、目的

目前全球共有 31 個國家 439 部核能機組運轉中，其中有 7 個國家位於環太平洋地區，所擁有運轉中之機組即有 216 個之多，幾佔全球發電機組總數之一半。其中美國、加拿大及日本為核能先進國家，而中國、韓國更是積極發展核電，所以由環太平洋地區核能組織組成之太平洋核能理事會(PNC)推動下，每兩年舉辦一次的太平洋盆地核能會議(PBNC)，在全球核能界是極具影響力。

我國自 1990 年起以 NEST 名義參加太平洋核能理事會，並獲邀參加太平洋盆地核能會議，所以參加太平洋盆地核能會議是我國重要的國際核能活動之一。本次會議係由原能會謝得志副主委領隊，成員分別來自原能會、物管局、核研所及台灣電力公司，為我國核能界之管制機關、研發單位及發電事業單位之代表(圖 1)。本次行程除參加太平洋核能理事會 2008 年第 4 季會議、第 16 屆太平洋盆地核能會議，了解全球核能發展趨勢外，並拜會原子力安全基盤機構(JNES)，參訪六個所村及東通核能電廠，經由此技術交流，可瞭解日本核電現況，吸取相關經驗，以供本會策略發展、安全管制及溝通研究之參考。



圖 1 我國參加第 16 屆太平洋盆地核能會議成員(左起周鼎專案審查召集人、陳志行簡任技正、謝得志副主任委員、廖俐毅主任、黃平輝專業工程師、牛效中科長、蔡友頌科長)

貳、出國行程

日期	地點與行程	工作內容
10月12日 (週日)	台北－札幌－青森	去程：廖俐毅主任及周鼎專案審查召集人
10月13日 (週一)	青森	出席 PNC 2008 第 4 季會議、PNC WANP III workshop 及大會主辦的接待酒會：廖俐毅主任及周鼎專案審查召集人
	台北－仙台－青森	去程：謝得志副主委、牛效中科長、蔡友頌科長、陳志行簡任技正
10月14日 (週二)	青森	出席第 16 屆太平洋盆地核能會議
10月15日 (週三)	青森	一、出席第 16 屆太平洋盆地核能會議：蔡友頌科長、周鼎專案審查召集人、陳志行簡任技正、黃平輝專業工程師 二、拜會原子力安全基盤機構(JNES)：謝得志副主委、牛效中科長、廖俐毅主任
10月16日 (週四)	青森	一、出席第 16 屆太平洋盆地核能會議：牛效中科長、廖俐毅主任、周鼎專案審查召集人、黃平輝專業工程師 二、技術交流活動－參訪日本原燃公司六個所村核燃料循環設施：謝得志副主委、蔡友頌科長、陳志行簡任技正
10月17日 (週五)	青森	出席第 16 屆太平洋盆地核能會議
10月18日 (週六)	青森	技術交流活動－參訪東通核能發電廠：謝得志副主委、牛效中科長、蔡友頌科長、廖俐毅主任、周鼎

		專案審查召集人、陳志行 簡任技正、黃平輝專業工 程師
10月19日 (週日)	青森—仙台—台北	返程：謝得志副主委、牛 效中科長、蔡友頌科長

參、過程

一、 太平洋核能理事會(PNC) 2008 年第 4 季理事會議

10月13日由核研所廖俐毅主任及周鼎專案審查召集人共同代表原能會蔡春鴻主任委員參加太平洋核能理事會(Pacific Nuclear Council ,PNC) 2008第4季理事會議。PNC是於1988年成立，每年分別於第2季及第4季伴隨著主要國際核能會議(如ANS或PBNC)舉行理事會議。此2008年第4季理事會議係與此次第16屆太平洋盆地會議在一起舉行。

本次PNC第4季理事會議由現任理事主席(President) Clarence J. Hardy以及執行長(Executive Director) W. Mike Diekman共同主持，共有來自中國、韓國、日本、澳洲、美國、加拿大、巴西、墨西哥，及我國代表等共17人參加。本次會議主要討論下列例行事務的updated information，重要內容並分別摘要如下：

1. Administrative business

- (1)主要傳閱報告並同意四月在韓國首爾召開的第2季 PNC Meeting 的會議記錄。
- (2)待解決事項之處理：主要是持續邀請馬來西亞、泰國等加入PNC。
- (3)宣告兩年一任的下屆PNC理事主席/副主席分別由韓國的 Chang-Sun Kang及墨西哥的Juan-Luis Francois擔任。

2. Executive Director's report

主要報告PNC目前收支狀況

3. PNC current business,

- (1)越南已同意加入PNC會員
- (2)報告參加2008 General Conference之心得
- (3)介紹PNC目前網站管理www.pacificnuclear.com

4. Committee and task group status reports

目前PNC共有4個工作小組(working group)，分別為advanced reactor systems、nuclear standards、radioactive waste management、public information & outreach，各工作小組下亦有應需要產生的任務小組(task group)

5. Followup discussion

6. PBNC conference

介紹本次16th PBNC籌備現況及宣告下屆PBNC將於2010 10/24-10/30在墨西哥Cancun舉行

7. Country updates

由參加之各國代表自由報告。韓國報告明年將盛大慶祝韓國核電40週年，日本報告在G8會議中決定核電以降低CO₂排放量50%為目標，中國報告目前核能機組數量及反應器型及2020年達到50 units、4%總發電量、自AP1000自主改良CPR核能反應器之願景目標，我們報告目前核四進度可望於明年底前fuel loading及低放場址可望由3個可能位置擇一決定，美國報告目前經濟危機及大選後如果政黨輪替對核能發展可能產生衝擊，尤其是Yucca Mountain Project後續非常不看好，澳大利亞持續反對興建核能電廠但會擴大鈾礦之開採與供應。

8. Proposal for the venue for the next PNC quarter meeting

決定明年PNC第2季會議在韓國首爾，第4季會議在美國華盛頓特區舉行。

下午參加PNC在advanced nuclear power system working group下之第3次工作會議(workshop)WANP III，由該working group之chair 韓國的K.Y.Suh及V.S. Krishan共同報告前次WANPII提出之相關作法供參與者討論。PNC理事主席Hardy先生則希望WANP工作小組能將目標專注在是否能從engineering、procurement、construction找出為何advanced nuclear power system成本無法降低。

二、 太平洋盆地核能會議(PBNC)

(一) 開幕式

10月14日上午之開幕式在主辦單位代表日本總合工學研究所(Institute of Applied Energy)理事松井一秋(Kazuaki Matsui)主持下，由現任PNC主席Clarence J. Hardy、日本東北電力公司總經理Hiroaki Takahashi、青森縣長Shingo Mimura、通產省(METI)代表 Hidehiko Nishiyama、文部省(MEXT)代表Shigeki Sakurai、大會榮譽主席Shunsuke Kondo (日本原能會主委)等6位貴賓分別致詞。

(二) 全體和分組會議

此次會議架構上除了主要是各個專題導向的27個technical sessions，另安排由大會邀請貴賓發表演講的2個plenary sessions及8個keynote sessions。除了plenary sessions是給全體與會者共同參與，其他keynote及technical sessions則均是同時多場併行，由與會人員視需要自行選擇參加。

2個Plenary sessions的主題分別為：(1) Pacific Partnership towards a Sustainable Nuclear Future, (2) Activities of Asia Pacific Countries。10月14日上午之開幕式完成後隨即進行「Pacific Partnership towards a Sustainable Nuclear Future」主題之Plenary session，由大會邀請4位貴賓發表演講：(1)美國能源部主管核能之助理部長Mr. Dennis R. Spurgeon (被指派代表部長出訪歐洲，由主管Fuel Cycle Management之助理部長Dr. Paul Lisowski代為發表)發表"DOE Nuclear Energy Programs and the Global Nuclear Energy Partnership - Expanding and Sustaining Nuclear Power, Safely and Securely"，(2)韓國KHNP資深副總Mr. Kee-Cheol Park發表"2030 Vision for Korea's Nuclear Power"，(3)IAEA副署長Dr. Olli Hainonen發表"IAEA Nuclear Verification Regime - Challenges of the Next Decade"，(4)中國China Power Investment Corporation副總Mr. Zhongzhi Ding發表"Recent Development of Nuclear Power in China"。「Activities of Asia Pacific Countries」主題則於10月15日至17日每天9時至10時30分，由大會各邀請3位不同國家的代表分別介紹他們的核能發展現況及展望。

8個keynote sessions的主題分別為：(1) Fast Reactor and Fuel Cycle, (2)

Safety and Regulation, (3) Design and Manufacturing of NPP, (4) Nuclear Power Operation/Maintenance & Construction, (5) Radioactive Waste Management, (6) Chuetsu-oki Earthquake, (7) Nuclear Education, (8) International Cooperation of Nuclear Technology and Application等，其中第6主題是有關在去年7月16日在日本新潟縣中越地區外海發生地震的 special keynote session。27個 technical sessions 則分別是：(1) Nuclear power plants / Design and construction, (2) Nuclear Power Plants / Operation and maintenance, (3) Fuel and Fuel Cycle Plants, (4) Spent Fuel /Waste Management, (5) Decommissioning, (6) Advanced Nuclear Systems, (7) Accelerator Applications, (8), Nuclear Fusion Technologies, (9) Nuclear Hydrogen Production and Other Applications, (10) Nuclear Materials, (11) Corrosion and Waste Chemistry, (12) Computational Science and Technologies, (13) Reactor Physics and Shielding, (14) Fundamental Nuclear Science and Database, (15) Thermal Hydraulics, (16) Medical and Biological Applications, (17) Health Effects of Radiation, Radiation Protection, (18) Environmental Science, (19) Nuclear Energy Perspectives and Strategies, (20) Regional and International Relations and Collaboration, (21) Non-Proliferation and Safeguards, (22) Nuclear Safety and Regulation and Risk / Accident Management, (23) Public Information and Outreach, (24) Nuclear Education and Knowledge Management, (25) Harmonization of Code & Standard, (26) Super Critical Water Reactors, (27) Development of Low-Activation Design Method for Reduction of Radioactive Waste below Clearance Level。

相關重要討論議題如下：

A. 新一代核能技術研發計畫

由於近年來世界各國對於新一代核能技術之興趣與日俱增，促成多項國際合作之研發新一代核能技術之計畫，上屆PBNC會議中，OECD NEA人員曾就進行中或發展中之主要研發計畫及OECD在其中所扮演之角色進行介紹。根據OECD報告，國際間主要有四個與新核能技術研發相關的計畫，包括第四代反應器國際論壇(GIF；the Generation IV International Forum)、全球核能夥伴(GNEP；the Global Nuclear Energy Partnership)、國際反應器及燃料循環創新計畫(INPRO；the International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles)及多國設計審核計畫(MDAP；the Multinational Design Approval Program)。

1. 第4代反應器國際論壇

GIF始於2000年初，由歐盟和阿根廷、巴西、加拿大、法國、日本、南非、南韓、瑞士、英國及美國等10個國家參與，經過2年之評估，GIF選擇下列6種代表核能未來的反應器技術：

