

出國報告(出國類別：開會、訪問)

參加韓國「2012年太平洋盆地核能會議」、「2012核子保安國際研討會」並
順道拜訪韓國核能管制機關出國報告

服務機關：行政院原子能委員會、行政院原子能委員會核能管制處

姓名職稱：周源卿 政務副主任委員

張欣 副處長

吳景輝 技正

派赴國家：韓國

出國期間：101年3月17日至101年3月23日

報告日期：101年5月8日

摘要

2012 年上半年太平洋核能理事會(Pacific Nuclear Council, PNC)年會由核管處張欣副處長、吳景輝技正共同代表原子能委員會蔡春鴻主任委員參加。PNC 於 1988 年成立，每年分別於第二季及第四季伴隨著主要國際核能會議(如 ANS 或 PBNC)舉行理事會議。此次年會係與第 18 屆太平洋盆地會議假釜山會展中心(BEXCO)舉行。

2012 年第 18 屆太平洋盆地核能會議(Pacific Basin Nuclear Conference, 簡稱 PBNC 2012)係由韓國核能學會(Korean Nuclear Society, 簡稱 KNS)與韓國原子力產業協會(Korea Atomic Industrial Forum, Inc., 簡稱 KAIF)共同辦理，並由太平洋核能理事會(Pacific Nuclear Council, PNC)主辦，會議主題為「強化安全與保安以延續核能(Sustaining Nuclear Energy through Enhanced Safety and Security)」，研討會於 3 月 18 日及 3 月 23 日於韓國釜山 BEXCO 召開。參與人員除韓國國內核能相關機構與學術單位外，國際間並有國際原子能總署(IAEA)、日本、美國、加拿大、法國、墨西哥、中國、越南、韓國、阿聯，以及台灣等各國人士參加，共計超過 500 位核能有關之政府官員、教授、專家參與高度技術至政策層面等不同領域之專題。

第二個行程在 3 月 22 日周副主委率同張、吳二員，拜會位於首爾的核能安全與保安委員會(Nuclear Safety & Security Commission, NSSC)及訪問位於大田的核能安全研究所(Korea Institute of Nuclear Safety, KINS)，就韓國政府及核能界在因應福島電廠事故後之組織重組之政策與檢討作業，以及就核能安全研究所如何迅速且正確技術支援管制核能電廠作業之情形進行了解。拜會韓國 NSSC 主席與該委員會人員討論核能管制機關改組的程序及優點，有助於國內本會未來組織改造後之定位及新架構下核安管制執行之參考。本會周副主委於 3 月 23 日出席 2012 核子保安研討會，藉此機會瞭解國際間在日本福島事故後有關核子保安等管制相關資訊，使我國參加人員可從中獲益有助未來管制政策之推行。

目 錄

壹、目的1	
貳、過程	2
參、心得與建議	36
肆、附件	38

壹、目的

由核管處張欣副處長、吳景輝技正共同代表原子能委員會蔡春鴻主任委員參加 2012 年上半年太平洋核能理事會(Pacific Nuclear Council, PNC)年會。PNC 於 1988 年成立，每年分別於第二季及第四季伴隨著主要國際核能會議(如 ANS 或 PBNC)舉行理事會議。此次年會係與第 18 屆太平洋盆地會議假釜山會展中心(BEXCO)舉行。

2012 年第 18 屆太平洋盆地核能會議(Pacific Basin Nuclear Conference, 簡稱 PBNC 2012)係由韓國核能學會(Korean Nuclear Society, 簡稱 KNS)與韓國原子力產業協會(Korea Atomic Industrial Forum, Inc., 簡稱 KAIF)共同辦理，並由太平洋核能理事會(Pacific Nuclear Council, PNC)主辦，會議主題為「強化安全與保安以延續核能(Sustaining Nuclear Energy through Enhanced Safety and Security)」，研討會於 3 月 18 日及 3 月 23 日於韓國釜山會議展覽中心召開。參與人員除韓國國內核能相關機構與學術單位外，國際間並有國際原子能總署(IAEA)、日本、美國、加拿大、法國、墨西哥、中國、越南、韓國、阿聯，以及台灣等各國人士參加，共計超過 500 位核能有關之政府官員、教授、專家參與高度技術至政策層面等不同領域之專題。

今年 3 月為日本 311 強震核災之周年，本會周源卿副主委於 3 月 22 日至 23 日期間，應邀赴韓訪問核能管制機關及核能安全研究所，並參加 2012 核子保安研討會等活動，分享台灣在福島事故後安全檢討之經驗，並了解韓國核能管制機關在後福島之組織再造，對促進台韓核管交流及國際核安科技與提升實務經驗，有相當助益。此行除代表原子能委員會蔡春鴻主任委員表達對與韓國核管機關密切技術交流，並在福島事故後建立核安事件資訊交換管道表示關切與重視。原子能委員會自日本福島核災以來，日本、美國核能相關專業機構已多次來台訪問，實地參訪見證台灣核能電廠的核安再提昇，我國也提供許多重要的總檢討資料和經驗交流參考，並希望與韓國相關機關建立資訊分享之機制，做為日本 311 福島核災後核能安全之國際合作，也可做為福島核災後核安總體檢經驗交流的途徑。

貳、過程

一、行程：

日期	地點與行程	工作內容
3月17日(六)	台北→韓國釜山	去程(張、吳二員)
3月18日(日)	韓國釜山	出席「2012上半年PNC年會」
3月19日(一)	韓國釜山	出席「2012年PBNC會議」
3月20日(二)	韓國釜山	出席「2012年PBNC會議」
3月21日(三)	台北→韓國首爾 韓國釜山→首爾	去程(周員) 出席「2012年PBNC會議」發表論文、 路程(張、吳二員)
3月22日(四)	韓國首爾	拜會核能安全與保安委員會(NSSC)及 訪問核能安全研究所(KINS) (周、張、 吳三員)
3月23日(五)	韓國首爾→台北	出席「2012核子保安國際研討會(NSS)」 (周員) 返程(周、張、吳三員)

二、出席「2012 上半年 PNC 年會」

3月18日由張、吳二員共同代表原子能委員會蔡春鴻主任委員參加2012年上半年太平洋核能理事會(Pacific Nuclear Council, PNC)年會。PNC是於1988年成立，每年分別於第二季及第四季伴隨著主要國際核能會議(如ANS, JAIF或PBNC)舉行理事會議。此次2012年上半年年會係與此第18屆太平洋盆地會議假釜山會展中心(BEXCO)舉行。PNC上半年年會會議由現任理事主席(President)墨西哥的Juan-Luis Francois以及執行長(Executive Director) W. Mike Diekman共同主持，共有來自韓國、日本、美國、加拿大、墨西哥，及我國代表等共14人參加。本次會議主要討論理事會例行事務的更新及確認，重要內容並分別摘要如下：

(一)會務行政事項

1. 提出報告並同意去(2011)年10月在美國華盛頓特區召開的下半年年會的會議記錄。

2. 會務事項之處理。
3. 任命兩年一任的下屆 PNC 理事主席/副主席分別由日本的 Atsuyuki Suzuki 博士及美國的 Mimi Limbach 女士擔任。

(二) 執行秘書長(兼財務長)報告

主要報告本次年會係韓國原子力產業協會(Korea Atomic Industrial Forum, Inc., 簡稱 KAIF)國際合作處長 Ho-Hyun Chang 博士協助安排，以及會務行政工作及目前收支狀況。

(三) PNC 業務推動現況

1. 新增 PNC 會員進度報告
2. 報告參加 2011 IAEA 年會(General Conference)之心得
3. 介紹 PNC 更新網域名稱為www.pacificnuclear.net/pnc/，並報告網站管理事務

(四) 工作小組進度報告

PNC 共有四個工作小組，包括進步型反應器系統、放射性廢料管理、公眾資訊與拓廣、核能標準，依序說明各工作小組之進度報告。

(五) 第 18 屆及第 19 屆 PBNC 會議之籌備事項

介紹本次 PBNC 會議籌備現況，及宣告下屆 PBNC 將於 2014 年 8 月 24 日至 8 月 28 日在加拿大溫哥華舉行。加拿大代表簡報說明第 19 屆 PBNC 的籌備現況，該會議將於 2014 年在溫哥華凱悅飯店舉行，並提出溫哥華城市之簡介說明。

(六) 國家狀況報告

由參加之各國代表自由報告。日本報告針對福島事故表達歉意，以及國際社會在各方面幫助的感謝，目前最重要的工作是福島電廠穩定並除役，以及清除環境輻射污染將影響降至最低。加拿大報告在今(2012)年 2 月底總理並簽署販售

鈾至中國的協議，加拿大核能安全委員會(Canadian Nuclear Safety Commission, CNSC)核准三座燃料製造廠執照更新 10 年，我國由張員報告目前核能電廠安全總體檢之進度、結果及壓力測試之執行。

(七)下半年 PNC 年會籌備事項

決定今年下半年 PNC 年會伴隨 ANS 年會在美國聖地牙哥舉行。



2012 年上半年 PNC 年會會場一景



核管處張欣副處長與新任 PNC 副主席
Mimi Limbach 女士合影

三、出席「2012 年 PBNC 會議」

2012 年第 18 屆太平洋盆地核能會議(Pacific Basin Nuclear Conference, 簡稱 PBNC 2012)係由韓國核能學會(Korean Nuclear Society, 簡稱 KNS)與韓國原子力產業協會(Korea Atomic Industrial Forum, Inc., 簡稱 KAIF)共同辦理，並由太平洋核能理事會(Pacific Nuclear Council, PNC)主辦，會議主題為「強化安全與保安以延續核能(Sustaining Nuclear Energy through Enhanced Safety and Security)」，研討會於 3 月 18 日及 3 月 23 日於韓國釜山會議展召開。參與人員除韓國國內核能相關機構與學術單位外，國際間並有國際原子能總署(IAEA)、日本、美國、加拿大、法國、墨西哥、中國、越南、韓國、阿聯，以及台灣等各國人士參加，共計超過 500 位核能有關之政府官員、教授、專家參與高度技術至政策層面等不同領

域之專題，會議議題詳參附件一。



PBNC 2012 會場一景



吳景輝技正發表論文
Post-Fukushima Evaluation of Nuclear
Power Plants in Taiwan

第一天的研討會，首先由主辦單位韓國核能學會會長 Soo Heung CHANG 教授(President of the Korea Nuclear Society)發表開幕致詞，除了對參加本次會議的國際來賓及韓國同業表示歡迎之意，同時說明在福島事故後，韓國核能學會配合政府對於協助日本福島救災作業提供之技術協助，並協助進行事故研究並持續對核能安全提出建議做法。接下來，釜山市長 Nam-Sik HUR 先生亦親自與會，說明韓國地方政府對確保核能安全政策之配合與擔當任務，以及對本次國際會議共同努力提昇核安之期待；HUR 市長表示在福島電廠事故後續的處理，包括在核能電廠之安全改善方面須確保核能界能記取教訓。續由韓國水力核能公司總裁 Jong-Shin KIM 提出韓國核電廠配合政府核能安全管制做法，以強化核電營運之專業能力與安全性。針對福島電廠事故所曝露之核安問題，雖然已配合管制單位完成安全再檢查及安全昇級之規劃做法，然悠關核安之技術議題仍需國際核能業界的集思廣議，共同努力以提出適當之解決方案。

在大會專題演講「Perspectives of Nuclear Energy after Fukushima Accident」中，由首爾大學 Kune Yull Suh 教授及新任 PNC 副主席的 Mimi Limbach 女士共同主持，與談人包括卸任 PNC 主席墨西哥 Juan-Luis Francois 博士、日本 Takuya Hattori 理事長、韓國 Youn- Ho Jung 博士、加拿大 Bill Kupferschmidt 博士及美國

