

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：考察)

至日本東京電力 Kashiwazaki Kariwa 核電廠考察
「破損燃料監測」、「核電廠保安政策」及
「建立設備老化管理機制」

服務機關：台灣電力公司

出國人 職 稱：核二廠副廠長

姓 名：劉 明 哲

職 稱：核一廠核技課長

姓 名：張 永 芳

出國地區：日本

出國日期：92年11月03日至92年11月07日

報告日期：92年12月01日

92/009205/39

行政院及所屬各機關出國報告提要

至日本東京電力 Kashiwazaki Kariwa 核電廠考察
出國報告名稱：「破損燃料監測」、「核電廠保安政策」及「建立設備老化管理機制」

頁數 16 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

台灣電力公司/人事處/陳德隆/(02) 2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

劉明哲/台灣電力公司/核二廠/副廠長 / (02) 2498-5990 轉 2602

張永芳/台灣電力公司/核一廠/核技課長/(02) 2638-3501 轉 3090

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他 ()

出國期間：自 92 年 11 月 03 日至 92 年 11 月 07 日

出國地區：日本

報告日期：92 年 12 月 01 日

分類號/目

關鍵詞：技術交流訪問、世界核能發電協會、柏崎刈羽核能電廠

內容摘要：(二百至三百字)

「破損燃料監測」、「核電廠保安政策」及「建立設備老化管理機制」是電廠目前亟需改善的三項問題，亦是日本 Kashiwazaki Kariwa 柏崎刈羽核能電廠(K.K.電廠)所共同面臨的問題。

本次技術交流訪問(T.E.V.)係透過世界核能發電協會東京中心 WANO-TC 安排，K.K.電廠邀請本公司相關業務之人員至其電廠作技術交流訪問，就此上述主題進行討論並交換彼此之經驗與心得。破損燃料監測目標為若燃料一旦破損，必須能及早偵測並有效解決；核電廠保安政策目標為確保電廠運轉及人員安全；建立設備老化管理機制目標為建立設備老化效應鑑定及設置一套有效管理方法。

此外並拜訪世界核能發電協會東京中心、BWR 運轉新潟訓練中心(BTC)、海洋生物研究所新潟展示中心及柏崎原子力廣報中心等機構，對核能電廠人員訓練與核能資訊透明化，也獲取不少寶貴之經驗。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.nat.gov.tw>)

目 錄

	<u>頁數</u>
一、出國事由-----	2
二、出國行程-----	3
三、工作紀要-----	4
1. 拜訪世界核能發電協會東京中心(WANO-TC)-----	4
2. 與柏崎刈羽核能電廠(K. K. 電廠)人員技術交流-----	4
3. 參訪 K. K. 電廠機組-----	11
4. 參訪 K. K. 電廠維護訓練中心-----	12
5. 參訪 BWR 運轉新潟訓練中心(BTC)-----	12
6. 拜訪海洋生物研究所新潟展示中心-----	13
7. 參訪柏崎原子力廣報中心-----	14
四、心得與建議-----	15

一、 出國事由

「破損燃料監測」、「核電廠保安政策」及「建立設備老化管理機制」是電廠目前亟需改善的三項問題，亦是日本 Kashiwazaki Kariwa 柏崎刈羽核能電廠 (K. K. 電廠) 所共同面臨的問題。透過世界核能發電協會東京中心 WANO-TC 安排，K. K. 電廠特邀請本公司相關業務之人員就此三項主題進行討論並交換彼此之經驗與心得。

1、「破損燃料監測」：核燃料破損會增加人員輻射劑量、劣化水質，嚴重的話甚至會迫使機組降載或停機，因此必須及早偵測並有效解決。

(1)如何建立核燃料破損偵測技術，以立即偵測核燃料破損事件之發生、(2)如何評估破損燃料位於爐心的位置、(3)如何抑制燃料內之放射性物質外洩，並降低大修燃料啜吸時間等。