- 氣冷式快中子反應器(Gas-Cooled Fast Reactors)
- 鉛冷式快中子反應器(Lead-Cooled Fast Reactors)
- 熔鹽式反應器(Molten Salt Reactors)
- 鈉冷式快中子反應器(Sodium-Cooled Fast Reactors)
- 超臨界水冷式反應器(Supercritical Water-Cooled Reactors)
- 極高溫氣冷式快中子反應器(Very High-Temperature Gas Reactors)

這6種技術之選擇係基於乾淨、安全、低發電成本，可以用永

續方式滿足增加之能源需求，而且能有效防範核武擴散與恐怖份子攻擊。這些系統將為未來進一步國際研發的對象，預計於2010至2030年開始建置。已針對一特定技術初步達成合作協議(由法國、日本及美國在現有技術基礎上研發液態鈉反應器)。

2. 全球核能夥伴

GNEP是由美國於2006年初所提出，屬於先進能源計畫(Advanced Energy Initiative)的一部份，主要是結合國際合作力量共同發展具防止核擴散及減少廢料的可靠國際核燃料供應系統，此外，美國與夥伴國家將向開發中國家提供整體核能技術，包括提供核燃料並將用過核燃料運回燃料供應國，使更多國家分享潔淨、安全與經濟的核能，以換取不從事濃縮鈾與再處理活動的承諾。GNEP的目標亦包括減少美國對於進口石油的依賴、在國內興建新世代核電廠，其策略的兩個重要元素為：(1)開發不會產生純鈾之新的再處理技術，將鈾與鈾或其他超鈾元素一起分離。(2)再以先進燃燒反應器(Advanced Burner Reactors)消耗再處理後產生的可分裂材料。

目前開發中符合GNEP概念的再處理技術有：

- NREX：分離鈾，再將其他超鈾元素(包括鈾)一起分離，另將分裂產物分離(美國)。
- UREX+：分離鈾，再將其他超鈾元素(包括鈾)一起分離或只有銻與鈾，另將分裂產物分離(美國)。
- COEX：將鈾和鈾(可能包括銻)一起分離，加上另一純鈾流，將其他次要錒系元素(minor actinides)與分裂產物留在一起(法國)。
- GANEX：如同COEX將鈾和鈾一起分離，隨後將次要錒系元素和某些鏷族元素(lanthanides)與短半衰期分裂產物分離(法國)。

3. 國際反應器及燃料循環創新計畫

INPRO由國際原子能總署於2000年底所發起，目前有20幾個國家加入，INPRO計畫發展一種評估方法，參與會員國可由此方法評估其本國對於核能技術之需求性以及界定最適合該國電力環境(例如電力系統規模等)之技術，目前已由部分會員國利用此方法開始進行評估，例如加拿大、日本、南韓等國正聯合進行使用快中子反應器搭配封閉燃料循環之評估，印度正在進行使用高溫反應器之評估，而法國則亦進行由輕水式反應器轉換為第四代快中子系統之研討。

4. 多國設計審核計畫

MDAP由美國核管會於2005年倡議成立，主要為結合各國核能管制單位共同進行新反應器技術之設計審核工作，並共享資源，目前第一階段已成形，由於美國、法國及芬蘭均有應用EPR技術建廠之計畫，相關之國家均以雙邊協定方式達成設計審核資源之共享。第二階段則期望更多國家加入共同執行其他新一代反應器技術(例如PBMR)審核工作。

B. 美國核能計畫與GENP之最新發展

於本次PBNC會議中，美國能源部主管核能之助理部長Mr. Dennis R. Spurgeon (由主管Fuel Cycle Management之助理部長Dr. Paul Lisowski代表)發表"DOE Nuclear Energy Programs and the Global Nuclear Energy Partnership - Expanding and Sustaining Nuclear Power,

Safely and Securely"，演講中提及美國的民意已開始轉回接受核能，由於氣候變遷在民眾的意識中逐漸成長，核能已再度進入主流，根據最近的民意調查，認同核能的有74%，反對的只有26%，與十年前相比，認同核能的只有50%，反對的有45%。由於美國的核能接受度提升，核能在未來的能源供應將扮演重要的角色，若美國的目標是核能發電於2035年將提供35%的電力，則需要興建95個新核能電廠，從2016至2035年，平均每年要有5個新核能電廠加入運轉；若美國的目標是核能發電於2035年將提供50%的電力，則需要興建165個新核能電廠，從2016至2035年，平均每年要有9個新核能電廠加入運轉。

目前最重要的事情是開始恢復興建核能電廠。能源部的一個重要工作及最成功的計畫是「核能2010促進計畫」(Nuclear Power 2010 Initiative)，此計畫於2002年成立，積極鼓勵核能產業界處理未來興建新核能電廠的風險因素，包括執照申請風險、財務風險及首次工程設計風險。「核能2010促進計畫」的成功可由下列數字衡量：已有15個向美國核管會提出之「建廠與運轉合併執照」申請，預備興建25個新核能電廠。能源部相信規劃中新核能電廠總共有34個。

為了促使核能在未來能扮演重要與擴展的角色，能源部採取的步驟為：

1. 開始興建新核能電廠，能源部已建立相關的促進計畫與政策。
2. 進行可盡量延長既有核能機組運轉的研發工作。
3. 能源部將支援擴展核能至電力以外的應用如製造氫氣等。
4. 管理燃料循環，確保能更有效利用鈾之能源及貯存場。
5. 重新建立發展新世代反應器所需的研發架構。
6. 必須在國際間政策與組織如GNEP的架構下進行這些工作，確保能在安全與防止核擴散情況擴展核能。

另外，愛達荷國家實驗室之Dr. Terry Todd (Dept. Manager, Idaho National Laboratory)於本次會議中發表論文「Fast Reactor and Fuel Cycle Development in the US Global Nuclear Energy Partnership」，介紹GNEP之快中子反應器及燃料循環最新發展。

GNEP是由美國先進能源計畫(Advanced Fuel Cycle Initiative, AFCI)所延伸出來，目前GNEP的經費係透過AFCI的名義申請。AFCI之研究活動主要分為：(1)反應器發展計畫及(2)分離計畫兩部分。

發展快中子反應器的一個關鍵議題是其投資費用，由於缺乏經驗導致不確定性較高，可能比目前的輕水式反應器高30%，GNEP之快中子反應器發展計畫以執行三個主要方法來降低費用：(1)設計簡化，如縮小反應器容器、縮小中間組件、模組化製造等，(2)可降低投資費用之新技術，如進步型燃料等，(3)有助於系統設計最佳化之模擬技術，能精確預測系統行為，降低不準度。

AFCI的一個優先任務是開發不會產生純鈾之新的再處理技術，早期為了軍事用途，開發出PUREX (Plutonium and Uranium Recovery by Extraction)再處理程序，目的是萃取鈾，PUREX再處理程序有核擴散的疑慮。AFCI的分離技術分為液化技術及電化學技術兩種。

目前AFCI的研發聚焦於名為UREX+的液化技術，原先開發的UREX程序將用過燃料中的鈾在不須分離鈾的情況分離出來，

UREX+的"+"代表處理分裂產物及超鈾元素之額外程序，作法仍在發展中。初步研究結果顯示UREX+程序極為複雜、費用極高，目前研發重點在簡化程序以改善可靠度及降低費用，最大的挑戰是分離鋂(ameridium, $_{95}\text{Am}$)和鋇(curium, $_{96}\text{Cm}$)，或單獨分離鋂。(鋂具揮發性、鋇會放射中子)

C. 核能法規

PNC於90年末期體認核能法規及標準之重要性，因此組成任務小組，其目的即希望透過檢視各會員國所使用之核能法規及標準，加以調整建立一套核能法規及標準提供會員國及其他非會員組織參考使用，該任務小組已於2000/2001年間開始運作，2005年末，PNC進一步成立工作小組以涵蓋更廣的需求，工作小組未來必須針對設計與研發、工程、採購、製造、測試、運轉、維護、廢料管理、除役及管理等方面發展出合理及一致性準則，並鼓勵太平洋盆地之核能電廠引用，以達到下列目標：

1. 在核能及其他和平用途之核技術領域，推動一致化之安全、品質、環境及管理標準。
2. 鼓吹PNC會員國率先引用。
3. 降低製造、施工、測試、運轉及維護成本。
4. 促進及推動備品之共用。
5. 促使與其他地區或國際標準與準則之一致化。
6. 準備及執行訓練及講習研討會，以加強太平洋盆地國家對這套一致化之法規、標準及準則應用之了解。

在經由任務小組及工作小組主要參與成員討論後，現階段主要將以二個重要領域包括(1)品質保證，(2)壓力邊界作為努力之目標。PNC在前次PBNC會議中即說明相關法規標準包括：(1)IAEA Safety Standards-The Management System for Facilities and Activities，(2)ASME Boiler and Pressure Vessel Code。

國際原子能總署(IAEA)安全要求標準GS-R-3，已於2006年底發行，其中明確描述核子設施及作業管理系統之規定，PNC部分參與發展制定此標準之成員，已陸續引用GS-R-3。至於ASME法規目前已廣泛由包括加拿大、中國大陸、日本、韓國、澳洲等許多國家引用作為技術要求法規。

本次PBNC會議中，工作小組召集人加拿大籍之Mr. S. S. Dua說明進度及現況，其指出在潔淨能源需求逐漸增加之際，依據WANO公布數據顯示，許多國家將轉向使用核能，以在安全、健康、維持生活品質之前提下滿足其能源需求之增長。在接下來之20至25年間，預估將有超過220部核反應爐計畫興建，這對於工業界而言，在長時間核能需求中斷之後及目前有限資源之情形下，將形成極大之挑戰，因此未來在如何能在符合法規標準要求之下，提供全球核能復甦所需資源將成為關鍵之因素。為預為綢繆解決未來之問題，除了PNC工作小組外，國際間亦有許多組織已針對這些議題開始行動，例如OECD/NEA針對Component Manufacturing Oversight及Manufacturing Design Evaluation Program成立工作小組、PNC工作小組在IAEA 2007年研討會上針對此議題演說，以及ITER數度舉辦國

際核能法規相關之講習會。

最後，Mr. S. S. Dua則指出，核能法規及標準是核能工業界維持安全、可靠及品質不可或缺之要件，在此核能即將復甦階段，應是全方位由全球供應鏈、管制架構、資源應用、法規鬆綁、自由貿易等多方向來檢視法規標準之適切性，因此PNC及此工作小組鼓勵會員踴躍參與此項核能法規與標準之相關活動。

(三) 技術分組(Technical Sessions)

1. 「輻射健康效應及輻射防護」分組

10月15日下午原能會蔡友頌科長與日本環境科學研究院(Institute of Environmental Science)K. Tanaka博士共同主持17-1session，並以Safety and Security of Radiation Sources in Taiwan為題發表論文，報告我國放射性物質之管制現況。

