

出國報告（出國類別：開會）

**赴美國參加第三屆台美雙邊核能
安全資訊交流會議**

服務機關：行政院原子能委員會

姓名職稱：黃智宗副處長、宋清泉技士

派赴國家：美國

出國期間：94年5月29日至94年6月6日

報告日期：94年7月14日

摘 要

為強化原子能委員會與美國核能管制委員會間之合作關係，並利用交換雙邊核能資訊的方式，達到提升國內核能安全之目的，原子能委員會核能管制處副處長黃智宗博士率同原能會宋清泉、核能研究所高梓木、廖俐毅兩位博士及台電公司陳副處長布燦、李副處長定遠總計六位同仁，於今（94）年 5 月 29 日至 6 月 6 日赴美訪問，期間行程主要係參加「第三屆台美雙邊核能安全資訊交流會議」及「核能安全公約國家報告平行審查會議」，會議期間並參訪美國核能管制委員會之緊急應變中心與台北駐美經濟文化代表處，以了解美方在核子事故發生時其相關應變作業方式，並與台北駐美經濟文化辦事處科技組陳詩奎副組長，討論此次台美雙邊會議之會談結果及未來台美雙方繼續合作之項目。

此次赴美期間我方提出之論文美方均派相關承辦人員參與討論，美國核能管制署署長 Jim Dyer 並出席會議，顯示美方十分重視此次與原能會之意見與資訊交流。另外，美方亦針對美國近來新訂定之法規及較重大之異常事件進行簡報，我方同時亦提出包含核四廠儀控法規、緊要寒水系統設備是否須要核能標章（N-Stamp）、核能電廠功率提升等多項議題與美方進行面對面之溝通與交流，並充分交換意見，對於雙方核能管制單位執行核能電廠安全管制業務時，具有相當正面之助益。同行之核能研究所高梓木博士由於其對風險告知研究之卓越成就，且恰巧適逢美國核能管制委員會核子設施安全諮詢委員會（ACRS）正舉行例行會議，因此該委員會邀請高梓木博士赴會報告核能研究所接受原子能委員會委託自力研發完成之視察發現風險性判定工具「顯著性確立程序（SDP）」軟體之開發，獲得美方肯定與推崇，為此行之另一成果。此外本次亦就會議之便，邀請美國核能管制署署長 Jim Dyer 來會訪問，以增進未來雙方更進一步之交流與合作。

目 次

一、前言.....	1
二、行程.....	2
三、會議及參訪內容	3
(一) 第三屆台美雙邊核能安全資訊交流會議	3
(二) 核能安全公約國家報告平行審查會議	8
(三) 參訪美國核能管制委員會嚴重核子事故應變中心	11
(四) 參訪台北駐美經濟文化代表處	12
四、心得與建議	13
附圖 1 第三屆台美核能安全資訊交流研討會簡報情形	16
附圖 2 美國新開發之 THERMO-LAG770-1 材料	16
附圖 3 美方簡報新型防火材料施工狀況	17
附圖 4 美方簡報緊急應變中心相關設施	17
附圖 5 與會人員參訪台北駐美經濟文化代表處	18
附件一 第三屆台美雙邊核能安全資訊交流會會議議程	19
附件二 核能安全公約 5 月 3 日美方之答覆	22
附件三 核能安全公約 6 月 15 日美方之答覆	33
附件四 核能安全公約 4 月 27 日我方之答覆	42

一、前言

為強化原子能委員會（原能會）與美國核能管制委員會（美國核管會）間之合作關係，並利用交換雙邊核能資訊的方式，達到提升國內核能安全之目的，因此今(94)年5月29日至6月6日原能會核能管制處副處長黃智宗博士率同原能會及核能研究所與台電公司等共6位同仁赴美訪問，期間行程主要係參加「第三屆台美雙邊核能安全資訊交流會議」及「核能安全公約國家報告平行審查會議」，並參訪美國核能管制委員會嚴重核子事故應變中心及台北駐美經濟文化代表處。會議期間雙方除針對多項重要議題進行簡報及討論外，並就雙方之管制經驗進行交流，因此台美雙方均獲得許多重要之資訊與經驗，對於雙方未來執行核能管制時將有所助益。會議中雙方並討論未來合作之項目與方向，並達成未來雙方進一步交流之模式與管道之共識。在核能安全國家報告平行審查方面，亦期望利用本次會議達成正面之審查結論與共識，以完成本次會議之重要任務。