2、「核電廠保安政策」攸關電廠運轉及人員安全，各國在保安機制、設施、配置及制度等方面，因國情、思維、傳統等之差異做法不盡相同。

(1)保安設備：阻絕設施、監視系統、檢查設備、人員保護設備、(2)門禁管制方式、(3)警力保護與支援、(4)人員適職方案、(5)因應 911 之保安強化措施：危機管理應變、反恐防護、執行之落實等。

3、「建立設備老化管理機制」設備老化是電廠長期運轉後必須面臨的挑戰，國外電廠因在政策上有較積極之做法，故已有相當多的寶貴經驗。(1)核能電廠面臨哪些設備老化的問題、(2)如何建立設備老化效應鑑定、(3)如何設置一套有效管理方法，以解決目前面臨之老化問題。

二、 出國行程

11月3日 台北至東京

11月4日 拜訪世界核能發電協會(World Association of Nuclear Operation, WANO)東京中心，下午搭火車至新潟縣長岡再轉車到柏崎市。

11月5日 與柏崎刈羽核能電廠(K. K. 電廠)人員技術交流，下午參觀六、七號機(ABWR)控制室及現場相關設施，維護訓練中心及沸水式訓練中心。

11月6日 參訪溫排水展示館及柏崎市民眾資訊中心，下午由長岡搭火車至東京。

返程 東京至台北

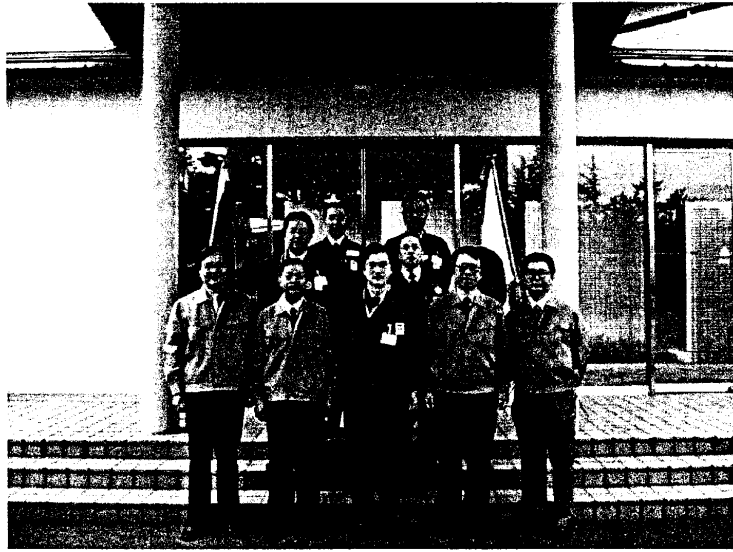
三、 工作紀要

1. 拜訪世界核能發電協會東京中心(WANO-TC)

WANO-TC 位於東京近郊喜多見地區，其辦公室設於日本電力工業中央研究所內，環境幽雅寬敞。由本公司駐 WANO-TC 代表 李德旺先生陪同拜訪，WANO-TC 副事務局長 山口高司先生接見，並拜訪東京電力駐 WANO-TC 代表 原田義也先生。原田先生負責安排並陪同至 KK 電廠進行技術交流訪問。另拜訪 WANO-TC 內部事務工作人員及印度、中國大陸、巴基斯坦等駐 WANO-TC 人員。WANO-TC 副所長於接見時，表示歡迎之意並預祝技術交流訪問成功，並希望對 WANO-TC 之技術交流訪問活動提供意見及改善建議。

2. 與柏崎刈羽核能電廠(K.K. 電廠)人員技術交流

透過世界核能發電協會東京中心 WANO-TC 安排，本次拜訪 K.K. 電廠人員包括核二廠 劉副廠長明哲，核一廠核能技術課長 張永芳及台電駐 WANO-TC 代表 李德旺先生，此外東京電力駐 WANO-TC 代表 原田先生亦陪同拜訪並擔任日文英譯之工作。K.K. 電廠由技術部長 矢作公利先生領隊，並有環境化學課長 白木洋也、技術課長 石川真澄、燃料技術課長 寺松正、防護管理課長 細貝優等四位課長參與討論。