我國之游離輻射防護法自2003年2月1日施行，為強化密封放射性物質之管制，原能會自2004年起開始實施每月線上申報制度。同時為符合國際原子能總署RS-G-1.9 Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources and the Categorization of radioactive sources 之規定，原能會將常用之密封放射性核種，依其活度對人體可能的傷害程度分成5類管制，第1類至第3類為可能對人體造成傷害者，歸為許可類，第4、第5類為不可能對人體造成傷害者，歸登記備查類。其中第1、第2類又稱為高風險放射性物質，不論在輸入、輸出、港埠倉貯、港埠啓運及使用中之保安等作業均有較嚴格之規定，包括：(1)申請輸入第一、二類放射性物質者，在取得原能會之輸入許可後，申請人應將輸入許可影本給予輸出國主管機關或輸出機構；(2)第一類高風險密封放射性物質抵達目的港埠時，應即辦理提貨，非經主管機關許可，不得於港埠倉庫貯存；(3)申請輸出第一類高風險密封放射性物質者，應同時檢附輸入國主管機關同意輸入文件送原能會審查；(4)申請輸出第一類或第二類高風險密封放射性物質者，應於進行啓運作業七日前，將載明下列內容之書面文件通知原能會、輸入國主管機關及接收人。原能會於2006、2007年對高風險放射性物質曾做過專案檢查。目前列管之放射性物質在許可類有1,663張證照，登記備查類有1,918件登記案。

在防範放射性污染事件的發生方面，原能會自1995年起輔導國內設有熔爐之鋼鐵廠設置門框型輻射偵測器，對於進廠之原料及出廠之產品均執行嚴格之偵測。自1995年迄今，一共發現453起放射性異常物，其中大部分屬含有微量放射性之天然放射性物質(如鐳226、鈾234及其子核種)，少數則為前述遭受Co-60污染之輻射鋼筋下腳料及無主射源(含校正射源)，其放射性物質之核種，主要有Cs-137及Co-60兩種。

為因應全球貿易程序變革及便捷化的發展趨勢，原能會在兼顧輻射源的安全管理及簡政便民的原則下，自2005年起配合政府政策，推動「貿易便捷化網路化」無障礙通關計畫，同時進行「輻射防護申辦作業網路化」。新建置之「進出口簽審系統」及精進之「輻

射防護管制系統」已自96年10月24日正式啓用，有90%以上的業務已藉由網路完成申辦，大幅提升申辦效率，節省政府與業界的作業成本。新建置之系統改進過去「進出口簽審系統」與「輻射防護管制系統」兩者資訊無法互通使用之缺點，將進出口資訊網路與輻射防護管制系統連線，進出口資料立即轉入管制系統，作即時的料帳登錄與控管。同時新系統具即時查核功能，對將屆期之證照會自動發送電子郵件通知，提醒業者應申請換發或展延，提升放射性物質與可發生游離輻射設備的使用安全管制，以確保輻射源進出口及使用之有效管理。

本報告最後則介紹原能會目前正積極推動之醫療曝露品質保證計畫。在放射治療方面，目前已將國內所有的放射治療設備：鈷-60遠隔治療機、直線加速器、遙控後荷式近接治療機、加馬刀、電腦刀及電腦斷層治療機等6項全部納入應實施醫療品保項目；在放射診斷方面，已於今年7月開始實施乳房攝影X光機之醫療品保規定，將有235部乳房攝影X光機納入管制。

報告結束後日本對醫療品保作業較有興趣，詢問了一些執行上的細節，包括醫院方面的配合度，報告人分別就治療及診斷的設備再做進一步之說明。醫療曝露品質保證計畫係於輻防法所做之規定，在放射治療方面，我國早於1980年代輻防法未實施前即已開始實施品質保證計畫，這20幾年來這方面之技術、人力已非常成熟，所以輻防法實行後即以此為優先實行之項目，在推行及醫院配合度部分都沒問題。而在放射診斷方面，原能會在選定乳房攝影X光機為施行項目後，即以研究計畫方式委託學校訪查，邀請國內外專家積極辦理各項人員訓練，所以對院方來講，已是耳熟能詳之政策；同時原能會近幾年來大力輔導院方辦理各項訓練，加上這項施政是結合衛生署共同推動，雖然在初檢時有一些機器第一次未能通過，但院方事後都能改善，有少數無法改善的設備院方也都已申請停用；更重要的是實施的時間點，原能會是在各方面都趨成熟後再宣布施行，所以醫院之配合度也都沒問題。

2. 「核能安全、法規及安全度/意外事故管理」分組

10月16日下午核研所專案審查召集人周鼎博士負責主持22-1session的論文發表，在該分組，周鼎博士及原能會牛效中科長分別以「Seismic Safety Reexaminations to NPPs in Taiwan-Lesson learned from Taiwan Hengchun and Japan NCO Earthquakes」及「Regulatory Point of View on Hengchun Earthquake」為題發表論文。恆春地震發生於2006年12月26日晚間，共有二次主震分別發生於20時26分及20時34分，震央分別位於距核三廠西南方36.3公里及西方33.5公里之海域，深度則分別為44.1公里及50.2公里，地震規模則均為7.0，地震發生過程中，核三廠二部機組主控制室均出現反應爐冷卻水泵及主汽機高振動警報，故二號機運轉員立即採出手動急停反應爐之措施，而當一號機運轉員也要採取相同措施時，卻感受到地震已變得較緩和且所出現的高震動警報也均可以復歸，因

此改變決定，維持1號機組繼續運轉，因此造成二部機一部停機一部繼續運轉之差異現象。

在廠區地震儀器量測數據部分，最高加速度為圍阻體高層第一次主震期間南北方向所量得之168 gal，而由廠房各樓層實測得之加速度頻譜與運轉基準地震(OBE)設計頻譜進行比較，結果僅在第二次主震20時34分之數據中，發現在頻率0.7Hz之單一數據點有超出運轉基準地震(OBE)設計頻譜之情形，但超出程度仍在10%以下，至於頻譜之其他頻率點的數據均在運轉基準地震(OBE)設計頻譜之下，由此結果依據ANSI/ANS 2.10文件OBE判定準則，可確認恆春地震對核三廠之影響並未超其廠址之運轉基準地震值(OBE)。

地震後電廠員工隨即依程序書執行檢查作業，以確認結構及設備狀況是否正常，檢查結果，並未發現結構設備有重大受損情形。但仍發現少數輕微之影響或損害，包括：

- (1) 2號機反應爐冷卻水泵 B 台之比流器(C/T)及加熱器電纜導管接頭鬆脫。
- (2) 少量用過燃料池水及緊急柴油發電機燃油溢出。
- (3) 部分低於法規管制值之廢料桶由貯存架翻落，唯僅外表略受損變形，桶密封仍保持完整。

此外地震期間及地震後，兩部機控制室均有明顯的灰塵由天花板持續飄落，事後經檢查應係積存於天花板上方及天花板與支架間隙內之塵土受震後飄落所致。

恆春地震雖然不及日本新潟縣中越沖地震強烈，對核電廠影響亦較輕微，但其仍是台灣核能電廠運轉將近30年來，核能電廠廠區感測到震度最大的一次地震。因此其經驗及檢討均已多次在相關的管制會議或專家諮詢會議上進行詳細之討論，後續應繼續注意及執行事項如下述：

- (1) 組成專案審查小組重新評估核三廠耐震設計基準之正確性。
- (2) 台電公司應依據 EPRI 等相關指引重新檢討並將各電廠地震後處理程序書標準化。
- (3) 儘速將強震自動急停裝置上線，以避免類似此次恆春地震因人為判斷導致二部機因應上差異之情形再發生，目前各電廠於2007年11月底強震自動急停裝置均正式上線。
- (4) 要求核三廠更新其地震監測電腦系統，加強地震後數據分析能力及擴充紀錄地震數據容量。
- (5) 例行巡視作業時儘量以數位影像建立結構設備之基本狀況資料，以作為一旦發生強震後檢查作業時比對基準。
- (6) 規劃及安排定期清理主控制室天花板及支架上累積塵土，以免落塵對儀器設備產生不利影響。
- (7) 研議於運轉人員再訓練課程中增加地震模擬台體驗課程。
- (8) 要求台電公司於各核電廠控制室增設能與當地消防隊直接聯繫之熱線電話。

- (9) 要求各核能電廠研議現行掩埋於地下之消防管線改成地上管線或管溝之可行性。

本篇論文報告結束後，與會人員提出問題就本次地震中核三廠2部機組運轉員作了不同處置，導致一部機繼續運轉一部機手動急停之差異，詢問對於此結果之看法與對策。經報告人回覆從原能會管制立場已要求國內三座核能電廠於2007年底將強震自動急停裝置上線，其目的即是考慮未來如再有地震發生於核電廠廠址附近，將希望讓儀器來決定是否需將機組急停，而運轉員之角色只需密切觀察強震自動急停裝置是否正廠發揮功能即可，此舉將減輕運轉員必須在地震發生之短時間內作出決定之壓力，當運轉員一旦發現強震自動急停裝置功能不正常時，才需介入手動採取因應措施。

核能電廠耐震議題在日本新潟縣中越沖地震後已成為現階段核能界炙手可熱之議題，相信此篇論文在國際會議的場合中提出，以及問題回覆的互動過程中，應可使與會各國代表對於我國在核能安全管制，特別是地震防護整備管制方面，有相當程度的認識與瞭解。

3. 「用過核燃料及放射性廢棄物管理」分組

本分組有5項主題，茲將主要之論文說明如下：

A. 用過核子燃料中期貯存及其最終處置設施

- (1) 日本於2000年修正核子反應器管制法後，用過核子燃料可於核能電廠之外貯存，五個月後，青森縣陸奧市要求東京電力公司(TEPCO)提出用過核子燃料中期貯存設施選址之技術報告，2003年4月，TEPCO提出選址可行性檢視報告，內容包括場址不適合之工程數據及設施興建可能之工程觀點等，同時公眾溝通亦一併進行，2005年10月青森縣及陸奧市雙雙核准此場址，青森縣、陸奧市、TEPCO及日本原子力電力公司(JAPC)簽署同意書，一個月後，TEPCO及JAPC在陸奧市共同投資成立核子燃料再循環貯存公司(RFS)，2007年5月向管制機關提出興建申請，經安全審查通過後，於2008年3月開始建造準備工作。RFS將安全的貯存TEPCO及JAPC所產生之用過核子燃料直接送往再處理，貯存容量為5,000t-U，初期將興建3,000t-U之貯存庫，之後再蓋第二座2,000t-U之貯存庫，預計於2010年開始運轉。

- (2) 陸奧用過核子燃料中期貯存設施預計於2010年興建完成，日立公司負責多功能金屬護箱之開發及設施相關系統之研究，該護箱採用含硼不銹鋼材質作為提籃之金屬板，該材質高度防蝕及耐熱，廣泛用於用過核子燃料之貯存格架，該金屬板彼此交叉坎入，形狀如裝雞蛋的格架，此外該護箱採用新開發的中子屏蔽樹脂，藉由其眾所週知之成分及特性，強化金屬護箱的品質，樹脂易劣化的特性，業經長期熱解劣化及照射實驗證明，其於貯

存期間足以保持屏蔽能力，另為驗證此護箱的基本功能，已完成 1/3 全尺寸之模型墜落試驗，而運送時之防撞裝置也於墜落實驗中一併檢視完成，熱傳導試驗則以全尺寸原型試驗，確認所建立之模型可行，同時證明該型金屬護箱已具有足夠熱移除能力，於貯存期間維持基本之安全功能應無問題。