Eric P. Loewen 博士均一致認為投入資源在有效的溝通及透明化係核能工業未來展望之契機。日本原子力產業協會 Hattori 理事長說明福島核電廠事故是能預想失效之結果，因此建議核能工業要嚴肅對待所有可能對核電廠之外來威脅，不論它們發生的機率多低，就是讓人恐懼且真實的發生，然而仍必須投注在更多公眾的顧慮並更積極與公眾溝通。首爾大學 Suh 教授也特別強調用日常、簡單的語言與大眾溝通的重要性。

之後進入會議演講主題，本次發表之講題包括福島事故後的安全(Safety after Fukushima Accident)、嚴重事故及管理(Severe Accident & Management)、風險評估技術與應用(PSA Technology & Applications)、電廠運轉與維護(Plant Operation & Maintenance)及下世代反應器、核燃料等技術議程，另有一系列之特殊技術專題演講，主題包括核能政策與策略、嚴重事故之防範(長期電廠全黑)、嚴重事故之救援、核燃料循環及再處理，與會各國專家並就福島事故之後核能政策及安全進行廣泛討論。張員、吳員在 3 月 21 日上午參加技術議程「Severe Accident & Management -1」之研討，吳員並發表「Post-Fukushima Evaluation of Nuclear Power Plants in Taiwan」提出我國核能安全防護總體檢之範圍、做法及改善強化之要求，並與與會各國專家學者交換意見後，隨即啓程前往首爾。在相關專題討論會中，與會者及主講人員針對福島事故的經驗回饋及相關改進措施，進行廣泛且深入的討論，有助於國際間於核能安全提昇的交流，針對天然危害的防範措施亦有深入的探討。

以下就這些演講題目中重要論述內容摘述於下。

(一) 完整範圍 PSA 分析工具之設計

由 KAERI 的整合安全評估組的 Hyeon Gyu KIM 先生，針對「A Design of an Integrated System for a Full-scope PSA」提出簡報，目的在以涵蓋較廣泛領域的安全度評估模式(Probabilistic Safety Assessment, PSA)強化風險告知管制的的能力，惟

在如火災、水災及地震事件等不同廠外危害的模擬方式各異，一階 PSA 至三階 PSA 採用多樣之分析技術，在全功率運轉、低功率及停機大修等不同模式的模擬有特定之考量，藉與 EPRI 技術合作之專案計畫(PHOENIX)，納入龐大資源建立並發展完整範圍兼具整合不同 PSA 模式之平台工具，目前初期階段已擬定該平台工具之實施架構惟尚未有使用者操作介面。

此 PSA 模式平台工具規劃的架構包括(1)使用者介面能顯示各 PSA 模式發展的進度，(2)巧妙設計使得各種功能(例如求解引擎、故障樹編輯)不重覆出現，(3)對新軟體的可擴充性，可輕易容納未來管制要求新功能的軟體，(4)不同 PSA 模式之間的同步，即在廠內事件的變更能反映至基於廠內事件發展的其他模式。平台工具採用文字命令介面，與其他任何程式都能結合鏈結，新增功能開發的 PSA 軟體能輕易納入，有利於未來新增功能應用的擴充性。廠內事件的頂端邏輯模式可適應需要自動轉換供其他事件所用。目前已開發完成平台工具的原型(OCEANS)，可以線上混載及分析計算核電廠的所有 PSA 模式，採用 KAERI 發展現有的 PSA 軟體程式，包括 AIMS-PSA(事件樹/故障樹編輯及量化之整合軟體)、PRASSE(地震 PSA 軟體)、IPRO-ZONE(水災及火災 PSA 軟體)、ASPIRIN(低功率、大修停機 PSA 軟體)、CONPAS(二階 PSA 軟體)及 SARA(三階 PSA 軟體)等。

(二) 韓國電廠機率式海嘯危害分析方法之發展及應用

由 KAERI 的 Min Kyu KIM 博士，針對「Development of a Probabilistic Tsunami Hazard Analysis Method and Application to an NPP in Korea」提出簡報，韓國核能業界考量 2004 年南亞強震引致海嘯及 2011 年日本東北地方太平洋沖地震導致的海嘯事件，提出對韓國核能電廠機率式海嘯危害評估的建議做法。

說明南亞海嘯對印度 Madras 核電廠為例的實際影響，該核能廠在南亞海嘯發生前，1 號機正在停機執行延役及冷卻迴路管線的整修，當時 2 號機則為正常

功率運轉；該一海嘯的溯上達海水泵室操作層之上 1.9 公尺，而正常的海水面位置係低於操作層下 3 公尺。此事件的情節在海水泵室的現場控制盤淹沒後導致所有冷凝水泵跳脫，運轉員手動跳脫汽機將機組帶到控制停機，電廠的外電未受影響仍為可用，廠內緊急柴油發電機亦未受影響；顯然 2011 年日本海嘯事件對核電廠有更嚴重的後果。

海嘯 PSA 方法論與地震 PSA 方法論類似，包括危害度分析、脆弱度分析以及系統分析，最重要的部份在海嘯危害度分析，考量採經驗式與數值模擬方式，評估海嘯最大波高的回歸期，由歷史資料紀錄顯示南韓在 20 世紀遭海嘯侵襲最大波高為 4.2 公尺，而在文獻朝鮮王朝實錄指出在西元 1392 年至 1863 年間的五次海嘯最大波高約 3 公尺，另在英宗大王實錄卷之五十四指出在英宗王十七年 (1741 年)七月十七日有達 2 公尺的海嘯。在超過 600 年期間的海嘯目錄，將韓國半島東海岸視為一個區域，共有九次海嘯歷史紀錄，依據經驗式推導出 5 公尺溯上有 972 年的回歸期，而 10 公尺溯上為 22690 年的回歸期，達 15 公尺溯上為 529507 年的回歸期。

在海嘯脆弱度分析部份，採用歷史經驗數據、實驗資料、數值模擬及工程判斷，考量波高的淹沒、動態衝擊力的威脅以及殘骸的影響，納入功能性失效及結構物失效的考量，針對重要安全相關組件、系統及結構物執行條件失效機率的分析；在系統分析部份使用事件樹方法論發展事故情境，假設在海嘯溯上後為肇始事件，依序考慮緊急海水泵室結構及淹水、緊急海水泵室取水口、反應器急停、廠外電源、二次側冷卻、二次側回復及外電源回復等功能是否受損，另考量在海嘯後海水水位降低的肇始事件。

(三) 數位儀控 PSA 研究及火災模擬結果的不確定性

本項分別由韓國 KAERI 的 Man Cheol KIM 先生及 KINS 的 Jong Seuk Park 先生針對此兩項議題提出說明。

KAERI 的整合安全評估組的 Man Cheol KIM 先生，針對「Overview of Digital I&C PSA Research in KAERI」提出簡報，說明數位儀控 PSA 為新興研究領域，然軟體失效為定論式過程，因受限於知識及瞭解程度，採用機率模式描述定義軟體失效，故軟體可靠度評估具一定之困難性。基於 KAERI 在不同評估方法論的研究經驗，美國核管會透過財務贊助韓國 KAERI 在核電廠數位儀控系統建立雙邊合作架構，配合 BNL 針對不同的評估方法論執行故障插入(Fault Injection)實驗的合作研究計畫。

KINS 的 Jong Seuk Park 先生，針對「Addressing Uncertainty Treatment of Fire Simulation Results」提出簡報，在性能化防火設計有關 10CFR 50.48(C)，採用 NFPA 805 提出可藉執行工程評估、PSA 或火災模擬計算等方式，驗證能滿足性能化防火設計之要求，另可採不確定度分析合理確認能滿足性能化的標準。該分析使用 FDS 第 5 版模擬在開關箱室馬達控制中心盤火災下電纜目標失效的時間，並使用 KAERI 發展之不確定度分析程式 MOSAIQUE 產生不同假設之機率分佈，考量熱釋率、電纜失效溫度及電纜失效機率等三項重要參數做驗證。

(四) 壓水式機組因應長期全黑及汽機帶動輔助飼水泵的改善

由 KAERI 的整合安全評估組的 S. W. Lee 先生，針對「Improved Turbine-Driven AFW System for PWR Coping with a Prolonged SBO」提出簡報，討論在喪失廠外電源及所有緊急柴油發電機的電廠全黑情境下，在該情境下雖然仍可用手動起動具有相同功能的替代交流電源，但假設該替代交流電源不可用為最嚴重的情況。在電廠全黑時由直流電池組供應至控制室及氣動閥的操作，然而電池組的運轉時間不長且視不同機組型態(西屋 2 迴路 2 小時、OPR-1000 為 4 小時及 APR-1400 具 8 小時)各異。在福島事故後引進納入移動式柴油發電機做為後備的概念。

福島事故係一長期電廠全黑事件所致，此時大部份為主動組件的緊要安全

設施無法使用，對壓水式反應器的情境將因控制棒插入而機組急停，在 RCP 停止運轉後一次側迴路流量係自然循環提供，再藉助二次側釋放閥動作，以及汽機帶動輔助飼水泵供應飼水建立移除衰變熱的方式，這種方式須避免釋放閥開啓頻繁導致卡住，以及凝結水儲存槽水存量的潛在問題，另外，在一次側壓力降至夠低蓄壓槽能注水補充一次側水存量。

在喪失電源後控制閥停在當時位置，可能因蒸汽及飼水流量的不平衡，因蒸汽產生器滿水導致汽機葉片受損，而致輔助飼水泵不可用無法再提供飼水；如針對電廠全黑採用輔助飼水泵的汽機帶動之後備發電機，持續充電電池組提供控制閥之流量控制，則得以維持長時間的穩定二次側冷卻；須加以考量的是電廠全黑下凝結水儲存槽水存量的補充。另 RCP 停止運轉喪失軸封冷卻亦在事故初期會導致小破口冷卻水流失之隱憂。

(五) 以實驗設施模擬電廠全黑情境及分析

由 KAERI 的整合安全評估組的 Y. S. Kim 先生，針對「Analysis of a Station Blackout Scenario with ATLAS Data」提出簡報，討論在喪失廠外電源及所有緊急柴油發電機的電廠全黑情境下，對現有核電廠及進步型核電廠的安全顧慮，採用實驗及程式模擬瞭解在事故情境下的熱流現象，實驗設施為進步型事故模擬之熱流測試環路(Advanced Thermal-Hydraulic Test Loop for Accident Simulation, ATLAS)，在長度、高度各為縮小 1/2，直徑為縮小 1/12，體積為縮小 1/288，此設施具有 2 個熱端及 4 個冷端，係整體性效應測試(Integral Effect Test, IET)設施之一部份，能夠模擬 OPR 1000 (Optimized Power Reactor 1000 MWe)及 APR1400 (Advanced Power Reactor 1400 MWe)事故情境的熱流行為，ATLAS 設施之配置圖如下圖 1：