二、行程

5月29日(日)	18:20 出發：台北中正國際機場 23:20 抵達：紐約紐華克機場
5月30日(一)	09:00 出發：紐約紐華克機場 10:15 抵達：華盛頓雷根國際機場
5月31日(二)	雙邊會議及主題討論
6月01日(三)	雙邊會議及主題討論
6月02日(四)	討論核能安全公約國家安全報告及參訪美國核能管制委員會之緊急應變中心
6月03日(五)	訪問台北駐美經濟文化代表處
6月04日(六)	17:30 出發：華盛頓雷根國際機場 18:33 抵達：紐約紐華克機場
6月05日(日)	18:33 出發：紐約紐華克機場
6月06日(一)	07:40 抵達：台北中正國際機場

三、會議及參訪內容

(一)2005 年台美雙邊核能安全資訊交流會議

台美雙邊核能安全資訊交流會議，係由台美雙方輪流主辦，2005 在美國華盛頓特區之核能管制委員會總部舉行(議程資料詳如附件一)。本次會議我方由原子能委員會(原能會)副處長黃智宗博士領隊，成員包括原能會宋清泉技士、核能研究所高梓木博士、廖俐毅博士及台電公司陳布燦、李定遠兩位副處長與本會駐美代表陳詩奎博士等共 7 人出席，5 月 31 日及 6 月 1 日會議主要分為主題簡報與議題討論兩部分，6 月 2 日之會議重點則為台美雙方「核能安全公約國家報告」平行審查會議，以及雙方討論此次資訊交流相關資料之補充說明與後續追蹤事項之確認，本次會議之開會與討論情形如附圖一。

本次會議期間，在主題簡報部分，雙方共提出 14 篇論文，其中我方提出 8 篇論文，主題如下：

- 甲、台灣核能電廠近期重大事件報告 (Recent Significant Events)
- 乙、沸水式核能電廠控制棒現況 (BWR Control Rod Performance)
- 丙、核三廠蒸汽產生器水位晃動 (Steam Generator Water Level Oscillation, Mannshan NPP)
- 丁、現有核電廠採行強震自動急停設計 (Deployment of Automatic Seismic Trip Systems in Existing NPPs)
- 戊、視察發現風險顯著性判定輔助工具(PriSE)之發展現況(Development

of PriSE, a Significance Determination Process)

己、核四廠儀控系統現況 (Current Status of Lungmen Digital I&C)

庚、風險告知應用於防火之現況 (Current Status of Fire Protection)

辛、核能安全公約國家報告

美方同時亦相對提出 6 篇論文報告供我方參考，內容涵蓋美國今年新訂定之法規現況及近期較重大之異常事件與美國核能管制委員會近期發展 PRA 管制之現況，相關論文如下：

1.RG 1.80 有關電磁相容性(EMI/RFI)之應用(RG 1.80-EMI/RFI on Digital I&C)

2.壓水式核電廠圍阻體集水池功能評估 (PWR Containment Sump Performance Evaluation)

3.10CFR50.48(c) 之 風 險 告 知 應 用 於 防 火 評 估 (10 CFR 50.48(c)Risk-Informed Performance-Based Fire Protection)

4.功率提升時之測量不準度所呈現之問題 (Status of Problems of Measurement Uncertainty Recapture Power)

5.風險告知應用於事故分析 (Risk-Informed 10 CFR50.46) .