- (3) 採用金屬護箱並將其置放於兼具輻射屏蔽及熱移除建築之用過核子燃料中期貯存設施，日立公司在設施運作的設計改良上下了許多功夫，例如，金屬護箱傳送系統，熱傳及輻射評估的分析技術，以符合安全要求及降低貯存成本。金屬護箱之傳送採用氣墊以減少摩擦力，此氣墊已用 1/3 護箱全尺寸做過運作及地震測試，其於地震時之情境模型業已完成，結果證明此傳送系統不會受地面不平影響，且護箱銳角亦不會碰撞地面，全尺寸模型之測試也成功，證明移動穩定且定位性佳。
- (4) 加拿大引用日本原子力發電環境整備機構(NUMO)之建議，公布了用過核子燃料應進行適當管理(APM)之概念，APM 意味即使集中貯存設施已選定，亦容許核能電廠於廠內繼續暫時貯存，之後再送往集中貯存設施，目前此設施已建造完成，採淺地層掩埋方式，運作上則視同深地層處置一般操作，此操作模式較具彈性，未來若觀念及技術有所變化，可隨時作適當之選擇。

B. 用過核子燃料貯存及運送

- (1) 日本東海第二核能電廠用過核子燃料乾式貯存計畫，於 1990 年開始進行場址地質調查與護箱及貯存設施之設計，經考量經濟及適當性，選擇了以大型護箱貯存的方式，此護箱可存放 61 束 BWR 燃料元件，用於核能電廠廠內貯存，貯存設施共可容納 24 個護箱，設施包括混凝土廠房、架空吊車及輻射監測系統，廠房座落於鋼樁基盤上，並在廠房牆上設置空氣進出口，以被動式空氣對流方式進行衰變熱之移除，1999 年開始興建廠房及 7 個護箱製造，於 2001 年完成，第二階段 8 個護箱於 2004 年製成，第三階段之 2 個護箱正製造中，第四階段 4 個護箱則設計中，2001 年 12 月已安全貯存 4 個護箱，另 9 個亦於 2007 年底存入，基於廠內貯存容量有限，現正進行廠外貯存設施之興建，預計於 2010 年可正式啓用。
- (2) 2005 年由於瑞典核能法規規定從 2006 年 7 月開始，用過核子燃料運往國外再處理延後十年，使得用過核子燃料必須置放於中期貯存，直到延後令解除或合適之後端政策確立，而政策端視政治之變化，目前用過核子燃料可送往 ZWILAG 中期貯存設施或核能電廠內之獨立貯存設施，如 Gosgen 核能電廠(KKG)，KKG 原先之策略為再處理，現被要求需將用過核子燃料多貯存十年，濕式貯存設施擴建勢在必行，2002 年 KKG 決定將此工程

包給 AREVA NP，此合約包括系統、組件、配置、之初步及細部設計，製造、安裝及運轉等，執照則由 KKG 申請。

- (3) 日本電力中央研究所(CRIEPI)以全尺寸不具銳角防護的金屬護箱進行墜落試驗，驗證金屬墊圈密封之安全性，結果證明無顯著之洩漏；以持續高溫達 17 年之久，來驗證金屬墊圈長期之包封性，若以護箱長期貯存實際所發出之熱來評估，可換算為 60 年；假想飛行器撞擊貯存設施之分析及測試已完成，金屬墊圈及吊掛結構之機械影響亦已驗證；窖式貯存因用於大容量設施較為經濟，故開發淺地層地下窖式貯存設施，概念設計已完成，且申照可行性亦已研究完畢。
- (4) 混凝土護箱已於世上行之有年，基於貯存後期貯存罐之密封性可能因處於含鹽空氣中，遭腐蝕而劣化，日本電力中央研究所以高度防止應力腐蝕裂化(SCC)之不銹鋼與一般不銹鋼作比較試驗，並以實際溫溼度環境來估算其壽命，證明前者可抵抗 SCC 之傷害，其餘於含鹽空氣中防止 SCC 的相關對策亦已研究完成，包括於空氣進氣口設置水盤將含鹽粒子抓下，此法已證明確實有效，另以攝影機從已貯存 15 年之護箱出氣口伸入至貯存罐表面觀察，影像顯示無明顯之劣化現象，另以全尺寸模擬護箱做地震試驗，護箱不會傾倒，但在地震滑動試驗時，燃料元件表面會產生應力，不過尚在其彈性範圍內。
- (5) 日本為一個缺乏能源之國家，已將用過核子燃料循環列於其基本能源政策中，日本核燃料公司(JNFL)在青森縣六個所村興建核子燃料循環各項設施，目前穩定中成長，再處理廠將於近期內商轉；成立於 1973 年之核子燃料運輸公司(NFT)，為全日本唯一之核子燃料運送者，Kokaji 先生說明了該公司 30 年來安全運送之經驗。

C. 固化及乾性廢棄物

- (1) 韓國 HANARO 研究用反應器及核子燃料循環設施所產生之可燃性廢棄物，皆存於韓國核能研究所貯存設施內，為紓解庫存壓力，有必要進行壓縮處理或清潔外釋，以減少其體積，因此先根據其來源、產生日期及表面劑量予以分類，再經核種分析，重新置放於 320 公升之桶送往壓縮處理。
- (2) 日本核燃料公司(JNFL)目前正規劃興建一包封用過核子燃料再處理所產生剩餘物之設施，因殘餘物含有鎢鉬合金溶劑，有可能產生氫氣而造成危險，因而進行檢測釋出氫氣體積之實驗。

D. 放射性廢棄物處理

- (1) 我國核能電廠低放射性廢棄物經產、官、研不斷努力，2007 年三座核能電廠固化廢棄物總量降至 259 桶，創歷年新低，減量成效卓著，並已邁入永續經營，現正致力

於乾性廢棄物之減量，期能再創佳績。

- (2) 日本原燃公司目前正設計一設施，用以調理乾性放射性廢棄物使其何於最終處置條件，設有壓縮、焚化、熔融、固化及分類等程序，將接收之廢棄物依其特性予以調理成可供最終處置。

E. 放射性廢棄物最終處置技術研發

- (1) 日本原子力安全委員會致力於高放射性廢棄物最終處置技術之研發，主要為地質處置設施工程障壁及安全評估，在 Mizunami 及 Horonobe 二個地下實驗室表層之調查工作已完成，現正進行豎坑及監測井之開挖，而火山及斷層之補充研究刻正進行中，另進走型知識管理系統之開發計畫亦已開始，此系統將提供技術相關之知識基礎給高放經營者及管制單位依循。
- (2) 日本六個所村低放射性廢棄物最終處置中心位於青森縣六個所村之小川原，接收來自核能電廠所產生之低放射性廢棄物，目前第一及第二處置設施已運轉，二設施之容量為 80,000m³(400,000 桶)，整個中心之容量為 600,000m³(3000,000 桶)。第一處置設施所處置者為均勻固化體，包括濃縮廢液、廢樹脂之水泥或柏油固化體等。第二處置設施所處置者為乾性廢棄物固化體(非均勻)，包括污染的金屬及塑膠製品等，因工程障壁採用改良式建造技術，故處置單元之建造成本較第一設施為低且容量較大。
- (3) 日本原子力發電環境整備機構(NUMO)成立於2000年10月，率先公開呼籲日本各地區，徵求高放處置設施之志願者，2007年日本政府成立高放處置加強推動計畫並支持 NUMO 之行動；之後，新修正之「特殊放射性廢棄物最終處置法」規定超鈾元素廢棄物應採深地層處置，NUMO 決定做為超鈾元素廢棄物最終處置之執行者，身為執行者，NUMO 希望能於兼顧經濟考量下確保處置設施之安全，為了有效執行自願場址計畫及解決時程壓力，NUMO 必須小心建構選址程序、訂定規範及特性調查計畫，現行研發計畫中最優先者為建立及驗證建造及運轉技術、運轉安全之評估、工程障壁建造之品質保證、封閉及監管安全確保等。

(四) 閉幕會議

閉幕會議由主辦單位代表松井一秋主持，由卸任PNC主席Clarence J. Hardy、新任PNC主席韓國Chan-Sun Kang、及下屆PBNC主席墨西哥核能協會Dr. Gustavo Alonso分別致詞。下屆PBNC (17-PBNC)預定於民國99年10月在墨西哥Cancun舉行，依慣例，由下屆主辦單位代表進行下屆PBNC之介紹。

三、 參訪日本原子力安全機盤機構(JNES)核燃料循環檢查本部

10月15日上午團長謝副主委帶領廖俐毅主任及牛效中科長，參訪位於青森縣上北郡六個所村之原子力安全機盤機構(以下簡稱 JNES)核燃料循環檢查本部。日本原子力安全機盤機構係一獨立行政法人，人員總數約 420 人，其接受日本原子力安全保安院(NISA)之委託執行包括核電廠興建之檢查及審查作業、核電廠運轉期間之檢查及審查作業以及核電廠放射性廢棄物處理之檢查作業等，此外 JNES 也於去年成立耐震安全部，負責核電廠耐震設計與對策之審查，JNES 組織之經費來源幾乎完全由日本政府提供。JNES 本部在東京，分支機構除了本次參訪的核燃料循環檢查本部外，在福井縣敦賀市亦設置福井事務所，專司負責若狹灣地區核子設施之檢查及審查業務。原能會長期以來與 JNES 均保持良好關係，除每年定期於台灣及日本輪流召開雙邊技術交換研討會外，JNES 並多次派員協助原能會執行建廠視察相關作業。

本次參訪之 JNES 核燃料循環檢查本部其主要即在負責六個所村日本原燃(JNFL)核燃料循環設施檢查作業，其檢查人員共 12 人，在簡報中瞭解目前日本核電廠之用過核燃料大部分仍貯存於核電廠內，有一部分係運至國外再處理，在處理後製成之 MOX 燃料在由國外運回日本電廠使用，預計未來在六個所村將建造一所 MOX 燃料工廠，而建廠之申請目前仍在日本政府審查中，將來在建廠過程中 JNES 核燃料循環檢查本部人員即會參與檢查作業。至於核電廠低階放射性廢棄物處置方面，JNES 核燃料循環檢查本部負責接受 JNFL 所提出「廢棄物埋設申請書」審查作業，並赴電廠進行廢棄物紀錄之確認工作，在放射性廢棄物運抵六個所村時，JNES 核燃料循環檢查本部檢查人員必須會同 JNFL 人員進行 100%的目視檢查作業，其目視檢查標準是由 JNES 核燃料循環檢查本部所擬定。對於低階放射性廢棄物掩埋方式，則依其放射性強度分類，放射性強度相對較低者採取近地表渠道或混凝土窖貯存，放射性強度相對較高者則採地下 50 米至 100 米之中程深度處置。