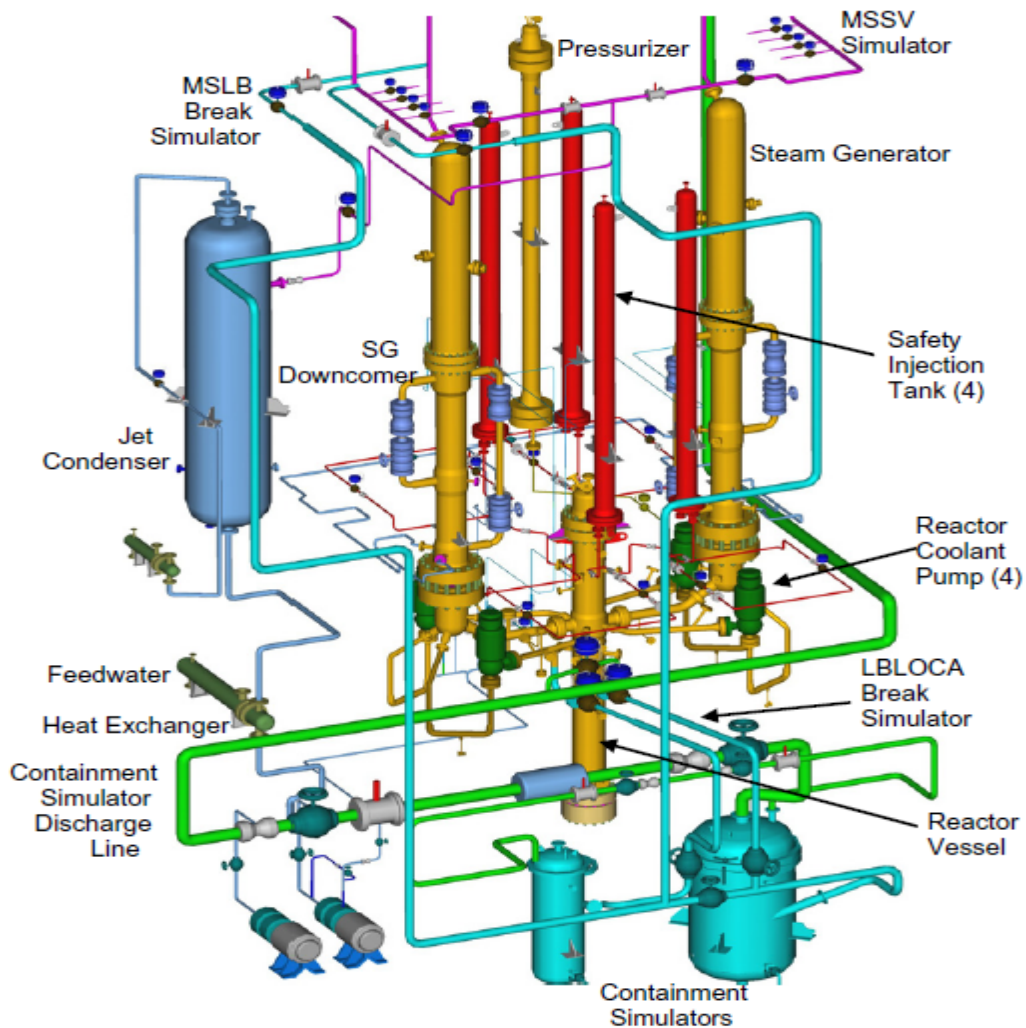


圖 1. 進步型事故模擬之熱流測試環路之配置圖

在 APR 1400 全功率運轉之情形下，假設電廠全黑的同時反應器急停，所有柴油發電機及汽機帶動輔助飼水泵失效，惟為簡化分析情境假設未發生軸封洩漏；採用 MARS 程式分析之初步結果指出在 5900 秒蒸汽產生器燒乾，爐心燃料大約在 3.2 小時達 PCT 溫度。

採用 ATLAS 設施做試驗與程式分析結果比對，由試驗另觀察 MSSV1 洩漏(代表更多的熱移量)對熱流現象的影響，一次側系統水位、熱端/冷端管線內流量及經 POSRV 排放流量等的熱流現象相吻合，爐槽內的自然循環在第 2 個 POSRV 開啓後中止，在爐心燃料達 PCT 溫度後亦顯現溫度的快速增加，納入試驗發現與程式分析不同處修訂 MARS 程式並重新分析。

(六) 爐心、用過燃料池及相關系統在長期全黑的安全

由 KEPCO Nuclear Fuel 的 S. J. Lee 先生，針對「Safety Aspects of the Core and Other Systems on Prolonged Station Blackout」提出簡報，討論在核電廠的現行設計基準事故之安全分析，並未納入長期喪失所有交流電源(電廠全黑)之情況，原來的基本假設是藉緊急柴油發電機帶動的特殊安全設施救援設計基準事故，在日本福島事故此一基本假設即受到挑戰並禁不起考驗。在福島事故之後必須發現並真實瞭解核電廠在電廠全黑的特性及安全顧慮，並重新檢視爐心與用過燃料池的熱流反應及行爲，此研究結果提出強化核電廠安全防護之被動式理念。

分析在長期電廠全黑下熱水流研究之核電廠，包括 Kori 電廠 1 號機(600MWe)、Kori 電廠 3、4 號機(950MWe)及 Ulchin 電廠 5、6 號機(1000MWe)，分析之假設為安全注水泵及輔助飼水泵未起動，在一次側及二次側均未發生破管，以及汽機帶動輔助飼水泵亦未起動且 RCP 軸封未失效；分析結果顯示爐心裸露發生時間分別約在 1 小時 46 分、1 小時 23 分及 2 小時 10 分，較熱的燃料棒大約再 10 至 20 分鐘開始產生銦水蒸汽反應，燃料護套開始熔化的時間分別約在 2 小時 20 分、1 小時 47 分及 2 小時 42 分；由此事故情境的分析結果指出，運轉員在現行設計下並沒有足夠的時間，用於確認機組狀態、判斷事故之演進及執行正確的救援並完成之。在用過燃料池長期電廠全黑下，運轉員必須確認其狀態、判斷事故之演進以及採用可行之方式建立用過燃料池的冷卻。

本研究提出另外新增之被動式系統因應長期電廠全黑事故，以被動式輔助飼水系統(PAFS)提供爐心冷卻，藉被動式用過燃料池冷卻系統(PSFPCS)提供用過燃料池冷卻；被動式系統主要憑藉自然現象(重力、自然循環及壓差)為驅動設備之動力。如圖 2 在 APR+反應器之 PAFS，係利用重力及因為浮力之自然循環，在沒有電力及運轉員操作之情形下可運轉至少 8 小時並達到停機冷卻之狀態。

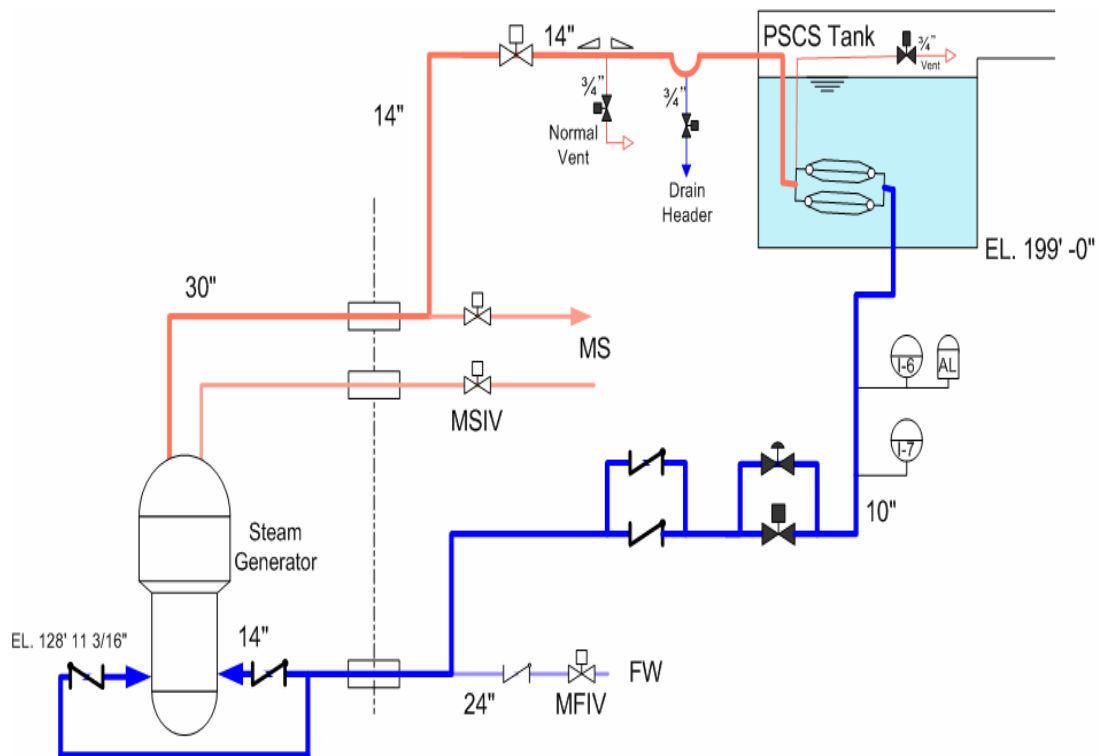


圖 2. APR+反應器之被動式輔助飼水系統流程圖

以控制棒射棒事件(Control Element Assembly Ejection, CEAE)驗證 PAFS，在傳統 AFS 系統由 CST 提供相同溫度、飼水流量穩定地保持爐心冷卻，相較 PAFS 在事故初期能提供更多較低溫的飼水流量具有更佳的冷卻能力。

被動式用過燃料池冷卻系統(PSFPCS)如圖 3，在較 SFP 高的位置設有水槽，正常運轉以泵循環經熱交換器冷卻，在電廠全黑時浮球閥因 SFP 水位降低而開啓，並開始將水槽的水補充至 SFP 的水位，經由循環管線進行自然循環，水槽的最終熱沉為氣冷式，此水槽可由外界以移動式設備補充水存量。對 Kori 電廠 3 號機(950MWe)的分析結果指出，從電廠全黑後 3.5 小時 SFP 開始沸騰(初始之衰變熱為 15.5MW)，在 50 小時後用過燃料頂端開始裸露，該水槽的補水量達 6.5 公斤/秒即可避免用過燃料頂端裸露，維持 72 小時用過燃料頂端未裸露要求的水存量為 1800 立方公尺，大約為用過燃料池水存量的 1.2 倍。在安裝如此的被動式用過燃料池冷卻系統的水槽，運轉員可以至少 3 天不必關切用過燃料池的冷卻，專注在處理爐心狀態的救援。

部分，管制單位在去年 3 月初至 4 月底，由包括 KINS 幕僚及來自業界、學界及研究機構等 73 人組成 6 個專家小組，針對運轉中核電廠的 21 個機組，著重在電力系統、停機冷卻等面向之檢討。另外，在 4~5 月間對 Kori 電廠 1 號機執行特殊安全檢查，包括外部專家及 KINS 幕僚共 56 人，著重在反應爐槽安全性等面向之檢討。韓國水力核能公司由外部專家及公司幕僚共 44 人，在 3 月 16 日至 18 日對運轉中核電廠的 21 個機組，審查廠外及廠內電力供應以及爐心冷卻、圍阻體及用過燃料池的安全性。

對於 APR+因應福島事故實施安全審查的做法，係參照上述安全檢查、美國核管會近期專案小組報告以及 APR+專案自行審查，提出設計改善對策項目及期程。實施規劃在近期(今年底前)須完成 17 項改善對策，其中管制單位安全檢查為 12 項，APR+專案自行審查有 5 項；另屬於中長期(明年開始至 2015 年底)須完成 9 項改善對策，其中管制單位安全檢查為 8 項，APR+專案自行審查有 1 項，總計 APR+有 26 項改善對策如表 1。

表 1. 韓國 APR+反應器核安檢查之改善對策

項次	APR+改善對策	實施階段
耐震、抗岸邊水災的設備及結構之設計		
(1) 安全檢查	安裝強震自動急停系統	中長期
(2) 安全檢查	安全停機系統強化耐震能力至 0.3g	近期
(3) 安全檢查	重新評估核電廠廠址之可能最大地震	中長期
(4) 安全檢查	主控制室設備強化耐震能力至 0.3g	近期
(5) 安全檢查	安裝防水門及排水泵(輔助廠房及 EDG 廠房)	中長期
(6) 安全檢查	調查並研究核電廠廠址之設計基準海水水位	中長期
(7) 安全檢查	強化海水取水口能力及因應岸邊水災之設施	近期
(8) 自行審查	主控制室高程水災防護之優化設計	近期
(9) 自行審查	採生水及外部水源強化被動式凝結冷卻槽(PCCT)之容積及使用時間	近期
(10) 自行審查	採用外部設施建立蒸汽產生器補水之方式	近期