6.風險告知應用於結構系統與組件之分類 (10 CFR50.69 Risk-Informed Categorization and Treatment of Structure、System、and Components)

針對我方所作之簡報內容，美國核能管制委員會均派遣相關主管同仁與

會，雙方並就簡報內容提出問題進行討論與交換管制經驗，其中較重要之結論如下：

- 1.美國核能管制委員會將再進一步瞭解奇異公司原馬拉松（Marathon）控制棒使用經驗後，再將相關資訊送原能會參考，惟核管會亦說明核能設備組件於製造過程中之查核，對其品質之確保有其重要性，建議核能電廠經營者應建立機制以查核廠家製造品質。
- 2.壓水式機組之蒸汽產生器水位振盪問題，基本上並不涉及安全顧慮，因此美國核能管制委員會並無進一步之意見，惟核管會亦提供 2002 年間，西屋公司壓水式核能電廠蒸汽產生器低水位反應器跳脫設定點因中隔板差壓問題而有不保守之現象而需重新執行部分安全分析（詳資訊通告 IN-2002-10）之資訊，以供原能會參考。
- 3.核能電廠功率提升後，相關之運轉操作程序有隨之變更之處，因此運轉員之訓練應予以加強，以確保機組運轉之安全性及穩定性。此外，有關微幅功率提升案（Minimal Power Up-Rate），就美國核能電廠之經驗，並不需更動反應爐保護系統之設定值，且此類功率提升可於機組正常運轉時，隨時併入使用。
- 4.針對我方所簡報的「最近重大事件」，美方極為重視，美方並表示今年 4 月 17 日，美國 Millstone 核能電廠 3 號機也發生固態邏輯保護系統（SSPS）誤動作造成跳機及安全注水的重大事件，甚至引起緊急應變組織動員，

進入緊急戒備（Alert）的狀態。不過該事件已查明，係因 SSPS 電路板上二極體之錫析出，形成鬚渣，造成接地而送出誤訊號。此事件雖與核三廠跳機事件的原因不同，但值得互相參考。

有關美方簡報議題，其所提供之新知俱為最新的核能管制動態，例如風險告知管制作法之應用、電廠執照更新及美國核能工業最新發展現況等，對於我方未來執行核能管制有相當之助益，其中較重要之結論如下：

1. 壓水式核能電廠圍阻體集水池堵塞，造成安全系統泵之淨正吸水頭不足而喪失其安全功能問題，在 10 餘年前核能電廠營者曾評估無安全顧慮，然而近年來核管會經由新的研究結果發現，其仍有潛在安全問題，因此相繼發布 Bulletin 及 Generic Letter 要求核能電廠再進行評估，原能會已針對此議題密切注意其後續發展。
2. 美國現已有 3 小時之耐火材料（THERMO-LAG 770-1）（參附圖二），以因應 10CFR50 App B 有關 3 小時防火屏障之要求。美國諸多電廠亦已因而能符合防火規定，例如 Watts Bar 核能電廠，而 3 小時耐火材料之安裝是否能發生其設計功能，與其安裝方法及安裝品質有直接之關連，因此使用上應注意其施工程序（參附圖三）。
3. 核能電廠外電之穩定性，仍為美國核能管制委員會關注的重點項目之一，然而在無輸電線系統穩定性管制之法律授權下，美國核能管制委員會尚無積極之作為。有關外電穩定性問題，國內亦面臨相同之窘境，未

來似有必要尋找解決之道。

4. 有關執照更新案之審查時程，美國核能管制委員會經過數年來之精進，由以前之 30 餘個月縮減至目前為 22 個月（不含公聽會）。核能電廠營運者提出的執照更新申請案中，以 Farley 核能電廠之文件完整性最佳，而 Beaver Valley 核能電廠則因文件品質不佳，遭美國核能管制委員會退回，另 Nine Mile Point 核能電廠則因審查問題澄清等因素而須展延審查期限。
5. 有關美國核能管制委員會所發布之 Bulletin 及 Generic Letter 之法律位階問題，其說明 Bulletin 主要為要求核能電廠採取短期因應措施之規定，而 Generic Letter 則規定應有長期解決方案，因此 Generic Letter 之法律位階高於 Bulletin。
6. 同時於討論會中確立未來台美雙方之合作，將經由我方之駐美代表人員以及美國核能管制委員會之國際合作單位之間的連繫管道之方式進行。
7. 有關核電廠現行使用防火風險告知之模擬應用程式（COMPBRN IIIe）因未獲美國核能管制委員會核准使用，我方於是於會議中詢問美方意見，美方表示該模擬應用程式係美國核能管制委員會所發展，但因使用之電廠很少，因此該程式並未繼續維護其品質，若擬使用該程式則應執行驗證，此項答覆對於我方後續之管制頗有助益。