訪問過程中詢及日本原子力安全保安院(NISA)在各核子設施附近亦均設置檢查官辦公室(JNES 人員告知六個所村附近 NISA 亦派駐有 5 名檢查官)，對於 NISA 檢查官與 JNES 檢查人員間檢查項目如何分野等問題請教日方人員，據 JNES 人員說明，NISA 檢查官人數不多，不論在核能電廠或六個所村核燃料循環設施，NISA 檢查官檢查範圍大致上是以日常運轉紀錄之書面查核為主，而 JNES 檢查作業則著重在設施歲修期間設備維修作業之審查與檢查為主，二者之間有相當大差異也不致重複。另外針對 2006 年日本發佈新的抗震指引後，六個所村之核燃料循環設施是否也需一新的抗震指引重新評估，以及日本新瀉地震後六個所村之設施有無採取相關應對措施等問題，亦請教 JNES 人員。據 JNES 人員答覆，六個所村之核燃料循環設施均已依據新的抗震指引重新評估，並由日本政府審查中，但在新瀉地震之後，目前所知日本之核子設施抗震指引極可能要再重新檢討修正。另外對於低階核廢料運送至六個所村過程是否會受到民眾抗爭干擾，日方人員則答稱低階核廢料均由各核電廠專用碼頭直接透過海運至六個所村，因此基本上並不會受到民眾抗爭。

四、 參訪東北電力東通核能電廠

10月18日本團所有成員均參加本次大會所安排之技術交流活動—參訪東通核能電廠。東通核能電廠位於青森縣下北郡東通村，座落於本州最北端之下北半島東側，面對太平洋，由日本東北電力公司所經營，東北電力之供電範圍為包括本州北部及新潟縣，東通核能電廠目前僅有一部機組運轉中，而東北電力目前也計畫在此廠址另建一部進步型沸水式核能機組，現行運轉中之一號機係採用沸水式 BWR-5 核能機組，圍阻體則為 MARK-I 改良型圍阻體，反應爐及汽機、發電機等主要設備均由日本東芝公司所提供，該機組於平成 17 年(2005 年)1 月份首次裝填燃料，3 月份初次併聯，7 月份達到額定功率，同年 12 月正式商業運轉，因此運轉至今約僅 3 年，還屬相當年輕之機組。正常運轉時電廠員工人數大約為 200 人，其中約 30 人為運轉值班人員，至於大修期間，則每天大約有 1700 工作人員在電廠。

當天上午 9 時 30 分一行人由青森市文化中心出發後，大約經過 2 個多小時之車程抵達東通核能電廠 PR 展示館時已近中午，由於東通村目前除了東北電力東通核能電廠外，現階段東京電力也計畫在附近廠址設置二部進步型沸水式核能機組，名稱同樣是東通核能電廠，因此該 PR 展示館目前是由東北電力及東京電力所共同經營。在簡單參觀 PR 展示館及用餐後，一行人隨即進入東通核能電廠參觀，東通電廠附近均為原生林，進入電廠大門後先繞經這一大片原生林後才能見到機組廠房，機組廠房外部均經過塗裝，據電廠人員說明在建廠前之環境影響評估階段時，即考量與附近天、地、海顏色之協調與融合，而訂定廠房塗裝之基本顏色(圖 2)。在進入電廠後首先聽取電廠人員簡報，隨即安排參觀外圍廠區以及廠房內設施，包括汽機廠房汽機樓層及反應器廠房燃料填換樓層等區域。在參訪過程中，電廠隨行人員特別說明在去年新潟地震後，東通核能電廠已在其廠房附近另外增設地下之消防水貯存槽，以作為正常消防水系統之後備水源。此外詢及是否建立專屬消防隊及相關設備時，電廠人員亦答覆已設置有消防水車及化學消防車等設備。



圖 2 東通核能電廠外觀

在參訪過程中，詢及目前所知日本 BWR-5 機組大多採用 MARK-II 或其改良型圍阻體，但在東北電力東通及女川核電廠之 BWR-5 機組則均採用 MARK-I 或其改良型圍阻體，是否有特殊考量？電廠人員答覆說明此係基於耐震之考量，由於 MARK-I 改良型圍阻體反應爐爐心位置相對於 MARK-II 較低，因此其抗震方面之能力較佳。另外詢問該廠對於運轉值班人員年齡上是否有限制，由於該廠可能尚屬年輕之電廠，因此尚未面臨此方面之問題，但基本上電力公司之政策運轉值班人員達到 50 歲，即會將其調任至例如訓練中心講師等其他崗位工作。至於與附近居民之溝通互動方面，電廠人員認為主要透過幾種方式與民眾溝通，包括運轉資訊定期之透明公開、運轉事件立即知會地方民眾，以及遇到問題時儘可能與民眾面對面開誠布公討論解決。此由東北電力網站上可看到電廠每月定期發佈通訊(圖 3)，其內容不止包括與地方民眾之活動情形，甚至包括電廠機組大修作業之進度及重要改善工程例如耐震能力之強化等，這些作法均顯現東通電廠對於資訊透明化之用心，相信對於附近民眾均能達到相當良好之溝通效果。而對附近區域補助金問題，電廠人員表示電力公司只是依規定上繳一筆款項給中央政府，再由中央政府統籌分配給地方，由於這些作業均已立法，因此較無爭議。

由於地處日本北端，因應冬季積雪，電廠在其廠房外參觀路徑更設置可移動式廊道，平常係關閉供人員通行，遇有車輛要通過時則可開啓。在整個參訪過程中，發現東通電廠環境明亮整潔，機組廠房內部之廠務管理更不在話下，乾淨及一塵不染仍如其他日本電廠一樣具相當高之水準。參觀人員進入管制區域除需由電子卡片刷卡外，另需輸入一組由電廠人員提供之數字密碼，方可進入，可見電廠在保安工作上相當注重。

五、參訪六個所村核子燃料循環設施

10 月 16 日團長謝副主任委員率領陳志行簡任技正及蔡友頌科長參加大會安排之六個所燃料循環設施村技術交流活動。六個所村園區位於青森縣之東北方，離東京約 600 公里，由日本核燃料公司(Japan Nuclear Fuel Limited, JNFL)所籌建與運作，目前園區設置與規劃的核子燃料循環設施有鈾濃縮廠、用過核子燃料接收與貯存設施、用過核子燃料再處理廠、混合氧化物燃料製造廠、玻璃固化廢棄物貯存中心及低放射性廢棄物處置中心，此次參訪的設施包含低放射性廢棄物最終處置中心、用過核子燃料再處理廠、用過核子燃料貯存設施、玻璃固化高放射性廢棄物貯存中心與六個所村展示館。

日本核燃料公司係於 1980 年 3 月 1 日成立，主要由東北電力、東京電力、中部電力、北陸電力、關西電力、中國電力、九州電力、四國電力、北海道電力等 9 家核能電力公司組成，資本額 2 千 5 百億日圓，現有員工 2 千餘人，業務範圍主要包涵低放射性廢棄物最終處置、鈾濃縮、MOX 燃料製造、用過核子燃料再處理、再處理產生廢棄物之暫存、鈾及低放射性廢棄物與用過核子燃料之運輸等。

P S つうしん

～東通原子力発電所だより～ 2008.4.20

東北電力(株)東通原子力発電所 青森県下北郡東通村大字自勝字前坂下34-4
TEL(代表)0175(46)2225
ホームページ http://www.tohoku-epco.co.jp

耐震安全性評価 中間報告 新耐震指針に照らして主要な設備の耐震安全性を確認しました

東北電力は、耐震安全性の確保に万全を期するため、平成18年9月に改訂された原子力発電所の耐震指針(新耐震指針)に基づき、評価を実施してまいりました。3月25日に第1期中間報告を出しましたので、東通原子力発電所の評価結果についてご紹介します。なお、詳細につきましては当社ホームページをご覧くださいませ。
(http://www.tohoku-epco.co.jp/news/atom/1177469_1065.html)

【耐震安全性評価のプロセス】

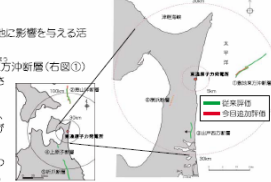
1. 新耐震指針に照らした発電所周辺の地質調査・評価。
2. 想定される最大地震の揺れの強さを評価。
3. 原子力発電所の耐震安全性の評価。

1. 地質調査等を通じて活断層の長さなどを評価いたしました。

発電所周辺の活断層の評価にあたっては、衛星地価が確認できる箇所を観察のほか、航空写真をもとにした地形の変動の有無等の確認、地機掘削が実施した調査結果、新海東沖断層の発見等を反映しました。

【地質調査・評価の結果】

- 発電所近傍5km以内には、敷地に影響を与える活断層は存在しません。
- 新たな調査データから、敷地東方沖断層(右図①)と東山沖断層(右図②)の長さを発見しました。
- その他の断層(右図③～⑤)は、発電所の敷地に与える影響が小さいものと判断しました。
- なお、横浜断層(右図⑥)については追加調査を継続中です。



2. 新たな基準地震動(大きな影響を及ぼすと考えられる揺れ)を設定しました。

こうした詳細な地質調査等を踏まえ、新耐震指針にしたがって、東通原子力発電所が属する可能性のある地震動を設定し従来より大きく評価しました。

この結果、東通原子力発電所の基準地震動の最大の揺れの強さが、従来の375ガル*から450ガルになりました。

*ガルとは地震の揺れの強さを表す単位です。


【新たな基準地震動の設定】

(新)基準地震動 **450ガル***

(旧)基準地震動 **375ガル**

3. 主要な設備の耐震安全性が確保されていることを確認しました。

新たに設定した基準地震動(450ガル)を用いて、「止める・冷やす」に関与する「機器を動かす安全上重要な設備のうち主要な8つの設備(左図)の耐震安全性を評価し、既存の設備の安全性が確保されていることを確認しました。



4. 最終報告は9月に提出予定です。

他の安全上重要な設備の耐震安全性の評価についても引き続き実施し、現在追加調査中の廃炉断層の調査結果も踏まえて、平成20年9月に最終報告を予定しています。

なお、安全上重要な設備などを支えている部材の耐震性をさらに向上させる工事(側溝角度向上工事)を、現在実施中の第2回定期検査において自主的に実施し、皆さまからなる信頼が得られるよう耐震安全性向上に努めてまいります。

P S つうしん

～東通原子力発電所だより～ 2008.8.25

東北電力(株)東通原子力発電所 青森県下北郡東通村大字自勝字前坂下34-4
TEL(代表)0175(46)2225
ホームページ http://www.tohoku-epco.co.jp

第2回定期検査終了 安心をお届けできるよう安定・安全運転に努めてまいります

東通原子力発電所1号機は、平成20年3月22日より第2回定期検査を実施してまいりました。安全最優先に作業を進め、平成20年8月13日に経済産業省による最終検査に合格し、定期検査を終了いたしました。主な検査実施内容についてご紹介します。

1. 定期検査の期間

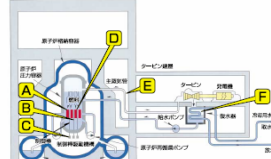
平成20年3月22日(土)～平成20年8月13日(水) 145日間
(発電停止期間:平成20年3月22日～平成20年7月18日 119日間)

2. 主要な点検ならびに作業の結果

- A 燃料集合体の取替え**
燃料集合体764体中、128体を新燃料に取替えました。
- B 制御棒に関する点検**
炉内用制御棒29本について、ボロンカーボン粉末成型制御棒へ取替えを実施し、取外した炉内用制御棒については外観点検を行い、異常のないことを確認しました。
- C 制御棒駆動機構の点検**
制御棒を動かす装置185体のうち26体を取外し、そのうち14体について分解点検を実施し、健全性を確認しました。また、残りの12体については予備点検と取替えを実施しました。
- D 出力領域モニタの取替え**
炉内域の中子量を測定する装置43体のうち、性能維持を確保するため8本について取替えを実施しました。
- E 配管肉厚測定検査**
原子炉系、タービン系配管の約1,700箇所について肉厚測定を行い、健全性を確認しました。
- F 凝水器配管の点検**
凝水をろすためのろ網に用いる配管について点検し、健全性を確認しました。

3. 耐震裕度向上工事


第2回定期検査において、発電所の更なる耐震安全性の向上に努めていくため、安全上重要な配管・電路の支持構造物など、約1,900箇所について自主的に耐震裕度向上工事を実施しました。




詳細につきましては、当社ホームページをご覧くださいませ。アドレスは <http://www.tohoku-epco.co.jp/genhsh/index.html>

よろしくお願ひします!