在水災淹浸時電力、冷卻及消防系統的完整性		
(11) 安全檢查	確保移動式電源車及電池組等之可用性	近期
(12) 安全檢查	確保 AAC(如氣渦輪機 ACC)之多樣化設計	近期
(13) 安全檢查	確保因應喪失用過燃料池功能之措施	近期
(14) 安全檢查	發展防範最終熱沉(ESW 泵室)淹水及回復的措施	近期
(15) 安全檢查	發展防範戶外槽體損壞的措施	中長期
(16) 安全檢查	發展防範主蒸汽安全閥室及緊急飼水泵室淹水的措施	近期
(17) 安全檢查	改善消防設施及廠內消防隊之因應能力	中長期
(18) 自行審查	強化 PAFS 驅動閥電池容量至長期電廠全黑(72 小時)	近期
因應嚴重事故之措施		
(19) 安全檢查	安裝被動式氫氣移除設備(PAR)	近期
(20) 安全檢查	圍阻體建築物安裝過濾式排氣系統或降壓設施	中長期
(21) 安全檢查	安裝由外部水源供緊急冷卻之反應器注水流徑	近期
(22) 自行審查	強化由外部水源至反應爐爐穴之冷卻系統	近期
(23) 自行審查	安裝混合式 SIT	中長期
緊急應變		
(24) 安全檢查	制訂在長期喪失電源事件下確保必要資訊之方式	近期
(25) 安全檢查	改善緊急應變設施(Emergency response facility)	近期
(26) 安全檢查	強化緊急警備設施(Emergency alarm facility)之效能	中長期

(八) 圍阻體系統在長期全黑的被動式氫控及冷卻系統

由南韓浦項科技學(Pohang University of Science and Technology, POSTECH)的 Shripad T. Revankar 先生，針對「Passive Hydrogen Mitigation and Cooling System for Containment Systems During Prolonged Station Black Out」提出簡報，說明在日本福島一廠長期電廠全黑之情境下，緊急爐心冷卻系統主要由

AC 及 DC 電源提供動力，如能由不須 AC 及 DC 電源的被動式系統提供爐心及圍阻體的冷卻，則事故後果可能不致如此嚴重甚或能夠避免。進步型反應器核電廠採用自然對流及凝結熱傳的被動式圍阻體冷卻系統(PCCS)，在事故下具將圍阻體內熱量移走達 72 小時。在報告中針對 PCCS 提出不同(PANDA、PANTHERS、PUMA 及 LSTF 等)之整體效應試驗(IET)，以及採用邊界層理論、質量熱傳類比理論之 RELAP5 程式模擬做比對驗證。被動式氫氣緩和系統採氫氣自催化再結合器，在氫氣、氧氣容積濃度甚低時即開始氫氣結合之程序；另圍阻體冷卻系統包括被動式空氣進入、蒸汽/空氣排出之水槽，其水容量可供 3 天之需並能由外部補充水源。

(九) 嚴重事故程式納入福島事故的發展

由日本 The Institute of Applied Energy 的 Masanori Naitoh 先生，針對「Severe Accident Code Development Reflecting the Fukushima Disaster」提出簡報說明 SAMPSON Code Improvement Plan，在日本福島一廠 1、2 及 3 號機爐心熔毀，熔融的爐渣床藉強制注入之水流冷卻，由於反應器廠房特別是圍阻體包封容器劑量很高無法進入，因此須瞭解目前熔融的爐渣狀況，以利於後續清除工作之程序，規劃在 5 年內完成 SAMPSON 程式的精進計畫。

本研究的目的是在採用模擬方式瞭解澄清爐心內部組件的變形、爐渣分佈的物理及化學性質、成份、數量及位置，並在澄清狀況之後精進 SAMPSON 程式的能力。程式模擬爐渣狀況分佈尚待分析結果澄清者，包括爐心燃料熔融後爐心筒的熔化、控制棒及核儀導管壓力邊界的熔化、爐槽下半部失效機制、注海水後爐槽受高溫鹼腐蝕的影響以及熔融爐渣在長期冷卻後重新臨界等議題。目前已知會影響分析結果的不確定性，包括(1)1 號機隔離冷凝器為間歇性運轉，惟閥門的開啓與否影響對衰變熱移除的假設，(2)雖然知道消防車或消防泵注水容量，但真實進入爐心的注水流量率亦為分析的變數，另外(3)在蒸汽帶動泵運轉時 RPV 壓力顯示不穩定變動，故蒸汽帶動泵(RCIC、HPCI)的注水流量或無法達到設計

之額定值。這些參數須要靈敏度分析以掌握機組模擬的狀況。

(十) 嚴重事故期間圍阻體內氫氣及分裂產物行為之試驗

由德國 Becker Technologies GmbH 的 Sanjeev Gupta 先生，針對「THAI experiments on hydrogen and fission product behaviour in the LWR containment during a severe accident」提出簡報說明嚴重事故下圍阻體 THAI 試驗設施，THAI 試驗設施包括熱流(Thermal Hydraulics)、氫氣(Hydrogen)、空浮(Aerosol)及碘(Iodine)等混合效應之試驗，模擬並納入 PAR、燃氫器(igniter)、噴灑系統及抑壓池等緩和設備。該試驗設施(如圖 4)高度 9.2 公尺、直徑 3.2 公尺，容積為 60 立方公尺，具三組加熱/冷卻覆蓋罩，設計壓力在 180°C 為 1.4MPa 能耐氫氣爆燃的負荷，試驗時能量測並持續監視試驗設施，在空間中溫度、壓力、濕度、氣體濃度、流速的分佈情形，蒸汽凝結速率、空浮濃度、碘濃度及空間中質點大小的分佈情形等。

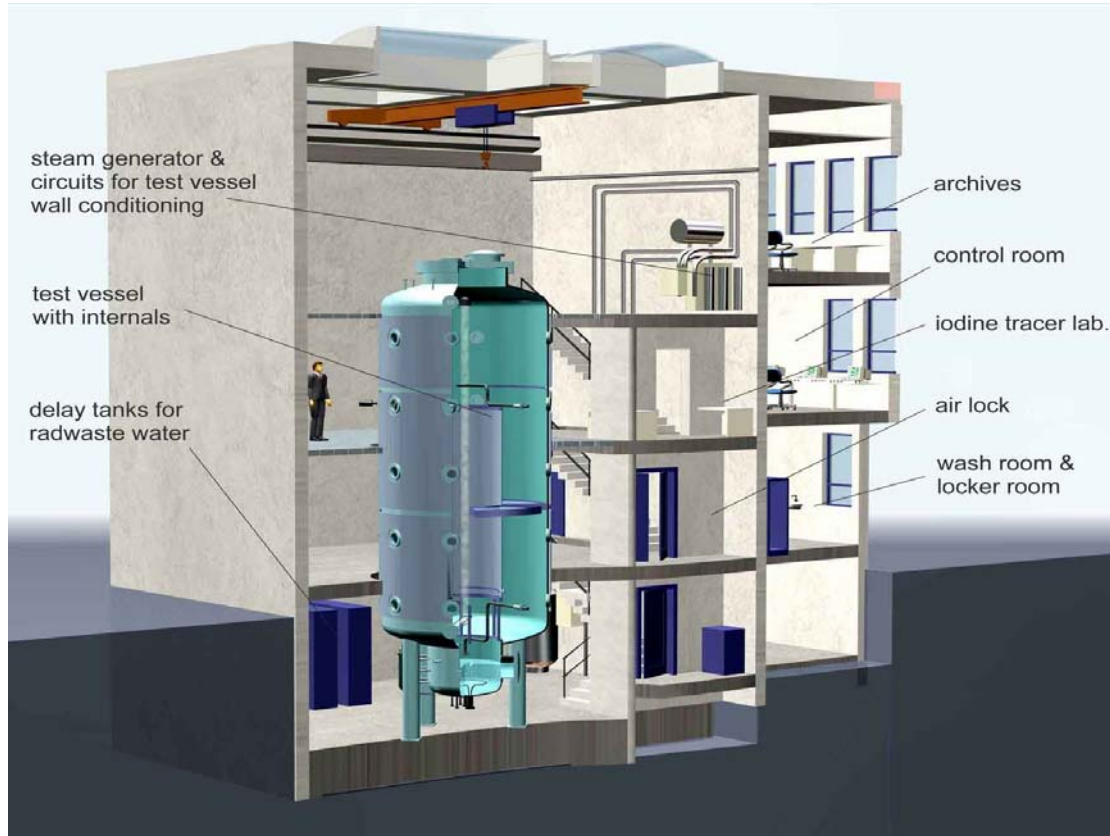


圖 4. 嚴重事故下圍阻體 THAI 試驗設施

2009 年歷時兩年完成之 OECD-THAI 測試 PAR 性能專案計畫，包括加拿大、捷克、芬蘭、法國、德國、匈牙利、南韓、荷蘭及瑞士等 9 國共同參與，主要瞭解在 PAR 運轉時將金屬碘轉換成氣體碘的情形。試驗的主要目的在確認氫氣再結合率及開始結合等資料並擴大現有數據資料庫，試驗的重要結果顯示：再結合及催化溫度與氧氣量多寡有強烈之影響，對 PAR 設計之不同而掌握不影響 PAR 運轉之氫/氧氣比值；由 PAR 引起的燃燒會重覆出現並與催化溫度為正相關，然與 PAR 入口氫氣濃度非正相關；催化溫度界於 900 °C 至 1000 °C 之範圍，在研究條件甚至不利之惡劣環境(空浮、碘、凝結情況等)PAR 開始運轉及性能表現良好。

去(2011)年 8 月開始至 2014 年 7 月歷時三年之 OECD-THAI2 測試專案計畫，包括加拿大、捷克、芬蘭、法國、德國、匈牙利、日本、南韓、荷蘭、瑞典及英國等 11 國共同參與，主要實驗包括在噴灑狀況期間的氫氣燃燒、極低氧氣濃度下開始 PAR 的運轉、閃化噴出氣體碘的外釋以及在空浮質點上分子碘的積聚等項目。

(十一) 進步型反應器之嚴重事故救援概念

由德國 AREVA NP 的 Manfred Fischer 先生，針對「The Severe Accident Mitigation Concept of AREVA NP's EPR™ Reactor」提出簡報，說明目前芬蘭、法國及中國正在建造的歐洲壓水式反應器(European Pressurized water Reactor, EPR)，與前一代反應器如法國 N4、德國 Konvoi 在設計上相較，除了在重要安全設施有先進的改良，並建立專屬嚴重事故救援的策略，目的係澈底降低爐心熔毀之嚴重事故對環境的影響，手段即保護放射性物質之最後屏障圍阻體的完整性。設計概念(如圖 5)在刪除可能導致圍阻體極大負載的機制(如 RPV 高壓失效、氫氣全面性爆炸及高能蒸汽爆炸等)，而嚴重事故的措施能處理其他低壓失效的事故序列，重要措施說明如後。