技術交流討論首先由 K.K. 電廠技術部長以英文簡報 K.K. 電廠之運轉情況及電廠介紹。K.K. 電廠共七部機組，自從去年東京電力公司發生 RPV 檢驗數據隱藏事件後七部機組均停機檢查及檢討，目前已有三部機恢復運轉。拜訪時四號機及六號機滿載運轉，而七號機進行大修中。

台電公司部份則由 劉副廠長簡報，除報告台電核能電廠發電現況外，並先就技術交流之主題說明台電之現況及問題點。接者由 K.K. 電廠相關技術課長報告技術交流主題及內容。

討論之議題及內容詳細如下：

(1) 破損燃料之線上監測

K.K. 電廠之破損燃料經驗亦不少，一號機在第 10 周期運轉中(1998 年)發現有一束，二號機在第 5 次大修(1997 年)找到一束，K-6 在試驗

運轉時(1996年6月)發現一束，K-6在第3次大修(2000年5月)找到2束，K-7在第二周期運轉中(1999年3月)發現一束，K-7在第4次大修(2002年4月)找到2束破損燃料。在發現有破損燃料時，電廠會採取功率抑減測試(power suppression test)，找出破損燃料之位置，且均相當成功。

K.K. 電廠對燃料之完整性監測，分3種方式，一、為控制室對廢氣(off-gas)採連續性流程偵測，以離子腔(Ion Chamber)全放射能偵測。二、為每月一次取樣分析針對廢氣核種，以Ge半導體偵檢器手動進行分析。三、為連續性之線上廢氣偵測，以Ge半導體核種別放射能濃度。

以上3種廢氣檢方式均由廢氣系統除濕冷卻器出口取樣，取樣管路再回SIAE系統，當天下午參觀反應器廠房時，K.K. 電廠人員特地帶我們至現場參觀其取樣站，MCA，Ge偵檢器及現場之Process Computer。

燃料是否異常之判斷方法為當控制室流程偵測器發現有10%以上之變動時，首先確認運轉狀態是否改變？再進行手動取樣分析。運轉狀態是否改變？主要是查證主冷凝器真空度，廢氣系統之預熱器之蒸汽供給狀態，控制棒佈局變動，廢氣系統流量及取樣流量等是否改變。分析廢氣核種之量及依半衰期為參數與核一、二廠分析模式並沒有不

同。

線上偵側器設置之目的為 A、廢氣流程偵側器及手動分析之輔助系統。B、在流程偵側器指示上昇時，手動分析前可協助分析特定核種。C、流程偵側器或手動分析之交互確認。

燃料破損時，K.K. 電廠曾使用西屋公司 Telescope 啜吸設備進行破損燃料之定位，此系統與核二廠幾年前從西班牙 Cofrentes 電廠借用之西門子設備類似。每次可含蓋 4 束燃料，真空抽氣吸取氣、水樣至 4 個小瓶內，小瓶子再以人送至放射化學分析室進行分析。

K.K. 電廠對破損燃料之定位，也採用功率抑減測試，配合線上偵側系統找出燃料可能之位置。另在降低功率時，亦取樣分析 Cs 之含量之不同同位素之比值，以判斷破損燃料之燃耗，以上述兩種方式，均可正確定位出破損燃料在爐心之位置。K.K. 電廠將 Cs 含量及比值用以判斷破損燃料燃耗之方法視為廠商之機密，未提供書面資料以供參考。

K.K. 電廠曾使用過之破損燃料檢測方法有 A.爐心啜吸技術(水中碘含量分析)，GE 公司的真空啜吸技術，西屋公司的 Telescope 分析技術；目前同本公司一樣，考慮引進 FRANP 公司之氣體啜吸技術，一次可做 16 束燃料之分析，可大大節省尋找破損燃料之時間。