(二)核能安全公約國家報告平行審查會議

『核能安全公約』(Convention on Nuclear Safety)為國際原子能總署主導的國際公約，該公約的目的在於使各簽署國達成並維持高標準之核能安全。一般公約之作法係明訂應該達到的國際標準，然後硬性要求簽署國遵守。然而核能安全公約之作法係採誘導方式，而不採用控制與懲罰的方式來確保當事國履行義務，因此基於達成較高核設施安全水準之共同意願，由簽署國先進行自我評估，再藉著國際間之相互審查，觀摩、學習與反省，以維持及提升各國之核能安全水準。

在自我評估的階段，公約要求簽署國有義務提交該國之核能安全國家報告，由其他國家在定期開會時進行平行審查。各簽署國之核能安全國家報告，需依據原子能總署安全基礎文件"核子設施之安全(The Safety of Nuclear Installations)"之格式內容來撰寫。其範圍涵蓋廣泛，例如廠址、設計、建造、運轉、經費、人力、安全之評估與確認、品質保證以及緊急處置等均在其評估範圍內。核能安全之達成包括事故之預防以及萬一事故發生後之後果減輕措施，這些也一併涵蓋於核能安全公約之範圍內。

核能安全公約的最終目的為透過加強各國本身之評量標準以及國際間之安全相關技術合作，針對潛在輻射危害建立與維持有效核設施之防禦，以保護個人、社會以及環境，使其免於遭受源自於核設施之游離輻射傷害。

核能安全公約之作法普遍獲得世界各國的認同，到 2005 年 4 月為止共有

56 個國家簽署該項公約，基本上這是一項相當良善的作法。由於我國非聯合國之會員國，因此無法參與此項國際公約之簽署。所幸美國願意仿造國際原子能總署的作法，單獨與我方進行核能安全國家報告雙邊之平行審查。

我方的核能安全國家報告由原能會核能管制處主導，於 2002 年 4 月委請核能研究所起草，於同年 10 月完成草案。此草案經過原能會核能管制處、輻射防護處、核能技術處、綜合計畫處、放射性物料管理局以及台電公司、核能研究所的審查，並於 2004 年 7 月提報核子設施安全諮詢委員會議審查通過。

2005 年 1 月 22 日核能管制處召開「美國核能安全公約國家報告」第一次審查會議，開始審查美國核能安全國家報告。2005 年 2 月初各單位總共提出 68 個審查提問。參考 NUREG-1650 所述，針對 2002 年之「美國核能安全公約國家報告」，有 17 個國家共提出 121 個審查問題，比較之下，我方之審查提問偏多。故為使後續問答討論能順利進行，原能會決定將 68 個審查問題分類，分別於適當時機提出。核能管制處於 2 月 4 日經與核能研究所討論後，暫定第一次提出 23 個審查問題，另 3 個審查問題由原能會核能管制處牛科長於 3 月初帶至美國核管制委員會作為討論議題，另 13 個審查問題，於 5 月 13 日向美國提出，其餘則視狀況於美國開會時與美方口頭討論。

第一次我方提出之 23 個審查提問，美方於 5 月 3 日提出答覆(參附件二)，我方於 5 月 13 日再提出 13 個審查提問，美方於 6 月 15 日提出答覆(參附件三)。由附件資料可以看出美國對我方審查提問之答覆非常詳盡，不但以相當長的篇

幅進行回答，為了防止有不清楚之處，更一一指出可以進一步參考的網址或報告。由其答題方式推論其態度應該十分慎重認真。

美方於 3 月 11 日提出審查「我方核能安全公約國家報告」之審查提問共 20 題。我方於 4 月 27 日提出答覆（參附件四）。美方認為我方之答覆如期如質（Timely and Responsive）。