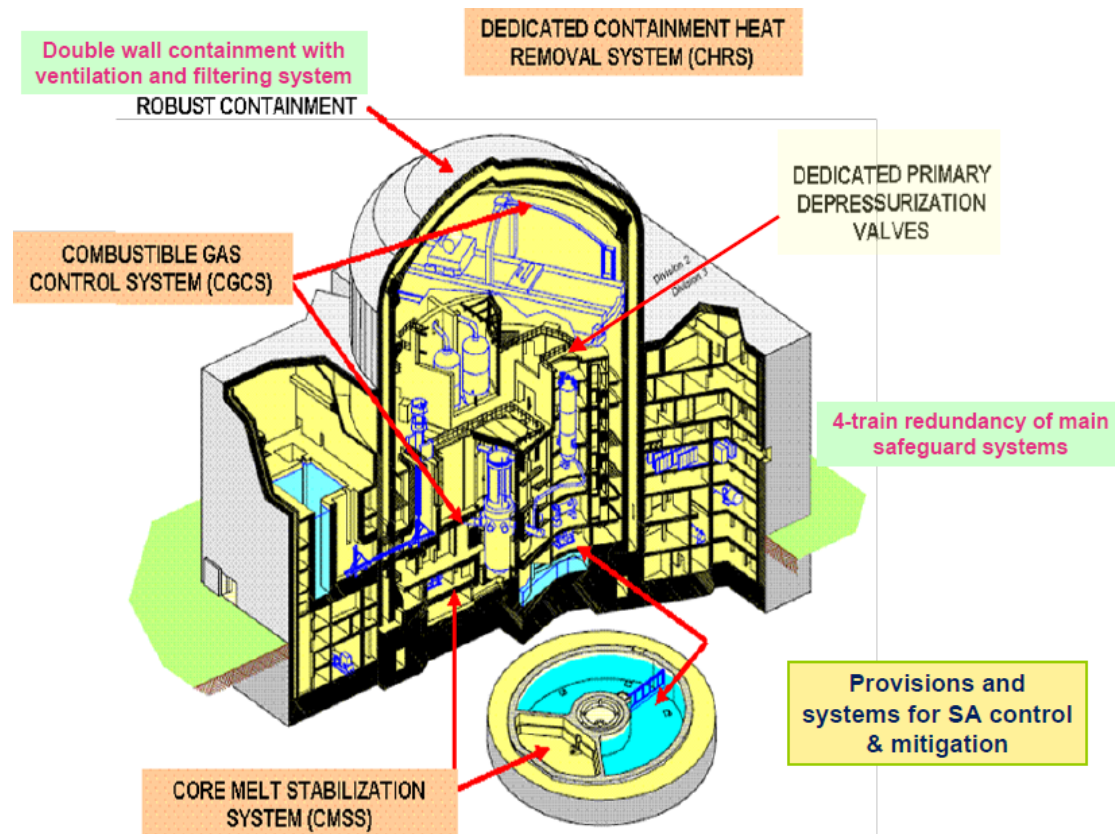


圖 5. 歐洲壓水式反應器圍阻體之概念圖

除了三個 PSV 外，另有三個專屬之嚴重事故一次側降壓閥(Primary Depressurization Valve, PDV)，最遲在爐心出口溫度超過 650°C 時手動開啓並保持在開啓位置，並確保能迅速將 RCS 降至夠低壓力，並排放至與 PSVs and SRVs 相同的(pressure relief tank, PRT)。

可燃氣體控制系統(Combustible Gas Control System, CGCS)在事故初期採用主動式及被動式方式，能在圍阻體內利用釋出進入的熱產生全面性對流快速降低局部高氫氣濃度，經 PRT 釋出蒸汽局部或全面鈍化圍阻體，以及依策略安排在圍阻體內的 47 具再結合器，可以在局部氫氣爆燃下保持圍阻體的完整性。高能蒸汽爆炸及 DCH 的避免措施，在設計之初即排除爐心熔毀前反應爐穴有水，且將反應爐穴可能進入圍阻體自由空間之流徑設計為窄小。

爐心熔毀安定系統(Core Melt Stabilization System, CMSS)在反應爐外下方有熔融爐渣捕獲器(Core Catcher)，有利於保持熔融爐渣，被動式對設計影響小且失效機率低。在熔融爐渣抵達會開啓圍阻體兩側的淹灌閥，由圍阻體內

RWST(IRWST)提供水經由預埋設之鋼製管道去冷卻熔融爐渣；除了此種被動式設計外，亦可由主動式設計之圍阻體熱移除系統提供熔融爐渣之冷卻。

嚴重事故下之儀器及控制(由電池組供電)須能監視事故的發展，以及掌握與預設或研判救援方式之偏離，相關控制儀器包括 4 個在反應爐槽外溫度量測之熱電偶，熔融爐渣捕獲器上方、供水管道及圍阻體其他部份之溫度，壓力、氫氣濃度、輻射大小、淹灌閥閥位指示，CHRS 起動、流量、進出口溫度，以及 IRWST 水位指示等。

四、參訪核能安全與保安委員會(NSSC)及核能安全研究所(KINS)

在 3 月 22 日周副主委率同張、吳二員及駐韓國台北代表部張芝颯秘書拜會韓國核能安全與保安委員會(Nuclear Safety & Security Commission, NSSC)及核能安全研究所(Korea Institute of Nuclear Safety, KINS)。

(一) 拜會核能安全與保安委員會

赴韓國首爾的 NSSC 拜會行程，由 NSSC 主席 Chang Sun KANG 博士接待，討論核能管制機關組織變革的程序及優點，並就韓國政府及核能界在因應福島電廠事故後之組織變革之政策與檢討作業，與會成員另有該委員會核管署 Lee, Min Jeong 副處長、技術顧問 Jang, Chang Sun 博士，有助於本會對國內組織改造後之定位及新架構下核安管制執行之參考。

韓國核能管制機關原轄在教育科技部(Ministry of Education, Science & Technology, MEST)之下，包括核安管制及核能應用推廣之研究事務，雖然在核電廠管制(由 MEST 主管)及由知識經濟部(Ministry of Knowledge Economy, MKE)主管核電開發計畫兩方面並無爭議，惟此種混合式的角色仍有許多潛在之衝突。韓國國會自 2009 年 7 月起陸續推動三項法案，目的在建立獨立的核能管制機關，並由國會之科學委員會持續審查。

去年 7 月國際原子能總署之整合性管制審查服務(Integrated Regulatory

Review Service, IRRS)提出對 NSSC 之建議，包括(1)建立 NSSC 委員選任標準，以符合獨立性及核能安全勝任的需求，(2)清楚釐定新設管制機關的權責，避免在秘書長、KINS 及 ACNSS 間重疊，(3)配置與權責相稱的資源、幕僚，(4)提供秘書長人力資源規劃，以使幕僚能完成協助委員會之行政功能，(5)建立諮詢委員會協助決策之程序，及(6)提供並發展能涵蓋新機關及秘書長所有活動的管理系統。

韓國總統在去(100)年日本福島核災後，即命令成立一獨立核安管制機關，至去年 10 月 26 日正式成立核能安全與保安委員會(Nuclear Safety & Security Commission, NSSC)。韓國原有及現行核能安全管制的架構如圖 6。目前，NSSC 係直屬總統府的核能管制專責機關，由韓國核能安全研究所(Korea Institute of Nuclear Safety, KINS)及韓國防核武擴散及管制研究所(Korea Institute of Nuclear Nonproliferation and Control, KINAC)協助執行相關工作；而在組織改造後抽離核電廠管制的 MEST 角色，僅限於核能政策的制定及辦理核能相關的研究發展。

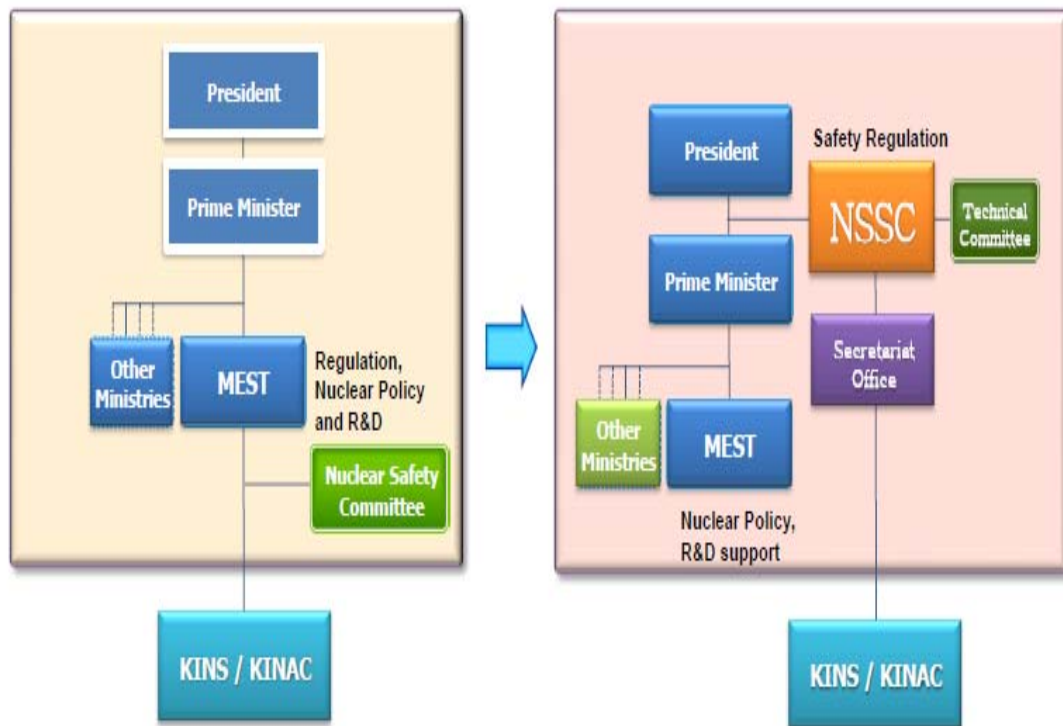


圖 6. 韓國核能安全管制機關組改前後的架構

依據 NSSC 法案必須保持機關之獨立性及公平性，並能免於總理的行政指導及監督，並對 NSSC 委員訂有任期制保障，委員一任為 3 年得連任一次，委員執行職務時不應受干擾，非經受刑之宣告而確定者，不得在違反委員意志下免職。



圖 7. 韓國核能安全與保安委員會(NSSC)組織架構

核能安全與保安委員會為一部會層級之機關，由主席、副主席及七位委員(涵蓋不同專業背景)所組成，設有核能安全與保安諮詢委員會(ACNSS，15 位委員，包括不同技術領域的資深專家)，秘書長下設有 2 署(核能管制署、輻射防護及緊急應變署)，以及行政業務處(General Administration)、規劃及公共關係處(Planning & Public Relations)以及核能管制(Nuclear Regulatory)署下之核安政策處(Nuclear Safety Policy)、核安處(Nuclear Safety)、安全標準處(Safety Standard)以及輻射防護及緊急應變署下之輻射安全處(Radiation Safety)、緊急應變處(Nuclear Emergency)及保安及輸出管制處(Safeguards & Export Control)等 8 處，包括主管與職員人數約九十餘名；核安處及輻射安全處在 4 個核電廠廠址及廢料處置場設有駐廠辦公室(各辦公室派有 5 員)，緊急應變處在各設施位址鄰近設有緊急應變中心。

(二) 拜訪核能安全研究所

下午行程為赴位在大田的 KINS 訪問，希望能就核能安全研究所如何迅速且正確技術支援管制核能電廠作業之情形進行了解，以為本會在組織改造新架構下執行核安管制技術支援之參考。

核能安全研究所(KINS)為協助 NSSC 技術安全審查及視察之工作，組織架構如圖 8，由總裁、副總裁及 8 個處級單位所組成，包括有運轉反應器管制處、新建設反應器管制處(屬於核能安全署)、輻射管制處、緊急管理處(屬於輻射安全署)、研究及政策處、國際核能安全學校、規劃處及行政處等，幕僚人數約 400 名，近 9 成為技術性幕僚。KINS 成立於 1990 年 2 月，主要任務為保護大眾健康及環境，避免受使用核能伴隨之潛在輻射危害，執行之關鍵任務有六大項：核能安全管制、輻射安全管制、環境監測、緊急應變、發展安全標準、準則與管制技術以及建立核能安全及輻射安全管制之技術基礎。