このたびの人事異動により、新副所長として川原一夫、片桐一夫の2名が着任いたしましたので、ご紹介いたします。



川原一夫 副所長



片桐一夫 副所長

地域の方々とともに安全な発電所を目指し取り組んでまいります。

P S つうしん

～東通原子力発電所だより～ 2008.10.19

東北電力(株)東通原子力発電所 青森県下北郡東通村大字自勝字前坂下34-4
TEL(代表)0175(46)2225
ホームページ http://www.tohoku-epco.co.jp

見事なスティックさばきでゲートを通り! 第3回東通原子力発電所長杯ゲートボール大会開催

平成20年10月10日(水)、東通村役場ふれあい広場ゲートボールコートにおいて、第3回東通原子力発電所長杯ゲートボール大会を開催いたしました。この大会は東通原子力準備事務所時代から継続しているもので、今回で32回目の開催となります。大会当日は一時雨に見舞われたものの、概ね秋晴れの中、東通村内外および東京・東北電力の計8チーム56名が参加しました。『コスモス』チームの川口さんによる選手宣誓より試合が始まり、予選から各チームとも熱戦を繰り広げ、楽しいふれあいの場となりました。

決勝では昨年優勝した『早稲平』チーム(早稲平地区)と『コスモス』チーム(小田野沢地区)が対戦し、12対9で『早稲平』チームが見事優勝し2連覇を達成しました。

当発電所では、これらも様々なイベントを通じて、地域の皆さまから親しまれ信頼される発電所を目指し、地域と一体となって取り組んでまいります。

出場チーム

か む め (松島)
早 稲 平 (早稲平)
コ ス モ ス (小田野沢)
龍 崎 (龍崎)
ア ム (東京電力)
つ ち ね (東北電力)

試合結果

準 優 早稲平チーム
準 優 龍崎チーム
第 3 位 昇天チーム・アムチーム

※1ゲートを通る、決めきれず、裏切られたり見守る選手たち。

美しい海を守ろう! 海岸清掃を実施!

平成20年9月20日(土)、東通原子力発電所の若手を中心とした所属が、「チーム守るべ東通 海岸清掃」にリレー参加し、美しい海を守ろうと実施しました。

この活動は、社会福祉協議会の一環として、美しい海を守りたいという主旨から、発電所近隣の老舗川口村の浜辺で別荘に行っているものです。

当日は、海は穏やかだったものの、風が強い中で参加者23名がビーチバレーの試合を行いました。

参加者からは「毎年清掃を行っているが、ゴミが落ちて残念。こういったゴミの回収を継続してほしい」という声が上がりました。

東通原子力発電所では、これらも様々な活動を通じて東通村の美しい自然を守りたいと考えております。

10月26日は「原子力の日」です

【原子力の日】は、日本が1956年に国際原子力機関(IAEA)に加盟したことであり、国際機関の日本本部が開設された1953年10月26日の原子力発電に成功した日であることから、科学技術庁(現在の文部科学省)が1954年に「原子力の日」と制定したものです。原子力発電は、地球温暖化の抑制に役立つ一環の環境貢献手段と見做されています。いまや、私たちは少電気の約1/3を占めています。

図3 東通核能電廠毎月定期發布之通訊

由於規劃得宜加上持續的努力，六個所村由過去之工業區、戰備石油區成功的轉型為日本核子燃料循環的重鎮。1960年日本將小川原規劃為石油工業區，同時設置戰備石油槽，容量可供全日本7日之用，石油危機造成工業萎縮，業界擴展意願不高因而未進駐該工業區；日本為一島國，資源匱乏，95%之能源依賴進口，為使能源永續，核子燃料循環概念油然而生，由於小川原地區面積大、岩盤穩固、地質良好，加上優質之港口便於海運，當地居民又有意願等條件下，日本於1985年開始規劃該地區成為核子燃料循環設施，經多年之建設，1992年鈾濃縮廠開始運轉，陸續完成低放射性廢棄物處置場、玻璃固化廢棄物貯存中心及用過核子燃料接收貯存設施，目前用過核子燃料再處理廠正進行最後測試，預計於2008年11月運轉，MOX燃料製造廠則已獲得當地政府同意，正在申請建造許可，預計於2012年10月運轉，另東京電力公司為因應再處理廠處理容量之不足，亦於此地規劃一用過核子燃料之乾式貯存場，以供未來全國核能電廠所產生之用過核子燃料集中貯存之用。六個所村及各設施之位置圖如圖4、5。

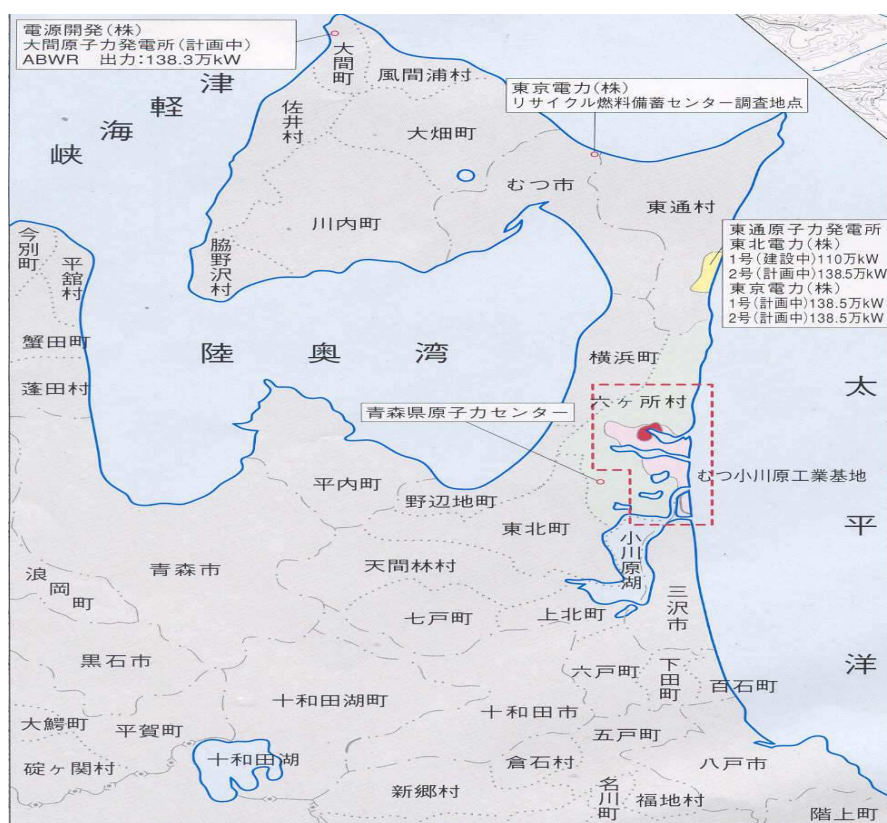


圖4 六個所村位置圖

(一) 六個所村展示館

六個所村展示館是自由開放給一般民眾參觀的場所，我們前往參觀時，日方特地派專員陪同，其外觀如圖 6。

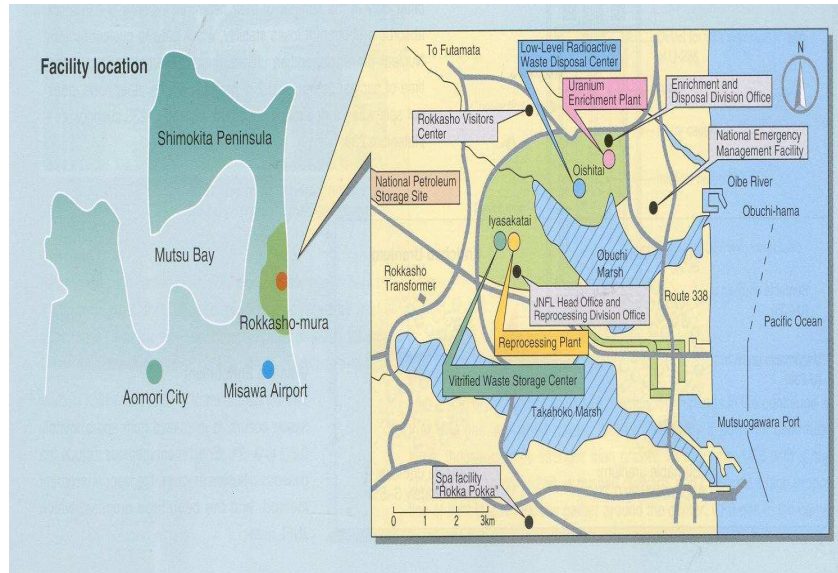


圖 5 六個所村各核能設施位置示意圖



圖 6 六個所村展示館

日本核燃料公司能在六個所村順利建設各項核燃料循環設施，最主要原因是該公司非常重視社區的瞭解與支持。爲了讓民眾目睹各核燃料循環設施及各項安全維護措施，展示館設置在六個所村園區外緣高地，1991 年 9 月啓用，是一棟地下一層及地上三層的建築物。三樓展望室離地面 30 公尺高，可 360 度眺望遠處的八甲田山和太平洋，對六個所村的核燃料循環設施現況一覽無遺。二樓展示室則利用 3D 電腦動畫教導核能觀念與設施，使用影像及模型、電腦

遊戲等方式，說明核能和輻射知識如圖 7，讓參訪民眾動手動腳動腦，以提高民眾參與自我教育的意願，寓教於樂，讓人們理解核燃料循環，並利用模擬汽車駕駛和飛機操控的遊戲，瞭解我們所受到自然界的輻射，同時透過霧箱的原理，顯示輻射通過的蹤跡。一樓和地下一樓除為訪客提供各類淺顯易懂的核能知識資訊文宣品外，並以大型模型、映像和聲音介紹核燃料循環的體系如圖 8，包括再處理廠、鈾濃縮廠、低放射性廢棄物處置設施、高放射性廢棄物貯存管理設施及 MOX 燃料製造程序。



圖 7 藉電腦遊戲化宣導輻射觀念



圖 8 以模型介紹核燃料循環處理

為確保六個所村環境輻射安全，電力公司業者和縣府相關單位，定期進行環境試樣取樣及放射性分析如圖 9，並設置環境輻射即時監測系統，於六個所村展示館以電腦展示畫面，每 10 分鐘更新輻射監測數據 1 次。六個所村展示館定期發行刊物介紹及報導原燃各項設施及其進度、環境輻射監測結果等；必要時舉行記者招待會，邀請意見領袖參加研習會等與民眾雙向溝通；舉辦各類活動與比賽，以建立與居民間的感情。在社區內發行月報或雙月報及網路，