檢視雙方所提出的審查提問均屬澄清性問題，這些澄清性問題有助於深入瞭解雙方之作法，特別是在雙方作法有差異之處時，可以發揮很大的澄清作用。

此次第三屆台美雙邊核能安全資訊交流會議中，「核能公約國家報告」平行審查之討論會安排於 6 月 2 日上午召開。首先由美方提供 NUREG-1650 Rev1 報告，該報告為美國核能安全公約國家報告，雖然我方已經由網路獲得電子檔，不過美方仍再次提供。其次美方提供原子能總署核能安全公約 2005 年 4 月第三次審查會議之摘要報告(Summary Report)供我方參考。美方並就摘要報告之內容進行說明，接著美方將其原子能總署第三次審查會議時向其他國家所做的簡報再次向我方做簡報。接著我方簡報我方核能安全公約國家報告之撰寫與審查過程，並說明因應行政程序法所進行之核能法規修訂。最後雙方討論到核能安全國家報告相互審查之共同結論，彼此同意審查之共同結論可採用摘要報告之方式呈現，其方式與原子能總署之作法相同。摘要報告之內容雙方已有初步之意見交換，我方並於 6 月 15 日收到美方之意見。美方認為我方的核能安全國家報告文質並佳（well written and comprehensive），並建議我方在下一更新版的

核能安全國家報告中可以針對良好典範 (Good Practices) 目前與未來之挑戰、為增進核能安全所規劃之措施，以及 7 項國際間共同性之的議題多加著墨。國際間共同性之議題為：

- 1.核能管制單位之獨立性
- 2.安全監查程序 (Reactor Oversight Process) 之公開與透明化
- 3.採用風險資訊以增進安全管制決策
- 4.管制者與營運者之知識傳承與適切工作能力之維持
- 5.老化管理
- 6.國際運轉經驗之分享與運用
- 7.管制者與營運者之安全文化、安全管理以及品質管理系統

另外，摘要報告中並列出 11 項共識與 1 項共同關切之議題(電力系統之穩定性，Grid Reliability)。

(三)參訪美國核能管制委員會緊急事故應變中心

美國核能管制委員會之緊急事故應變中心，其相關設備與設施與我方核安監管中心大體上十分類似，惟其每值均安排兩位全職人員值勤，以每值 12 小時時段之作法則與我方作法不同。此外，美方在應變中心會議室放置兩台電視 24 小時播放新聞頻道作為事件消息來源之一。應變中心之主會議室，則有監控螢幕可及時展示緊急應變中心之與會成員所有口頭下達之事故處理指令或相關之建議 (參附圖四)。另外美方已開發衛星空照系統，應變中心內採用衛星空照系

統，可即時監看全美各核能電廠建物廠房等實際狀況，其科技之進步與設備之完善令人印象深刻，不過我國只有三座核能電廠且距離不如美國那麼遠，是否需要此系統仍待研究。

（四）參訪台北駐美經濟文化代表處

台美核能資訊交流會議，美方原安排要參觀核能電廠乾式貯存設施，惟因電廠安全措施之要求嚴格且安排之時程問題，而未能成行。因此改參訪台北駐美經濟文化代表處（參附圖五），並討論本次會議之後續追蹤事項包括：

1. 邀請美國核管會核能管制署署長 Jim Dyer 來會訪問，以及邀請並安排美方視察員至核四廠參訪建廠品質管制作業。
2. 有關核四廠緊急寒水系統是否需具有核能標章（N-Stamp）之問題，請美方於會議結束後以正式文件解釋相關規定。本案於 6 月 10 日美方即傳送 E-mail 說明，歸屬 A、B、C 級品質要求之系統需具有 N-Stamp。核四廠緊要寒水系統屬 C 級品質分類，因此應具 N-Stamp，惟 10CFR 50.55a 亦明訂替代條款，即業主若能證明相關系統之品質能符合 ASME 規範之規定，則可不需 N-Stamp。
3. 請美方提供美國核能管制委員會如何執行內部之安全文化之推廣資料予我方參考。
4. 今年我方將安排兩位視察員赴美國核能管制委員會訓練中心受訓，並參與核電廠執照更新視察作業，請美方安排相關行程。