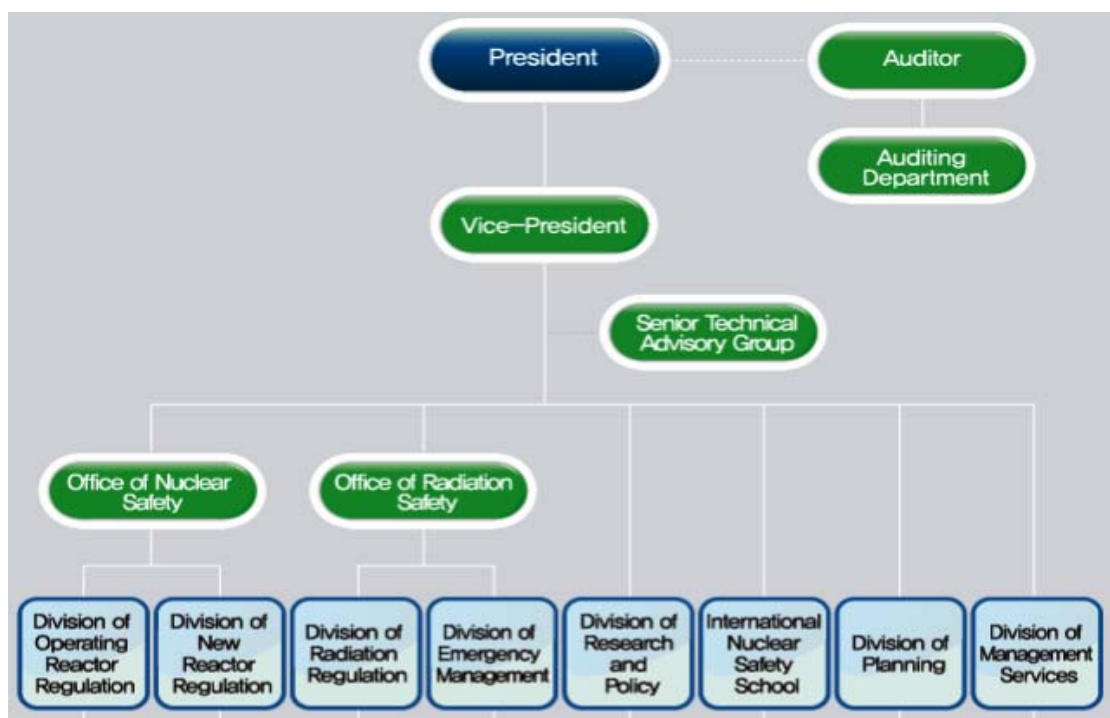


圖 8. 核能安全研究所(KINS)組織架構圖

至今，KINS 管制的設施包括在 4 個廠址(Ulchin、Wolseong、Kori 及 Yong-gwang)的 21 個(各廠址有 6 個、4 個、5 個及 6 個)運轉中機組，7 個興建(各

廠址有 2 個、3 個、3 個及 0 個)中的機組，以及規劃中尚有 10 個機組；KEPCO-NF 及 KAERI 之核燃料設施，研究用(KAERI 之 Hanaro)及教育用(AGN-201K)反應器，以及興建中之廢料處置場等。

由於韓國 Kori 電廠 1 號機於今年 2 月間發生在填換燃料期間，喪失外電時備用緊急柴油發電機無法起動之事件，並且未陳報管制機關超過一個月之情事，故抵達位在大田的 KINS 訪問行程時，KINS 相關人員均到首爾的 NSSC 參加會議，由 KINS 國際課程客座教授 Dewhey Lee 博士簡報說明核能安全研究所的概況，並介紹在 1994 年興建完成之國家核子緊急管理系統，採用全範圍、即時、以網際網路為基礎之系統運作，包括監測及偵測系統(安全資訊展示系統 SIDS、環境輻射監測網 IERNet)，緊急事件特性(事故特性及輻射源項估算 STES、目標事件氣象資料取得 REMDAS)，緊急事件管理(後果評估 FADAS、防護措施規劃 GIS)，後果管理(合併後果管理 ERIX、命令及管制 OP Center)以及通報至國際原子能總署的協定。

安全資訊展示系統(Safety Information Display System, SIDS)對所有核反應器包括研究用反應器 Hanaro，監視反應器系統之安全狀態並偵測異常狀態；環境輻射監測網(Integrated Environmental Radiation Network, IERNet)由在全國共 71 個測站所組成；輻射源項估算系統(Source Term Estimation System, STES)代表事故之特徵，並評估該事故序列的外釋輻射源；目標事件氣象資料取得系統(Rad. Emergency Meteorological Data Acquisition System, REMDAS)為全國性氣象資料擷取，並產生三維風場資料以供輻射後果之分析；事故後果劑量評估系統(Following Accident Dose Assessment System, FADAS)，包括大氣擴散分析及劑量評估，以掌握事故後果劑量並確認受影響之區域；地理資訊系統(Geographical Information System, GIS)能確認受污染範圍及估算健康效應(劑量)，以做為目標區域確認及運輸、屏蔽及醫療等後勤支源防護措施規劃之需；緊急應變資訊交換系統(Emergency Response Information Exchange System, ERIX)採網際網路為基礎做為各機構通訊之入口網站；命令及管制中心(Command and Control Center,

Operational Center)提供決策及技術支援、防護措施導則及事故後果之管理。



客座教授 Dewhey Lee 博士進行簡報
(即時視訊之示範)



原能會一行聽取簡報說明
(左起周源卿副主委、張欣副處長、吳景輝技正、張芝颯秘書)



與 Lee 博士就簡報內容問題與討論



會後與 KINS 人員合影
(左起 Donghee YEO、吳景輝技正、Dewhey Lee 博士、周源卿副主委、張欣副處長、張芝颯秘書、Yeonhee Hah)

對 100 年 3 月 11 日日本福島核災的因應，KINS 在當天即成立緊急應變中心，韓國電力公司自 3 月 16 日至 3 月 18 日實施自主檢查，KINS 則在 3 月 21 日至 4 月 30 日執行特殊安全檢查，期間 4 月 12 日 Kori 電廠 1 號機因 4.16kV 斷路器故障導致不預期之急停，故在 4 月 22 日至 5 月 3 日對最老的機組 Kori 電廠 1 號機實施補充檢查，在 5 月 6 日當時隸屬教育科技部的核安委員會(Nuclear Safety Committee, NSC)決定執行特殊安全檢查的結果，核電業主在 7 月 5 日將實施計劃送交管制機關，在去年的 8 月至 10 月間管制機關與核電業主就實施期程、流程及方法做細節的討論，在今(101)年 1 月韓國電力公司即提交第 1 次進度報

告(規劃每半年一次)。由教育科技部分立新的管制機關(NSSC)於 10 月 26 日成立，並且持續追蹤國際原子能總署(發現與經驗回餽)、日本(國家報告)、美國(核管會近期專案小組報告)、歐盟(壓力測試報告)及加拿大(核安會專案小組報告)有關福島事故的檢討及因應措施，廣泛建立國際合作以發現並共享經驗回饋。韓國 NSSC 依據原子能法在視察發現與現狀或國際承諾不符，NSSC 主席能命令執行矯正或補充措施。

特殊安全檢查採深度防禦的原則，依序考慮地震、海嘯、喪失電力及嚴重事故的情境，訂定 6 個特殊安全檢查範圍之 27 個項目，共有 73 個專家參與。6 個特殊安全檢查範圍包括：

1. 因應地震及海岸水災的設備與結構物之設計
2. 水災淹沒情況下電力、冷卻系統及消防系統的完整性
3. 因應嚴重事故的措施、對策
4. 緊急應變及醫療體系
5. 長期運轉電廠的影響
6. 研究用反應器及核燃料循環設施

包括對 Kori 電廠 1 號機實施補充檢查，總共得到 50 項改善建議，其中，對研究用反應器及核燃料循環設施有 4 項，46 項對運轉中電廠的改善建議，所有運轉中及新建之反應器有 33 項，對特定電廠及最老機組者有 13 項，以下說明主要的改善建議。分三層次的防禦概念提出改善建議，第一層防禦在確保極端地震的防護，目標在超過設計基準地震下針對安全組件及設備的保護，較重要之相關改善建議包括：

- 1.1 裝設強震自動急停系統
- 1.2 改善安全停機系統的耐震能力
- 1.3 調查並研究核電廠廠址的最大可能地震
- 1.4 改善主控制室設施的耐震能力

以及在確保極端海嘯的防護，目標在超過設計基準海嘯下針對電廠廠址的保護，

相關改善建議包括：

2.1 提高 Kori 電廠海牆的高度

2.3 調查並研究核電廠廠址的設計基準海水水位

第二層防禦在確保電力及反應器冷卻能力，目標由電力系統的保護以確保緊要電源供應，確保執行冷卻及最終熱沉的系統，以及在無電源時確保一次側及二次側的冷卻能力，相關改善建議包括：

2.2 裝設防水門及排水泵

2.4 強化取水口能力，並對因應海岸水災之設施加以強固

3.1 確保移動式電源車、電池組等之可用性

3.2 將後備交流電源(AAC)之柴油發電機提昇其設計基準

3.6 準備防範淹水的措施及最終熱沉的回復

3.10 改善電廠消防隊的消防設施及反應能力

4.3 裝設可經由外部水源提供緊急冷卻水之反應器注水流徑

以及在確保用過燃料池的冷卻能力，目標在最差之情況下確保用過燃料池的冷卻能力，相關改善建議包括：

3.5 確保用過燃料池喪失冷卻功能之因應對策

第三層防禦在強化嚴重事故救援設施及其因應策略，目標在嚴重事故下確保反應器爐穴之冷卻能力，在過壓或氫爆下避免圍阻體建築物失效的措施，以及在嚴重事故管理訓練及策略的強化，相關改善建議包括：

4.1 裝設被動式氫氣移除設備

4.2 裝設具過濾能力的排氣系統或能對圍阻體建築物降壓的設施

4.3 裝設外部水源提供緊急冷卻水至反應器注水流徑

4.4 嚴重事故教育及訓練之強化

4.5 修訂嚴重事故處理指引以增強有效性

4.6 發展低功率及停機之嚴重事故處理指引

以及強化極端事故的緊急應變能力，目標在廠址極端事故下針對廠址週邊居民的

保護，在長期緊急狀況及多機組事故下強化緊急應變能力，在極端地震及海嘯下確保緊急應變設施，相關改善建議包括：

- 5.1 確保額外的輻射防護設備以保護核電廠附近居民
- 5.2 修訂緊急應變計畫納入多機組同時緊急事故
- 5.3 確保額外的防護措施以因應長期的緊急事故
- 5.5 強化輻射緊急應變之演習
- 5.6 修改確保必要資訊的方式以因應長期喪失電源
- 5.7 確保防護維修工作人員的對策措施
- 5.8 改善緊急應變設施
- 5.9 修訂在輻射緊急事故下資訊發布的程序
- 5.11 強固緊急應變設施之性能

以上標示為斜體字係近期建議改善的項目(必須在 2012 年底前完成)，未標示為斜體字的建議改善為長期項目(各項目視情況最遲須在 2015 年底前完成)。

五、出席「2012 核子保安國際研討會(NSS)」

本項研討會於 2012 年 3 月 23 日在韓國首爾希爾頓大飯店(Grand Hilton Seoul)舉行，為核子保安高峰會(Nuclear Security Summit)的會前會，研討會議程如附件二所示。會議開場先由韓國防止核武擴散與控制研究所(Korea Institute of Nuclear Nonproliferation and Control)總裁 Snag-Ku Chang，韓國核子安全與保安委員會(Nuclear Safety and Security Commission)主席 Chang Sun Kang，及美國哈佛大學貝佛(Belfer)科學與國際事務中心處長 Graham Allison 分致開幕詞、祝賀詞與政策演說，而為期一天的會議則分為四個場次，各場次討論主題包括核子恐怖威脅與核子保安現況(Nuclear Terrorism Threats and Nuclear Security Status)；核子保安之挑戰與解決之道(Nuclear Security Challenges and Solutions)；核子保安與安全之介面(Interface between Nuclear Security and Safety)；2014 年後全球核子保安之管理(Global Nuclear Security Governance Beyond 2014)等，各場次討論的內容

摘述如下。

(一) 核子恐怖威脅與核子保安現況(Nuclear Terrorism Threats and Nuclear Security Status)