報導的不只是園區內的設施訊息，最主要的是當地文化、藝術、特產、節慶、廟會、科學新知等，並且積極參與、贊助各項社區之活動，將公司融入社區。



圖 9 環境試樣取樣及放射性分析情形

(二)低放射性廢棄物最終處置中心

日本核能電廠運轉及維護所產生之放射性廢棄物一般分為三類，污染之工作服、手套、去污之紙布等歸類為屬為不可燃廢棄物，經壓縮、切割或熔融後裝桶；第三類為水質處理後產生之放射性液體廢棄物，經濃縮後以水泥或聚合物固化裝桶，各電廠所產生之放射性廢棄物皆暫存於廠區之貯存設施內，排定時程後，由低放射性廢棄物運輸專用船隻—青龍丸載往六個所村處置，如圖 10。



圖 10 低放射性廢棄物運輸專用船—青龍丸

低放射性廢棄物處置中心佔地 600,000 m³，設計容量 300 萬桶，已核准之處置面積為 80,000 m³(約 40 萬桶)，於 1992 年 12 月開始運轉，第一期工程為均勻固化桶處置區，共有 30 個處置單元(原規劃 40 個)，每一單元長、寬各 24 公尺，高 6 公尺，可處置 5,120 桶廢棄物，總處置量為 153,600 桶，截至 2008 年 9 月 30 日已處置 139,000 桶；第二期工程為非均勻固化桶處置區，共有 16 個處置單元，每一單元長 36 公尺，寬 37 公尺，高 7 公尺，可處置 12,960 桶廢棄物，總處置量約為 207,360 桶，截至 2008 年 9 月 30 日已處置 62,000 桶。其處置流程如圖 11 所示。

低放射性廢棄物最終處置中心之鳥瞰圖如圖 12，同時日本高放射性廢棄物之最終處置亦已積極推動中，預計 2030 年至 2040 年將開始運轉，其設計概念已完成，採深地層坑道式處置，處置方式如圖 13 所示。

(三)用過核子燃料再處理廠及玻璃固化高放射性廢棄物貯存中心

化石燃料如石油、天然氣等一經燃燒後就無法再回收成燃料使用，核子燃料雖在反應爐內 3 至 4 年後因無法供給反應度之需，而退出反應爐成為用過核子燃料，但其中仍含有未燃耗之 U-235，以及由 U-238 轉化而成之 Pu-239，若經再處理程序可將其分離出製成混合氧化燃料(MOX fuel)，達到充分利用資源，邁向燃料永續之目標。

用過核子燃料自反應爐退出後，存在核能電廠或送至此廠之用過核子燃料池貯存，4 年內將使放射性降至原來之 1/100，此時處理所接受輻射劑量較低。處理時先將燃料由池中吊出切成 2 公分大小之塊，置入硝酸中，燃料會溶解於硝酸，因而與護套分離，再將硝酸溶液倒入油中，使分裂產物與鈾、鈾分開，最後以化學方法分成鈾及鈾溶液，2 溶液各自以硝酸純化去除殘餘之分裂產物，再經脫硝過程將純鈾、鈾及鈾之混合液製成粉末，此分離鈾、鈾及分裂產物之方法稱 Plutonium Uranium Reduction Extraction(Purex)程序。殘餘之萃取液則以玻璃固化後暫存，俟高放射性廢棄物最終處置設施完成後送往處置。再處理廠之處理流程如圖 14 所示，鳥瞰圖如圖 15。

專用船至各核能電廠
收齊廢棄物，再以海運
送至小川原港卸下



經過固化桶完整性、
表面污染及放射性強度
檢查後，送至處置
中心，以抓具吊入處
置單元(八桶一列橫
臥式)



每一層裝滿後即以水
泥漿澆灌，整個單元裝
滿後灌漿加頂蓋，所有
單元皆填滿後，置入黏
土層，再將原開挖土回
填並植被。

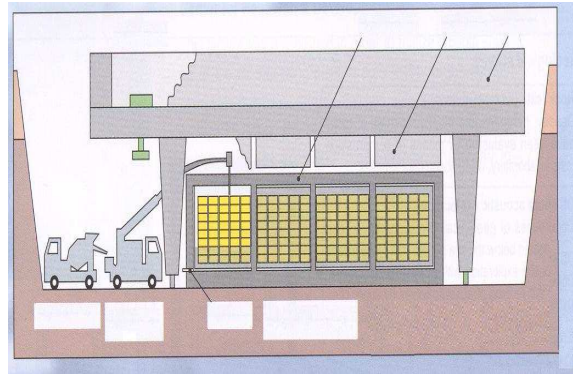


圖 11 低放射性廢棄物處置流程



圖 12 低放射性廢棄物最終處置中心鳥瞰圖

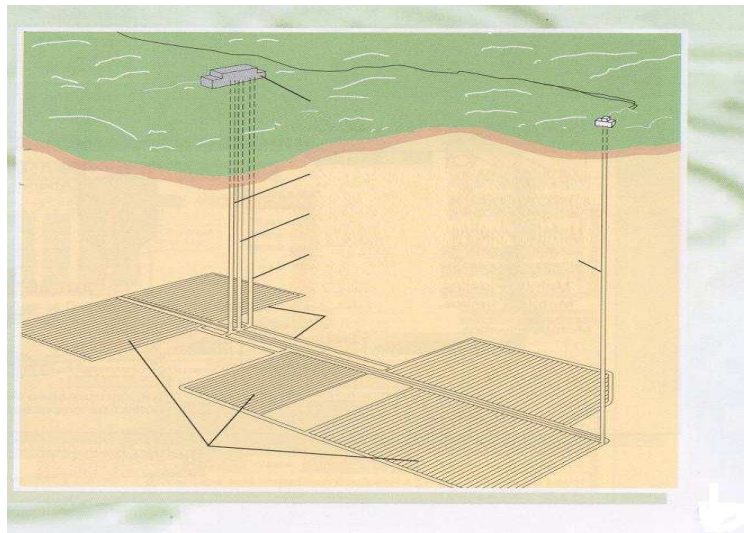


圖 13 高放射性廢棄物最終處置概念圖

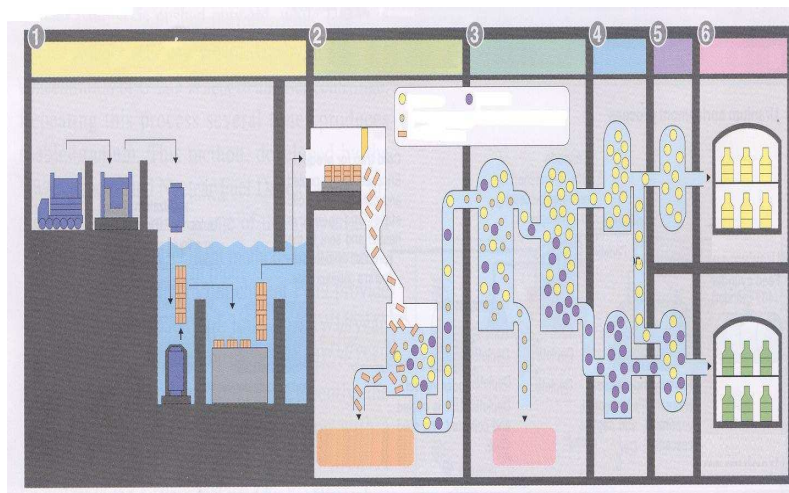


圖 14 再處理廠之處理流程圖



圖 15 再處理廠鳥瞰圖

該廠於 1999 年 12 月先完成用來接收用過核子燃料之水池式貯存設施，分為三區，一區為 BWR 燃料，另二區為 PWR 燃料，設計容量為 3,000tU，BWR 1,500 tU(8,600 個元件)，PWR 1,500 tU(3,600 個元件)，截至 2008 年 9 月 30 日已接收 2,692tU，處理了 389tU，再處理廠之最大處理容量為 800tU/年，預計於 2008 年 11 月正式商轉，日本每年用過核子燃料之產量為 900-1,000tU，至 2007 年存於各核能電廠內之用過核子燃料達 12,000tU，為因應此不足之貯存容量，除於廠房旁另設置 5,000tU 之乾式貯存場外，日本東京電力公司另規劃於下北半島 MUTSU 市，興建一座用過核子燃料乾式貯存設施，未來將以金屬護箱來貯存用過核子燃料。

(四)玻璃固化廢棄物貯存中心

日本之前的用過核子燃料均送往法國及英國再處理，處理後殘餘之液體廢棄物經玻璃固化處理後運回日本，因內含分裂產物屬高放射性廢棄物，故無法以低放射性廢棄物之處理方式為之，必須以目前最可行之玻璃固化法處理，未來亦需送往高放射性廢棄物處置設施處置。最終處置之前必須先予以貯存，未來日本自行再處理亦會產生該類高放射性廢棄物，也需貯存，是以 JNFL 於六個所村建造一玻璃固化廢棄物之貯存中心來貯存此類廢棄物，該中心於 1995 年 4 月開始運轉，設計容量 1,440 罐，截至 2008 年 9 月 30 日止，存有 1,310 罐，如容量不足，該中心仍可擴大至 2,880 罐。

液體高放射性廢棄物經玻璃固化後裝入不銹鋼罐(直徑 0.4 米高 1.3 米)，焊接封罐後裝入 TN28(可裝 28 罐)運輸護箱，送至貯存中心之暫存區以吊車將護箱卸下，再以載具送往檢查區，將玻璃固化罐吊出檢查，項目包括熱發散量、表面污染、密實測試、尺寸及放射性強度。符合規定則吊至貯存區放入鋼套管，每根套管可存 9 罐，管外以空氣自然對流來冷卻釋出之熱，預計貯存 30-50 年再送往最終處置。該中心之操作流程、設備實體圖及鳥瞰圖如圖 16、17 及圖 18。

