

出國報告（出國類別：開會）

參加第十七屆太平洋盆地核能會議 （PBNC）

出國人：

服務機關：國立清華大學¹、行政院原子能委員會核能研究所²、
台灣電力公司³、行政院原子能委員會⁴

姓名職稱：潘欽院長¹、黃慶村副所長²、廖啓宏助理工程師²、
黃平輝專業工程師³、廖家群技正⁴

派赴國家：墨西哥

出國期間：99年10月23日(22日)至11月1日(10月31日)

報告日期：99年12月12日

摘要

太平洋盆地核能會議 (Pacific Basin Nuclear Conference, PBNC) 是在太平洋核能理事會 (Pacific Nuclear Council, 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。由於太平洋地區是世界核能發展最為活躍的地區，故 PBNC 在世界核能界極具影響。第十七屆 PBNC 於 99 年 10 月 24 日至 10 月 29 日在墨西哥坎昆舉行。

本次大會主題為「核能：符合潔淨能源的選項」(Nuclear Energy：An Environmentally Sound Option)，由墨西哥核能協會 (Mexican Nuclear Society) 負責籌辦。這次會議有包括我國等 20 國家及國際原子能總署 (IAEA)、經濟合作暨發展組織核能署 (OECD/NEA) 的專家代表，共約 230 人出席。此次會議架構之重點為全會專題 (Plenary Sessions) 演講，分成 7 項主題，邀請各國貴賓專家演講計 37 位；另技術論文分為 9 項主題、27 個技術分組 (Technical Sessions)，合計發表 116 篇論文，另有 15 篇的學生論文。

本次我國與會人員包括清華大學原子科學院潘欽院長、核能研究所黃慶村副所長與廖啓宏助理工程師、台電公司黃平輝專業工程師及原子能委員會廖家群技正等 5 人。潘欽院長及黃慶村副所長並以貴賓身份，應邀於大會發表專題演講，展現我國核能應用與管制之優良績效。其他人員除於會中發表論文外，經由參與此會議與核能先進國家人員就各國核能相關議題進行意見討論與交流，持續掌握瞭解各國核能相關營運現況、工業展望及核能安全管制工作動態，並適時介紹我國之現況，充分達成增進聯繫管道與相互交流之目的。

另潘欽院長代表我國核能團體聯席會議 (NEST) 主席原子能委員會蔡春鴻主任委員，分別出席 PNC 2010 年第 4 季理事會及國際核能協會聯席會 (INSC) 2010 年第 4 季會議，充分達成國際合作交流之目的。

目 錄

摘要

壹、出國目的	1
貳、出國行程	2
參、過程	3
一、太平洋盆地核能會議 (PBNC) 簡介	3
二、太平洋核能理事會 (PNC) 2010 年第 4 季會議紀要	4
三、國際核能協會聯席會 (INSC) 2010 年第 4 季會議紀要	6
四、第十七屆 PBNC 會議紀要	8
五、活動照片及相關說明	27
肆、心得與建議	29
伍、附件	32

壹、出國目的

太平洋盆地核能會議 (Pacific Basin Nuclear Conference, PBNC) 為全世界核能界的重大盛事之一，每 2 年舉辦乙次。大會的宗旨是促進核能技術的交流，太平洋地區核能的開發和全世界核能事業的安全運轉作出貢獻。我國自 1990 年起以核能團體聯席會名義參加太平洋核能理事會 (Pacific Nuclear Council, PNC)，而 PBNC 乃 PNC 為會員舉辦的國際會議，所以參加 PBNC 是我國重要的國際核能活動之一。

本次出國係參加民國 99 年 10 月 24 日至 10 月 29 日在墨西哥坎昆舉行之第十七屆太平洋盆地核能會議 (17th PBNC)，清華大學原子科學院潘欽院長及核能研究所黃慶村副所長並以貴賓身份，應邀於大會發表專題演講，展現我國核能應用與管制之優良績效。

團員除於會中發表論文外，經由參與此會議與核能先進國家人員就各國核能相關議題進行意見討論與交流，持續掌握瞭解各國核能相關營運現況、工業展望及核能安全管制工作動態，並適時介紹我國之現況，充分達成增進聯繫管道與相互交流之目的。

另潘欽院長代表我國核能團體聯席會議 (NEST) 主席原子能委員會蔡春鴻主任委員，分別出席 PNC 2010 年第 4 季理事會及國際核能協會聯席會 (INSC) 2010 年第 4 季會議，充分達成國際合作交流之目的。