此場次先由美國普林斯頓大學與國際核分裂物質小組(International Panel on Fissile material)的 Frank von Hippel 教授報告全球核武材料庫存與風險(Global Nuclear-weapon Material Stocks and Risks)。報告中主要討論高濃縮度鈾燃料(High Enriched Uranium, HEU)與鈾燃料(Plutonium)之庫存與風險，HEU 主要用於研究用反應器與核子潛艇，研究用反應器方面以俄羅斯與美國擁有最多庫存，目前已逐漸進行回收與減量。核子潛艇方面以俄羅斯、英國與美國有較多庫存，法國與中國的核子潛艇則使用低濃縮鈾燃料。國際上著名的 HEU 竊案多與核子潛艇使用的 HEU 有關，需要特別關注。另在鈾的使用方面，主要來源是用過核子燃料再處理的產物，若將一公克的二氧化鈾粉末散佈於人口稠密的都市，約可使一萬人因癌症而死亡。目前法國擁有最大的用過核子燃料再處理工廠，日本、英國、中國、印度、與俄羅斯也都有較小規模的再處理能量，且這些國家反對在核子保安高峰會中討論此項議題。

本場次第二個出場的是國際刑警組織 INTERPOL(International Criminal Police Organization)的 CBRNE(Cheical, Biological, Radiological, Nuclear, and Explosives)計畫主持人 Anthony J. Thomas 先生，他報告的題目是「核子保安：威脅基準、預防導向、情報驅動之方法」(Nuclear Security: The Threat-Based, Prevention-Oriented, Intelligence-Driven Approach)。內容包括 CBRNE 計畫目標為預防初次攻擊、處理攻擊、預防後續攻擊、及將犯罪者與共謀者繩之以法。情報的支援包括全球 CBRNE 事件資料庫、執行 CBRNE 威脅與風險評估、及對會員國提供深入的分析文件。CBRNE 計畫執行架構包含生物恐怖小組、放射性與核子小組、及化學與爆炸小組。執行方式則包括舉辦國際研討會、訓練課程、兵棋推演等。

本場次第三個報告是美國詹姆士馬丁防止核武擴散研究中心(James Martin Center for Nonproliferation Studies)的資深研究員 Miles Pomper 先生提報的「2010 華盛頓核子保安高峰會後的進展：成果、缺點、與未來選項」(Progress Since the 2010 Washington Nuclear Security Summit: Success, Shortcomings, and Options for the Future)。報告中說明過去兩年的主要成果為各會員國完成約 80%的承諾事項；缺點則包括未清楚定義「vulnerable」或「secure」，也未建立可驗證的執行架構；未來應設定更有雄心的工作期程與更強制性的承諾，也應建立高水準的驗證方式，如整合核子保安倡議與同行審查的國際公約。

本場次最後由核子威脅倡議(Nuclear Threat Initiative, NTI)副總裁 Page Stoutland 博士說明 NTI 核子材料保安指標的內容。此項指標是經濟學人情報小組(Economist Intelligence Unit, EIU)在一群國際核子保安專家指導下創立的指標，其目的是促進國際間對核子材料保安的對談，鼓勵各國政府確保並採取行動強化核子材料之保安。NTI 指標相關資料可查詢 www.ntiindex.org 網站。目前重要的發現如下：

1. 各國政府更爲了解核子威脅。
2. 各國政府對最重要的步驟沒有共識。
3. 澳洲努力減少各類可用於武器之核子材料，故在此方面排名第一。
4. 英國在擁有核武的國家中表現最優良。
5. 約有四分之一的國家在社會因子(Societal Factors)項目表現不佳。
6. 可用於武器之核子材料庫存量在若干國家中持續增加。
7. 目前有 19 個國家及台灣已完全清除可用於武器之核子材料，更多國家可加入這個行列。
8. 許多國家延遲加入強化核子保安的國際協定，也有一些加入協定的國家未能執行其承諾。

(二) 核子保安之挑戰與解決之道(Nuclear Security Challenges and

Solutions)

此場次首先由俄羅斯能源與保安研究中心(Center for Energy and Security Studies, CENESS) 的處長 Anton Khlopkov 先生報告俄羅斯研究用反應器燃料回收計畫。此項計畫是由俄羅斯、美國、與國際原子能總署協力進行，主要目的是回收 14 個國家中俄羅斯製研究用反應器所使用的高濃縮度鈾燃料(High Enriched Uranium, HEU)。至 2011 年 1 月止已回收之使用與未使用的 HEU 燃料各為 604 公斤及 986.7 公斤，約可製成 64 個核武裝置。參與此計畫之研究用反應器則均已改用低濃縮度鈾燃料。

本場次第二個出場的是義大利 Landau Network-Centro Volta 的祕書長 Maurizio Martellini 教授，他報告的主題是核能電廠網路保安。報告中說明網路攻擊可能破壞核能電廠使放射性物質外釋，攻擊的動機包含貪心、仇恨、與好奇。針對此項議題對核子保安高峰會的建議包括尋求共同的定義、建立法治系統、建立防衛方式與能量、建立網路保安系統、分享情報與經驗等。

本場次接著由韓國首爾大學的 Il Soon Hwang 教授報告用過核子燃料保安的國際與區域合作。報告中說明日本福島核電廠事故後，全球核電業者已體認用過核子燃料乾式貯存比溼式貯存安全，但乾式貯存又較易受恐怖份子攻擊，因此 Hwang 教授建議以國際或區域合作的方式處理用過核子燃料。處理過程也可引進歐盟發展的進步型分離與轉換(partition and transmutation)技術以減少長半衰期放射性物質的數量。

本場次第三個報告是美國國防部核子物質防衛部門的副助理秘書 Steve Henry 先生，他報告的題目是培養保安文化(Culture of Security)。報告中將保安文化定義為：營造持續安全環境之實體保安、方案、與人員勤奮的組合。但支持與維持保安文化不能只靠方案與法規，必須靠各階層的工作人員嚴格地負起個別的保安責任。領導與中階管理人員也必須積極地發展保安心態。另一個維持保安文化的關鍵是警覺，即使對微小的偏差也要快速反應，也不容許因單調或重複的作業而鬆弛。此外不斷創新不但能維持保安系統功能優於威脅，也能確保優良的保

安文化。

(三) 核子保安與安全之介面(Interface between Nuclear Security and Safety)

此場次首先由日本核材料控制中心(Nuclear Material Control Center, NMCC)總裁 Kaoru NAITO 先生報告福島核電廠事故中在核子保安方面學到的教訓。其內容強調恐怖份子對核電廠重要安全系統採取破壞行動也會造成類似福島核電廠的事故，因此日本核子保安諮詢委員會(Advisory Committee on Nuclear Security)在 2011 年 10 月提出檢討報告建議針對核子保安進行下列改善措施：

1. 將入侵偵測儀器設置點外移至廠界。
2. 在廠界設置障礙物以延遲恐怖份子入侵行動。
3. 在保護區加強防爆設備。
4. 設置充足的人員與設備以於緊急狀態確保保安功能。
5. 對恐怖份子攻擊可能造成的損壞，預先準備減輕損壞的方法。
6. 電力公司、管制單位、與保安機關應定期舉行聯合演習與評估。
7. 擬定防範內部威脅的方法。

本場次接著由芬蘭輻射與核能安全署(Radiation and Nuclear Safety Authority, STUK)前署長(Former Director General) Jukka Laaksonen 先生報告芬蘭在核子保安與核能安全整合改進的經驗。報告中說明芬蘭在 2008 年修定核能法(Nuclear Energy Act)，建立核子保安委員會與 STUK 一起探討核子保安與核能安全改善方案，其重要成果之一是定義設計基準威脅(Design Basis Threat, DBT)。而改善成效則透過國際原子能總署的國際實體防護諮詢服務(International Physical Protection Advisory Service, IPPAS)，及歐洲議會的安全與保安壓力測試(Safety and Security Stress Test) 進行國際評比。

本場次第三個報告是美國關心科學家聯盟(Union of Concerned Scientists)資深研究員 Edwin Lyman 先生提報的核子設施與材料防衛恐怖攻擊之綜合方式。

報告中強調防衛策略必須具有彈性以快速因應威脅環境之改變；也必須足夠詳細以保證其有效性。日本福島事故後則需注意懸崖效應(cliff-edge effects)，即災難強度超過設計餘裕時造成之毀滅性後果。美國核管會(NRC)在 911 事件後提出之 B.5.b 方法可用來減輕懸崖效應的後果，但 NRC 尚未要求電廠訂定詳細程序書也未制定視察程序，這些都有改善的空間。另測試保安的最佳方式是執行模擬武力測試(force-on-force performance test)。

本場次最後由 IAEA 核子保安處處長 Khammer Mrabit 先生報告 IAEA 在核子與輻射保安所扮演的角色與活動。IAEA 自 1970 年代開始協助會員國建立與改善核子保安事宜，目前最重要的工作是建立全球核子保安架構(Global Nuclear Security Framework)，此架構中重要的國際性協助包括：透過非法交易資料庫(Illicit Trafficking Database)進行資訊交流；建立全球同意之核子保安序列文件以提供基礎原則、建議與導則；提供核子保安之諮詢與同行審查服務；建立核子保安知識網路；以及建立核子保安人力資源綜合發展計畫等。

(四) 2014 年後全球核子保安之管理 (Global Nuclear Security Governance Beyond 2014)

本場次首先由美國全球保安夥伴(Partnership for Global Security)總裁 Kenneth Luongo 先生報告 21 世紀核子保安管理：評估與行動方案。報告中說明此次核子保安高峰會與相關之國際研討會將聚焦於核子保安之更新，提供核子材料保安資料庫重組之機會，並發展新的策略與政策。核子保安雖經十餘年的努力，但其成效仍落後於核子保防(safeguards)、安全(safety)、與武器控制，需要有重視行動透明、分享標準、及確認績效與國家權責的國際合作架構。建議分 2012 至 2016 與 2017 至 2020 兩階段雙軌方式—政府與非政府—發展架構協議，長期目標是以核子材料保安架構公約的方式建立國際管理機制，若大家朝此目標繼續努力，相信 2014 年在荷蘭舉行的核子保安高峰會會有更具體的成果。

本場次接著由阿根廷全球保安之防止核武擴散基金會(The Nonproliferation

for Global Security Foundation)創辦人與主席 Irma Arguello 小姐提出全球核子保安結構之協調與整合(Coordinating and Consolidating Global Nuclear Security Structure)報告。她強調在全球核子保安管理方面，為了使目前弱勢的組織演化成堅強與有效的結構，需要在同意長程策略目標及分享威脅與其世界性影響的認知基礎上，建立一個全新的核子保安結構。此結構必須能整合並改進目前已有的機制，包含簡單、彈性、永續、及公平等特性以便涵蓋所有的核子風險（包括材料、輻射源、及設施）。為建立此結構，在 2014 年的核子保安高峰會舉行前需達成下列目標：完成全球接受的架構協議草案、整合現有機制的計畫、轉換計畫、角色定位等。在角色方面，核子保安高峰會應是先培育後指導核子保安結構最適當的論壇。

本場次第三個報告是美國核子威脅倡議(Nuclear Threat Initiative, NTI)的顧問 John Carlson 先生為 21 世紀的需求重新檢視核子保安原則。他強調從日本福島核電廠事故學到的教訓之一，是 20 世紀在核子事務方面強調國家主權的主張已因國際上保證、透明、與負責的需求而逐漸落伍，有效的核子計畫經營需要高度的國際合作，此種趨勢也適用於核子保安方面。目前核子保安的原則是國家履行各自保安責任，未來則需要各國加強國際社群的責任。特別在成效落後於核子保防(safeguards)與安全(safety)的情況下，更需努力加強核子保安之國際合作。

本場次最後由韓國國防大學副校長 Yong-Sup Han 教授說明韓國在全球核子保安管理方面扮演的角色。首先是努力促進韓國人民對核子保安的認知，其次是促進國際的參與，包括邀請更多國家與組織參與本次核子保安高峰會與國際研討會，擴充討論議題如保安與安全介面與放射性物質管理等。未來待努力的事項包括創立核子保安綜合架構協議、建構集中監視系統、組織國際專家網路、整合國際公約、倡議、組織、及夥伴關係等。