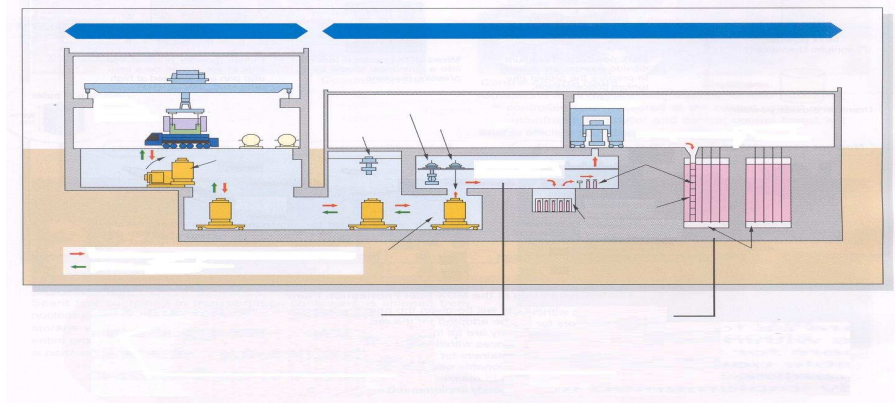


圖 16 玻璃固化廢棄物貯存中心操作流程

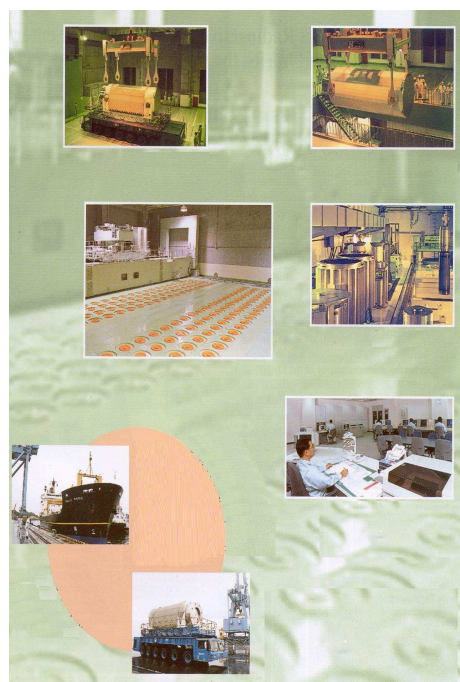


圖 17 玻璃固化廢棄物貯存中心各項設備實體圖



圖 18 玻璃固化廢棄物貯存中心鳥瞰圖

(五) 溝通策略

日本原燃公司與民眾溝通所採取之基本原則為取得共識及合作，而採行的溝通方式有三：

1. 資訊透明化

為了讓當地民眾了解核能並取得其信任，除法規或安全協定上要求公開之資訊外，其規劃或進行中的一些活動主動張貼於網站供民眾隨時參閱，以資訊透明化向民眾展示公開及合作的態度，使民眾感受該公司之誠意、不欺瞞及值得信任。圖 19 為陳列於展示館內供民眾參閱之相關資料。

定期舉辦研討會(1 年 6 次)，邀集地方意見領袖討論並交換意見。舉辦民眾講座與地方百姓面對面溝通。於電視或報紙刊登宣導廣告，加深民眾印象。宣導資料、公開資訊及 Q&A 置於網站上，便於民眾取得。主動以電子郵件詢問民眾意見。



圖 19 陳列於展示館內供民眾參閱之相關資料

2. 參與地方活動及建設地方

要求每一員工參與地方活動，讓民眾感受該公司屬於該地區。贊助該地區之相關活動並適時參與。結合地方特色建造溫泉餐廳，交由地方業者經營，提供工作機會以及休憩活動。建造技術訓練中心，協助地方培育技術人才。

3. 提供當地民眾就業機會

JNFL 在當地共有 2,088 個員工，977 人來自青森縣，除造就當地居民就業機會外，並提供另一項資訊透明化之管道。

肆、心得與建議

- 一、 從美國於 2005 年的 US Energy Policy Act、隨後 2006 年又發起 GNEP 的國際合作組織、中國大陸至 2020 年 50 部核能機組的規畫、IAEA 估計至 2030 年全球 40~60%的電力成長因應、全世界正在興建及已規畫興建的 126 部機組等，可看出核能的復甦已露曙光。
- 二、 IAEA 的角色將益形重要：由於當今已無單一國家可從設計、組件製造百分百自己獨力為之，使得標準與規範需要協調整合，想用核能發電卻缺乏自己有效控管核能 3S(safety、security、safeguard)的需要藉國際協助等，An accident anywhere is an accident everywhere，目前世界已晉核能無國界，為此，美國於 2006 年發起 GNEP 的國際合作組織。早在車諾比事件後 WANO 成立即初見端倪。日本 2007 年 NCO 地震遠超過核電廠原來設計地震及因此停機檢查所造成電力供應及經濟損失等之經驗，已使核電廠的地震安全成爲當今核能發電重要的研究議題，IAEA 也才剛成立了地震安全小組。因此，如何積極加入或參與 IAEA 各項重要的核能活動已是刻不容緩之議題。
- 三、 在受邀的 plenary 及 keynote 演講上都有來自主要核能國家有關其核能發展現況與展望之報告，卻獨缺我國的。這或是因爲過去 8 年非核政策的影響所致，但從各種角度及順應當今世界潮流，是該積極回到此舞台的時候了。早在 2005 年美國公佈 Energy Policy Act 即將核能納入重要發電選項開始，目前有 16 個 COL 共 25 個 NP units。中國大陸目前運轉中也有共 11 個核能機組(9122MWe)，另有 12 個機組(共 12,152MWe)正在興建，爲達到至 2020 年核電從目前的 1.8%成長一倍至 4%(60GWe)總發電量之目標，將再於浙江三門、山東海陽、福建福清、廣東台山等興建主要爲 1,250MWe 的共 50 個核能機組。中國核能發展的願景規畫及實施策略讓人感受強烈。根據中國的能源需求目標及分配，中國國務院已於 2006 年 3 月核准將至 2020 年要增加約 50 個核能機組的規畫方案。在作法上採取引進—吸收—自主的三步，在技術的需求規格上提出：簡化的系統、具經濟競爭力、可靠的運轉及容易維護、國際化安全標準規範、嚴重事故處理能力、數位化儀控等。而鄰近的韓國近來在核電的成長及相關技術能力的發展已儼然擠進世界核能先進國家。
- 四、 參訪濱岡核電廠有極大借鏡之處，因爲該廠的狀況與我們的核一、二廠有下列相近之處：均發生有爐心側板龜裂現象、附近均有潛在活動斷層會挑戰到核電廠耐震安全的問題。因此他們的改善作法及經驗具相當的參考價值。另在參觀東通核電廠 1 號機時，對該廠廠區廠內非常非常的乾淨，各主要廠房外觀也非常漂亮更留下非常深刻的印象。整潔美觀的廠房不僅有助於廠內員工的輻射防護，對與民眾之溝通更有非常正面的助益，故建議本會對電廠之廠務管理仍應持續加強監督。。
- 五、 此次會議適逢全球金融風暴，金融危機對世界核能復甦之衝擊是與會專家代表極爲關切的議題，一般的看法是短期內不利於新核能電廠的興建，可能造成籌資困難，沒有穩健財務基礎的核能計畫無法

繼續進行，但長期而言，有國家或公司穩健財務支援的核能計畫將可順利進行。受到金融風暴衝擊較大的美國與歐洲可能會比亞洲日本或韓國嚴重，例如受到衝擊較大的美國的電力公司可能會比資本充裕的日本嚴重。另一方面，經濟遲緩與原物料價格下跌可能會導致設備價格降低，這是有利於新核能電廠興建的正面效應。

另外，國外組件、設備之訂單可能有一些會展延或取消，或許能有助於國內核能電廠之設備採購。

- 六、這兩年來 GNEP 在國際核能社會引起很大的迴響，於 2007 年 10 月在華盛頓 DC 舉行之第一次部長級會議，美國、中國大陸、法國、日本、俄羅斯等 5 國家正式成爲 GNEP 之創始會員國，目前有 25 個國家加入，另亦有約相同數目之觀察國家或機構。

GNEP 計畫似乎有助於解決我國在用過核燃料處理之困境，但對 GNEP 之期盼卻不宜過度樂觀，GNEP 在美國國內的發展並不是很順利，美國在 GNEP 的領導能力已因經費被國會大幅刪減而遭受重大挫折，2007、2008 會計年度都祇有 1.7 億美元左右，遠低於美國能源部原先要求的金額，2009 會計年度美國能源部原先要求 3.015 億美元，但眾院如同前兩年只同意給 1.2 億美元、參院只同意給 2.297 億美元。國會議員所表達的一個顧慮是能源部在沒有經過充分地周詳分析之前，就開始挑選技術及興建 GNEP 設施。

能源部的規劃在美國仍有很多爭議，反對者主要的意見如：(1)相關技術很多仍只是實驗結果，不應未經詳細評估就直接跳到興建 GNEP 設施。(2)燃料循環使用之再處理模式太貴，沒有經濟價值。由於經費不足，GNEP 的推動已顯著落後，能源部原先規劃在 2008 年 6 月決定如何進行 GNEP 計畫，做出此決定根據其環境影響評估(EIS)及外界對 EIS 的意見，但能源部在 2008 年 10 月 27 日才在 Federal Register 公佈 EIS 的初稿，Federal Register 開放 60 天的意見提供期，隨後能源部將分析這些意見及撰寫 EIS 的最終版本，能源部預期在 2009 年發佈 EIS 的最終版本，另在發佈 EIS 的一個月或更久後，能源部將發佈決定紀錄(Record of Decision)。布希總統似乎已無法在 2009 年 1 月 20 日卸任前將 GNEP 計畫深植於美國，GNEP 計畫對我國能源選擇、用過核燃料處理等有重大影響，過去民主黨對於推動核能並沒有共和黨那麼積極，下任總統民主黨的歐巴馬接手後，是否會 "CHANGE" 過去積極推動之作法，將是我們未來必須密切注意的重點。

- 七、由於地球暖化及能源短缺的議題持續發酵，核能得以從配角躍升爲主角，許多國家皆磨拳擦掌積極的推動其核能政策，日本、韓國及中國大陸尤甚，舉凡核能電廠之興建，核子燃料循環及放射性廢棄物安全處置等，皆投入大量心力全力以赴。我國亦屬能源不足之國家，在核能方面，人力、技術及經驗不落人後，此時是通盤檢討核能政策之適當時機，本會爲我國核能之政策決策者，建議宜率先思考合於時宜之政策，適時將核能納入我國的能源政策裡頭，俾利管制之遂行及業者依循。

- 八、日本六個所村核子燃料循環設施能成功持續運作，除得力於完善規劃外，其長期致力於有效的宣導溝通，使民眾接受亦功不可沒；韓

國低放射性廢棄物最終處置設施經過公投而獲得建造許可，民眾接受度也是重要關鍵，反觀我國，對民眾之宣導溝通已有多年歷史，投入大量的人力及經費，雖有一定成效，但一些重大案件，如核四廠興建、核一廠用過核子燃料乾式貯存設施及低放射性廢棄物最終處置設施等，反對之聲始終沸沸揚揚，值此核能復甦之際，是建立民眾對核能安全應用信心之好機會，建議本會能回顧過去作為及吸取他人成功經驗，建立明確之宣導溝通政策，包括溝通主軸、策略及方案，具以實施，使我國核能發展亦能邁向永續經營。

- 九、近年來，日本、韓國及中國大陸在核能發展上大有作為，無論是扶植國內產業、開發技術及人才培育等皆有所規劃。以國內環境而論，確保核能安全與解決放射性廢棄物處理問題是核能發展之關鍵議題，尤其放射性廢棄物更是爭議的焦點，前述各國之經驗值得我們學習。而欲借鏡他人成功經驗，必須強化交流，才能有效取得精髓，以往核研所謝牧謙博士一向與日本建有良好關係，與中國大陸亦來往甚佳，以其豐富的經驗及完善的資訊對本會貢獻頗多，未來是否仍有類似人才予以傳承，值得我們省思，建議本會宜培育相關人才，承先啓後，使核能之發展能事半功倍。