另問及 K.K. 電廠，相關破損燃料啜吸設備，是否在東電公司之其他機組(福島一、二廠)可共同，K.K. 電廠人員回答是因爐心燃料間距

(PITCH)尺寸不同，無法共用，殊為可惜。

(2) K. K. 電廠之保安政策

K. K. 電廠之保安政策，係以防止特定核燃料物質被盜取及非法轉移並阻止妨害破壞行為等。其依據之法令為原子爐等規制法第 43 條之 2 之第 1 項；核電廠據以制定「柏崎刈羽原子力發電所核物質防護規定」辦法。1998 年 5 月曾修訂原子爐等規制法，更明確定義核物質防護法的位階。

業主有下列之義務：

- A. 防護措施之建置
- B. 核物質防護規定訂定需經主務(經產)大臣核准
- C. 選任核物質防護管理者，負責核燃料物質之防護(提報給主務大臣核准)

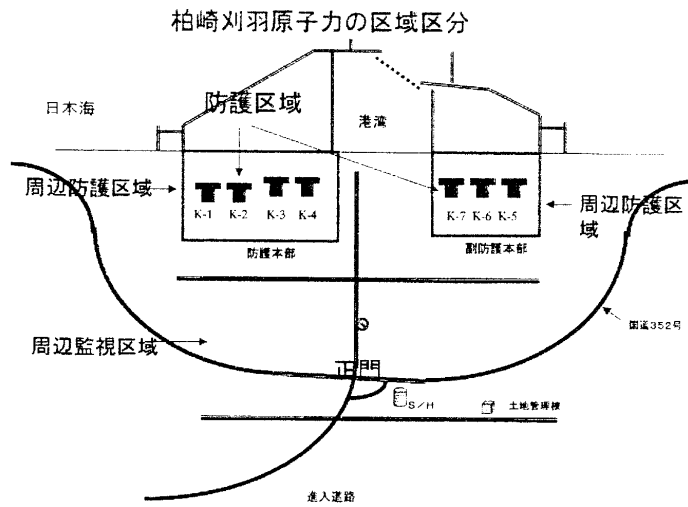
K. K. 電廠保安區分為防護區域、周邊防護區及周邊監視區三層次

[防護區域] 原子爐建物等發電廠區域，以非常堅固的壁障區劃。

[周邊防護區域] 是圍繞防護區的區域，用柵欄等壁障來區劃。

[周邊監視區域] 發電廠範圍，除了防護區域、周邊防護區域外之區域。

本區域為限制進入區，設置柵欄管制。



各區域之警備概要如下：(概念圖如上)

[防護區域]

- 發給 ID 卡為出入許可證，進出本區域有 X 光等機器檢查。
- 出入口設門，防止無許可證者之進入。
- 開口部份用防護門扇，門之開關設計上由內面操作。開關採許可制。

[周邊防護區域]

- 發給 ID 卡為出入許可證，進出本區域以機器檢查。
- 出入口分設人及車輛關卡，防止無許可證之人及車輛進入。
- 限業務用車輛進入，發給許可證，進入時由警備員確認許可證。
- 物品之攜入，人員通行門以金屬探測器檢查及目視檢查，車輛通行

門以目視檢查。

- 區域周界設柵欄感應器、照明、CCTV 相機經時監視。
- 臨時進入者，須有常時進域者陪同。

[周邊監視區域]

- 出入口設門，警備員檢查進出發電所人員。
- 發電場內有任務人員、車輛（分業務用、通勤用）發給許可證，禁止無許可證的人進入。
- 臨時入內者，提出電廠會客單位之申請書後准許入內。出去時須交還會客單位確認之原申請書後許可出廠。
- 柵欄裝置有警報時警備員需確認。
- 出入口周邊海岸部設置 CCTV 相機監視。

另討論警備人力、通訊及 911 防護措施等屬較敏感之議題，K.K. 電廠僅願提供基本之參考資料，但技術交流口頭討論時有較深入之討論，此部份討論結果將安排時間向電廠主管及政風部門報告。此部份因涉及保安機密，不在報告內詳述。