本項研討會最後由韓國國外事務與國家保安研究所的 Bong-geun Jun 教授與美國全球保安夥伴(Partnership for Global Security)總裁 Kenneth Luongo 先生致閉幕詞而完滿結束。

參、心得與建議

(一) 參加 2012 年上半年 PNC 年會及 2012 年 PBNC 會議

1. 我國核能團體聯席會(Nuclear Energy Society: Taipei, NEST)係太平洋核能理事會(PNC)正式會員，而 PBNC 為 PNC 會員舉辦的國際核能會議，會員國可以有兩位免註冊費用之代表。本次張欣副處長在 PNC 年會專題報告，說明台灣的核電發展現況與願景及台灣在核安總體檢的做法與初步結果。我國應採較積極之參與方式，善用此一發言權為我國爭取國際舞台。
2. 此次 PBNC 會議針對日本福島事故解決方向提供了極珍貴的經驗回饋，也讓國際核能業界面對天災導致多機組的多項設備共因失效，各國提出對福島事故探討之經驗回饋及做法，尤其主辦國韓國在核能工業領域所展現之企圖心，包括設計能力、分析程式、建廠施工、管制規範及標準訂定，在日本核能業界受福島事故的深遠影響下，在核能業界提出之因應及強化措施之技術細節，仍值得我國參考並效法韓國在核能電廠安全再昇級之做為。

(二) 拜會 NSSC 及訪問 KINS

1. 韓國政府在核能管制機關(NSSC)組織變革的架構及程序，並能及時就因應福島電廠事故後之政策與立法作業，有助於本會對國內組織改造後之定位及新架構下核安管制執行之參考，因此亦藉參訪機會提出建立未來雙方合作交流之機制。核能安全研究所(KINS)之訪問行程，就迅速且正確技術支援管制核能電廠作業之情形，以為本會在組織改造新架構下執行核安管制技術支援之參考。
2. 韓國 KINS 執行之特殊安全檢查，實施程序顯現技術專業與效率，實施結果亦值得我國核安總體檢之參考。韓國電力公司更突顯重視核安之努力，在 NSSC 要求執行特殊安全檢查之結果，兩個月後(100 年 7 月初)即提出改善建議之實施計劃，並與管制機關就實施期程、流程及方法達成一致的結論，今(101)年 1 月韓國電力公司即

已提交改善建議之第 1 次進度報告。

(三) 出席「2012 核子保安國際研討會(NSS)」

1. 值此強調核子保安國際合作的氛圍，我國應把握機會積極爭取參加未來即將成立的核子材料保安架構公約，善盡相關之國際責任。
2. 國際公認核子保安雖經十餘年的努力，但其成效仍落後於核子保防(safeguards)與安全(safety)，我國目前之狀態亦不例外，宜參考最近國際間的作法，增強我國核子保安方面的做為。
3. 我國已要求核電廠施行美國核管會(NRC)在 911 事件後提出之 B.5.b 方法來減輕懸崖效應的後果，但 NRC 尚未要求電廠訂定詳細程序書也未制定視察程序，未來仍需追蹤其發展並規劃我國之因應措施。
4. 核子保安與核能安全介面之整合也很重要，我國宜檢視此方面之現況，並規劃必要之改善。
5. 日本在福島核電廠事故後對核子保安進行許多改善措施，我國宜參照檢視此方面之現況，並規劃必要之改善。
6. 我國過去在核安文化方面做了很多努力，但其內容未包含保安文化，宜參照國際經驗加強此方面之做為。

肆、附件

1. PBNC 2012 年會議議程，論文摘要書及 CDROM(另存核管處)
2. NSS 2012 年會議議程

附件一 PBNC 2012 年會議議程

PROGRAM AT A GLANCE

		Room-1	Room-2	Room-3	Room-4	Room-5	Room-6
Mar. 18 (Sun)		4:00 p.m. - 9:00 p.m. : Registration 6:00 p.m. - 9:00 p.m. : Welcome Reception					
Mar. 19 (Mon)	9:30 am 10:15 am	Opening Ceremony					
	10:15 am 10:30 am	Coffee Break					
	10:30 am 12:30 pm	Plenary Session I (Perspectives of Nuclear Energy after Fukushima Accident)					
	12:30 pm 2:00 pm	Lunch Break					
	2:00 pm 4:00 pm	Plenary Session II (Nuclear Safety & Regulation)					
	4:00 pm 4:50 pm	Coffee Break					
	4:50 pm 6:30 pm	Nuclear Policy & Strategy -1	Future Reactors	Fuel & Fuel Cycle -1	Thermal-Hydraulics & Safety Analysis -1	Nuclear Materials & Chemistry -1	Plant Operation & Maintenance -1
	7:00 pm 9:00 pm	Special Panel Discussion I (Fukushima Accident: Issues and Lessons)					
Mar. 20 (Tue)	8:30 am 10:30 am	Special Session I (Human Resources Development)		Special Session II (Severe Accident Prevention: Prolonged SBO)		Special Session III (Fuel Cycle & Pyroprocessing)	
	10:30 am 10:50 am	Coffee Break					
	10:50 am 12:50 pm	Nuclear Policy & Strategy -2	High Temperature Gas Cooled Reactors	Fuel & Fuel Cycle -2	Thermal-Hydraulics & Safety Analysis -2	Nuclear Materials & Chemistry -2	Plant Operation & Maintenance -2
	12:50 pm 2:00 pm	Lunch Break					
	2:00 pm 4:00 pm	Nuclear Policy & Strategy -3	APR+ Development -1	Fuel & Fuel Cycle -3	Thermal-Hydraulics & Safety Analysis -3	Nuclear Materials & Chemistry -3	Plant Operation & Maintenance -3
	4:00 pm 4:20 pm	Coffee Break					
	4:20 pm 6:00 pm	Nuclear Policy & Strategy -4	APR+ Development -2	Fuel & Fuel Cycle -4	Thermal-Hydraulics & Safety Analysis -4	Nuclear Materials & Chemistry -4	Plant Operation & Maintenance -4
	7:00 pm 9:00 pm	Special Panel Discussion II (Nuclear Issues of North Korea and Iran)					

PROGRAM AT A GLANCE (Contd.)

		Room-1	Room-2	Room-3	Room-4	Room-5	Room-6
Mar. 21 (Wed)	8:30 am 10:10 am	Instrumentation & Control -1	Severe Accident & Management -1	Fuel & Fuel Cycle -5	Thermal-Hydraulics & Safety Analysis -5	Nuclear Materials & Chemistry -5	Plant Operation & Maintenance -5
	10:10 am 10:30 am	Coffee Break					
	10:30 am 12:30 pm	Plenary Session III (Nuclear Security & Non-proliferation)					
	12:30 pm 2:00 pm	Lunch Break					
	2:00 pm 4:00 pm	Plenary Session IV (Emerging & Expanding Nuclear Countries)					
	4:00 pm 4:20 pm	Coffee Break					
	4:20 pm 6:20 pm	Instrumentation & Control -2	Severe Accident & Management -2	PSA & Other Issues	Thermal-Hydraulics & Safety Analysis -6	Nuclear Materials & Chemistry -6	Nuclear-IT Convergence
	7:00 pm 9:00 pm	Gala Dinner					
Mar. 22 (Thu)	8:30 am 10:30 am	Special Session IV (Public Communication)	Special Session V (PHWR-1)	Special Session VI (Severe Accident Mitigation)		Special Session VII (SMR-1)	
	10:30 am 10:50 am	Coffee Break					
	10:50 am 12:50 pm		Special Session VIII (PHWR-2)	Special Session IX (Cyber Security)		Special Session X (SMR-2)	
	12:50 pm 2:00 pm	Lunch Break					
	2:00 pm 3:00 pm	Closing Session					

附件二 NSS 2012 年會議議程



PROGRAM

Time	Session	
08:00 -09:00	Registration	
09:00 -09:45	Opening Session	<p>Welcoming Remarks - Sang-ku Chang, President, Korea Institute of Nuclear Nonproliferation and Control, ROK</p> <p>Congratulatory Remarks - Chang Sun Kang, Chairman & Chief Regulatory Officer, Nuclear Safety and Security Commission, ROK</p> <p>Keynote Speech - Graham Allison, Director, Belfer Center for Science and International Affairs at Harvard University, USA</p> <p>Group Photo</p>
09:45-11:15	Session 1 : Nuclear Terrorism Threats and Nuclear Security Status	<p>Moderator: Ramamurti Rajaraman Emeritus Professor, Jawaharlal Nehru University, India</p> <p>Global Nuclear-weapon Material Stock and Risks - Frank von Hippel, Professor, Princeton University/International Panel on Fissile Materials, USA</p> <p>Nuclear Security: The Threat-Based, Prevention-Oriented, Intelligence-Driven Approach - Anthony J. Thomas, CBRNE Program Manager, INTERPOL</p> <p>Progress since 2010 Washington Nuclear Security Summit: Successes, Shortcomings, and Options for the future - Miles Pomper, Senior Research Associate, James Martin Center for Nonproliferation Studies, USA</p> <p>2012 NTI Nuclear Materials Security Index - Page Stoutland, Vice President, Nuclear Threat Initiative</p>
11:15-11:30	Coffee Break	
11:30-13:00	Session 2 : Nuclear Security Challenges and Solutions	<p>Moderator: Mohamed I. Shaker Chairman, Egyptian Council for Foreign Affairs (ECFA), Egypt</p> <p>HEU Minimization: Russian Research Reactor Fuel Return program - Anton Khlopkov, Director, Center for Energy and Security Studies, Russia</p> <p>Cyber Security for Nuclear Power Plants - Maurizio Martellini, Secretary General, Landau Network-Centro Volta, Italy</p> <p>International and Regional Cooperation for Spent Nuclear Fuel Security - Il Soon Hwang, Professor, Seoul National University, ROK</p> <p>Fostering a Culture of Security - Steve Henry, Deputy Assistant Secretary of Defense for Nuclear Matters, Department of Defense, USA</p>
13:00-14:15	Luncheon	<p>Sung-han Kim, Vice Minister, Ministry of Foreign Affairs and Trade, ROK</p> <p>Moderator: Michael F. Weber Deputy Executive Director, Nuclear Regulatory Commission, USA</p>
14:15-15:45	Session 3 : Interface between Nuclear Security and Safety	<p>Lessons Learned from Fukushima Nuclear Accident: Nuclear Security Issues - Kaoru Naito, President, Nuclear Material Control Center, Japan</p> <p>Experiences from Integrated Enhancement of Nuclear Security and Safety - Jukka Laaksonen, Former Director General, Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK), Finland</p> <p>A Comprehensive Approach to Protecting Nuclear Facilities and Materials from Terrorist Threats - Edwin Lyman, Senior Scientist, Union of Concerned Scientists, USA</p> <p>Role and Activities of the IAEA in Nuclear and Radiological Security - Khammar Mrabit, Director of Nuclear Security, International Atomic Energy Agency</p>
15:45-16:00	Coffee Break	
16:00-17:30	Session 4 : Global Nuclear Security Governance Beyond 2014	<p>Moderator: Anita Nilsson Executive Director, AN & Associates LLC, Sweden</p> <p>Nuclear Security Governance for the 21st Century: Assessment and Action Plan - Kenneth Luongo, President, Partnership for Global Security, USA</p> <p>Coordinating and Consolidating Global Nuclear Security Structure - Irma Arguello, Founder and Chair, The Nonproliferation for Global Security Foundation, The Argentine Republic</p> <p>Revisiting principles of Nuclear Security for the 21st century - John Carlson, Visiting Fellow, Lowy Institute for International Policy, Australia</p> <p>Global Nuclear Security Governance and Korea - Yong-Sup Han, Vice President, Korea National Defense University, ROK</p>
17:30-17:50	Closing Session	<p>Wrap-up - Bong-geun Jun, Professor, Institute of Foreign Affairs and National Security, ROK - Kenneth Luongo, President, Partnership for Global Security, USA</p>
18:30-20:00	Banquet	