四、心得與建議

此次赴美參加第三屆台美雙邊核能安全資訊交流會議及核能安全公約國家報告平行審查會議，藉由雙方之實質互動，對於雙方核管單位執行核能電廠安全管制業務，具有相當正面之助益。尤其對於美國近期核能管制業務有更深刻之瞭解。美國近年來其核能工業有復甦之趨勢，且美國核能管制委員會已有 3 個核電廠之 Early Site Permit 申請案在審查中，另有 2 個申請案預計將於近期提出。美國核能管制委員會為因應未來新建核能電廠之申請案，以及人員世代交替之考量，計畫於未來 3 年內晉用 170 餘位新進人員，此項趨勢值得我方更進一步注意其後續發展。在核能安全國家報告平行審查方面，本次會議台美雙方亦取得正面之審查結論共識，完成本次會議之重要任務。此外，美國核能管制委員會 Dr. Cullingford 於會中表示，美國核能管制委員會樂意由 Dr .Chiramal 協助本會對核四廠之儀控設計提供技術支援，惟此項合作將經由我方之駐美代表人員以及美國核能管制委員會之國際合作單位之間的連繫管道進行，以利其對人員之管控，至於其他合作事項，雙方亦同意依此原則辦理，綜合此次會議較重要之結論與相關建議事項如下：

- 1.核能設備組件於製造過程之查核，對其品質之確保有其重要性，建議核能電廠經營者建立機制以加強查核廠家製造品質。
- 2.美國現已有 3 小時之耐火材料，以因應 10CFR50 App.B 有關 3 小時防火屏障之要求，因此國內現有三座核電廠有關防火包覆問題除應及早解決

外，並應持續注意國外相關資訊與發展。

- 3.美國核能管制委員會由於缺乏實質審核進步型反應器（ABWR）之實務經驗，因此美方對於核四廠儀控系統所遭遇之問題無法提出較明確之答覆，建議利用爾後類似之交流研討會，提供核四廠執行 ABWR 計畫時，以其所遭遇之困難供美方參考，以利美方未來制定相關法規時之參考。
- 4.美方建議未來之核能安全公約國家報告改版時，可以針對良好作業典範、目前與未來之挑戰、為增進核能安全所規劃之措施及國際間共同性之議題，應予以加強著墨，此項建議值得我方參考。
- 5.美方針對此次會議有關核四廠緊要寒水系統是否需具有核能標章（N-Stamp）之組件，於會議結束後美方以正式文件說明，歸屬 A、B、C 級品質要求之系統需具有 N-Stamp，核四廠緊要寒水系統屬 C 級品質分類，因此應具 N-Stamp。惟 10CFR 50.55a 亦明訂替代條款，即業主若能證明相關系統之品質能符合 ASME 規範之規定，則可不需 N-Stamp，此項說明對我國核四廠興建之後續管制實務，頗有助益。
- 6.此次參加「第三屆台美雙邊核能安全資訊交流會議」及「核能安全公約國家報告平行審查會議」，成果堪稱豐碩，建議日後台美雙方除仍應持續此項做法外，同時我國亦應與其他國家之核管單位，例如日本、歐洲國家等建立類似合作關係，以交換了解各國核能管制之經驗與做法。
- 7.鑑於以往雙方主管業務同仁大多未實際參與面對面之會議，因此許多資

訊未能正確而詳實地傳達到主管業務部門，建議日後舉行類似會議時，能事先選定重要之議題並讓實際主管業務同仁與美方負責相同業務之同仁進行面對面之溝通，並建立日後聯絡與溝通之管道，對於雙方日後之核能管制業務將有所助益。



附圖 1 第三屆台美核能安全資訊交流研討會簡報情形



附圖 2 美國新開發之 THERMO-LAG770-1 材料



附圖 3 美方簡報新型防火材料施工狀況



附圖 4 美方簡報緊急應變中心相關設施



附圖 5 與會人員參訪台北駐美經濟文化代表處