(3) K. K. 電廠設備老化管理

K. K. 電廠設備老化管理由東京電力公司總處統一規劃方案及執行。

K. K. 電廠人員不涉及本項業務，故建議與總公司人員討論本項業務細節。

10 月底中日工程技術研討會時，日本原子力發電株式會社理事青柳雅夫發

表之論文「日本原子力發電所之高經年化對策」，對日本幾家電力公司(含東京電力公司)之設備老化管理有詳細之分析與討論。

3、參觀 K.K. 電廠

由技術部長親自引導參觀現場，首先至展示館參觀，並換上該電廠準備之夾克。經過主警衛室，特別注意電廠之保守措施，進出車輛均作底盤檢查，並嚴禁在主警衛室區域照相(廠房內不禁止)。

(1)、參觀六、七號機(ABWR)控制室

六號機滿載運轉中發電量 1400MWE，七號機大修作業中。

(2)、反應器廠房參觀

脫除鞋襪，更換電廠準備之鞋襪再進入保健物理管制區，進入現場前之更衣區均鋪設地毯，乾淨之程度令人折服。

首先至 K-6(六號機)現場看破損燃料線上偵測之設備，並展示現場偵測之作業。

(3)、接著至反應器廠房頂樓，站在 K-6 之反應爐頂拍照。K-6 反應器廠房頂

樓，不但空曠明亮，而且燃料池內亦預留相當大的空間。控制棒葉片格架式，只見零星幾支用過之控制棒葉片。

至廠房內參觀控制棒驅動機構 HPU，1 支蓄壓器可推動 2 支控制棒，減少了 HPU 之空間。

(4)、至出水口參觀及電廠高點展望台，分別與 K1-K4 及 K-5-K7 拍照。

4、參訪維護訓練中心

由訓練中心主任親自介紹，維護訓練中心之設施，該中心有全比例之反應爐模型，包括燃料吊車等，反應爐底模型規劃分為兩半，一半為 ABWR，另一半為 BWR-5 模型。現已完成 CRD 模型及內部循環泵模型可供電廠人員模擬訓練。本公司也曾派人至此觀摩維護訓練中心另有許多設備之實體模型可供練習，各式閘類，爐水淨化系統泵等設施，值得一提的是有一手動閘操作之模型，此模型並有扭力指示及閘之剖面。可供學員體會手動操作時間關閉程度與扭力大小之感覺。

5、參觀 BWR 運轉新瀉訓練中心(BTC)

參觀 BWR 運轉新瀉訓練中心(BTC)由中心經理(General Manager)及訓練長(Training Group Leader)接待。

BTC 屬於財團法人性質，其資本東芝株式會社佔 1/3，日立製作所株式會社佔 1/3，日本十家電力株式會社（東京、中國、北海道、四國、中部、北陸、日本電力、關西、九州、東北）分攤其餘之 1/3。BTC 訓練中心有二處：福島訓練中心有 2 座 BWR-4 及 1 座 BWR-5 模擬器；新瀉中心有 BWR-5 1 座模擬器及 ABWR 模擬器 1 座，分別接受 9 家電力株式會社之運轉員訓練。其中較特殊的是，日本運轉員考照不包括機組現場考試，這是劉副廠長提出請訓練

中心經理特別澄清的。參觀時 ABWR 及 BWR-5 均有人員正接受訓練。台灣今年 4 月亦派 3 人（核四 1 人，原能會 2 人）在新瀉中心參與 ABWR 訓練，且訓練中心亦於今年 9 月派人至核四共同研討核四模擬器問題。雙方互動良好，有助於核四訓練中心之成立。

BTC 訓練中心介紹一套原子力發電實驗模型，逼真且有趣，可供一般觀念之介紹，相當不錯。

晚宴

在柏崎刈羽東友俱樂部設宴，由柏崎刈羽副所長 岩城克彥及白天參與技術交流討論之技術交流討論之技術部長及課長共同晚宴，並互贈禮品及邀請柏崎刈羽人員至台電公司訪問。

6、拜訪海洋生物研究所新瀉展示中心

海洋生物研究所成立於 1975 年，由國家環保部、農林部、貿易部、及工業部等共同監督，屬政府性質之財團法人。政府機構之研究單位對民眾而言較有公信力。

海洋生物研究所其中一項研究為溫排水對海洋生態之影響，並在柏崎市（K.K. 電廠附近）設之展示館，展示溫排水對海洋生物研究之結果；包括海

洋潮流，溫排水擴散方式，海洋生物對溫排水之反應等。

研究成果詳實且具公信力，應可降低民眾對核能電廠溫排水影響海洋生物之疑慮。類似前些日子，台灣民眾質疑核能電廠外之秘雕魚事件，自然可以澄清，這該是政府部門應重視的問題及解決問題的方式。

7、參訪柏崎原子力廣報中心

柏崎原子力廣報中心是屬縣及附近鄉鎮（柏崎市、刈羽村。西山町等）共同監督管理，經費由核電廠之原子力廣報研修設施整備費補助金支助。設置之目的為普及縣民對原子力發電之認識，對原子力之和平用途及安全性有深入之介紹且設計活潑生動。

主要展示物有：大型之地域模式、新潟的安全政策、環境試驗、空中漫步、原子力發電所、核燃料模式及放射性之影響等。值得一提的是，柏崎電廠的許多評估報告在此均可找到，在公開展示架上，也可以找到機組之事故分析報告、及最近 RPV 檢查報告隱匿事件的整個歷程及與地方民眾溝通協調會之記錄，真正做到核能資訊公開化及透明化；其作用不同於本公司之展示館，值得借鏡。

四、心得與建議

1. 本次技術交流訪問(T.E.V.)係透過 WANO-TC 東京中心安排，與 K.K. 電廠進行技術交流，這是相當不錯的一種技術交流模式。核一廠與東京電力公司福島核電廠或核二廠與中國電力公司島根核電廠之姊妹廠技術交流均可借助 WANO-TC 之協助，WANO-TC 亦非常希望協助各核能電廠間之技術交流，一舉兩得且成效不錯。
2. 與 K.K. 電廠技術交流之重點為「破損燃料線上偵測」及「保安政策」。K.K. 電廠之「破損燃料線上偵測」因近期幾部機組有燃料破損之記錄，故積極規劃破損燃料之偵測與定位技術。其作業方式及技術與本公司相近，包括考慮引進新型之燃料啜吸設備，日後可繼續交流本項技術及交換工作經驗。「保安政策」屬較敏感之議題，K.K. 電廠僅願提供基本之參考資料，但技術交流口頭討論時，就警備人力、通訊及 911 事件後加強防護措施等有較深入之討論，此部份討論結果將安排時間向電廠主管及政風部門報告。
3. K.K. 電廠維修訓練中心之模型 (MOCK-UP) 設施相當完整，尤其是反應爐底模型規劃為 ABWR 及 BWR-5 各一半之設施，是很有創意的設計。ABWR 內部循環泵及 CRP 具體模型之裝設，對維修工作人員之訓練助益很大，此點可供林口訓練中心參考。

4. 日本 BTC 訓練中心以財團法人形式成立，可以整合訓練資源，較具有效率與效能。本公司四座核能電廠均各設置模擬訓練中心，加上林口訓練中心，訓練資源之整合上效能會較差。日本 BTC 之 ABWR 模擬器已運轉訓練多時，台電可吸取其經驗及技術交流，使核四模擬器之建立更順利且有效率。
5. 海洋生物研究為政府監督之財團法人，其研究成果，尤其是溫排水對海洋生物之影響，在柏崎刈羽電廠附近設立之展示館，讓民眾去除核電廠對海洋生物影響之疑慮，是一個相當不錯的作法，值得借鏡。
6. 柏崎原子力廣報中心之設置，屬於附近區域鄉鎮民眾成立之監督及資訊中心，由核電廠出資協助成立維護。提供民眾正確且迅速之核電廠資訊，其功能不同於電廠內的展示館，台電可以考慮在北部地區（涵蓋核一、二、四廠）成立類似中心，提供民眾更有公信力之資訊。