貳、出國行程

此次奉派出國，行程如下表：

日期	地點與行程	工作內容
10/22(五) 10/23(六)	台北－美國－ 墨西哥坎昆	去程：潘欽院長、黃慶村副所長、 廖啟宏助理工程師、黃平輝專業工程師
10/23(六) 10/24(日)	台北－美國－ 墨西哥坎昆	去程：廖家群技正
10/24(日)	9:00~	潘欽院長出席太平洋核能理事會議(PNC)
	13:45~	報到及歡迎晚會
10/25(一)	08:30~	1、開幕會議 2、大會專題演講及技術分組會議
	16:00~	潘欽院長出席國際核能協會聯席會議 (INSC)
10/26(二)	08:30~	大會專題演講及技術分組會議
10/27(三)	08:30~	大會專題演講及技術分組會議
10/28(四)	08:30~	大會專題演講及技術分組會議
10/29(五)	08:30~	1、大會專題演講及技術分組會議 2、閉幕會議
10/29(五) 10/31(日)	墨西哥坎昆－ 美國－台北	返程：黃慶村副所長、廖啟宏助理工程師
10/30(六) 11/1(一)	墨西哥坎昆－ 美國－台北	返程：潘欽院長、黃平輝專業工程師、 廖家群技正

參、過程

一、PBNC 會議簡介

1976 年，美洲核能協會（American Nuclear Society, ANS）聯合環太平洋地區之核能相關組織在夏威夷舉辦第一屆太平洋盆地核能會議（Pacific Basin Nuclear Conference, PBNC）。之後，每兩年環太平洋地區便舉辦一次 PBNC。1985 年，經 ANS 與韓國核能組織提議，「太平洋盆地核能合作委員會」（Pacific Basin Nuclear Cooperation Committee, PBNCC）應運而生。1988 年，PBNCC 經改組而成為太平洋核能理事會（Pacific Nuclear Council, PNC）。當時之創會會員包括美國、加拿大（2 個團體）、韓國等 4 個會員團體。之後，陸續各國核能團體相繼加入，我國於 1990 年以核能團體聯席會（Nuclear Energy Society）名義與大陸同時加入^{*}；越南原子能學會於 2009 年亦成為正式會員。PNC 目前共有 10 個國家、16 個會員團體與 1 個觀察員團體（泰國核能學會）。該理事會設有理事長、副理事長，任期 2 年，每兩年由理事會選出副（準）理事長，2 年後接任理事長。2000 年起，PNC 的秘書作業由 ANS 代理負責。

太平洋盆地核能會議（PBNC）是在 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 2 年召開一次，我國亦曾成功於 1992 年舉辦過第八屆會議。PBNC 大會的宗旨是促進核能技術的交流，為太平洋地區核能的開發和全世界核能事業的發展作出貢獻。由於太平洋地區是世界核能發展最為活躍的地區，故 PBNC 在世界核能界極具影響。第十七屆 PBNC 於 99 年 10 月 24 日至 10 月 29 日在墨西哥坎昆舉行。

附註*：當時兩岸為入會之名稱問題各有堅持，經美方居中協調，最後雙方各退一步，分別以帶有郵遞區號之對等名稱 Nuclear Energy Society (Taipei, China 10772) 與 Chinese Nuclear Society(Beijing, China 100822)入會。1994 年 1 月我國核能團體聯席會擴大組織，並定名為 Nuclear Energy Society, Taipei，簡稱 NEST。

二、太平洋核能理事會（PNC）2010 年第 4 季會議紀要

PNC理事會議於每年第2季及第4季舉行，本次會議係於10月24日上午9點假墨西哥坎昆舉行，潘欽院長代表我國核能團體聯席會議（NEST）主席原子能委員會蔡春鴻主任委員出席PNC 2010年第4季理事會。會議由理事長Chang-Sun Kang教授主持，他是首爾國立大學教授兼韓國核安全研究院（Korean Institute of Nuclear Safety, KINS）的董事會主席（Chairman, Board of Directors）。會議依議程進行，相當流暢而有效率。他致詞時說明：這次會議是其以理事長的身份最後一次主持本會議，並介紹新任理事長，即目前之副理事長（President - elect）Juan Luis François L.教授，他是國立墨西哥大學的教授。

與會人員除了以上二位分別代表韓國及墨西哥之外，尚有秘書長（Executive Director）Michael Diekman，澳洲代表Dr. Kath Smith，大陸代表中國廣東核電集團公司（China Guandong Nuclear Power Holding）總經理助理胡文泉（Wenquan Hu）先生，日本原子力研究開發機構（Japan Atomic Energy Agency, JAEA）理事橫構英明（Hideaki Yokomizo）博士，美國代表—美洲核能協會（ANS）之Gail H. Marcus，拉丁美洲代表—巴西之Jorge Spitalnik及加拿大代表等。此外，即將主辦釜山第18屆PBNC的韓國代表，包括韓國原子能工業論壇（Korea Atomic Industrial Forum, KAIF）之執行副會長（Executive Vice Chairman）具翰謨（Koo, Han-Mo）亦出席會議。

議程中除由執行秘書報告 PNC 現況外，另墨西哥代表報告本屆（第 17 屆）PBNC 的籌備狀況。本次會議邀請了 37 個全會專題（Plenary）演講者，116 篇的投稿論文，15 篇的學生論文（14 篇為墨西哥本地，1 篇為西班牙），預計有 24 個國家約 300 人與會（依大會會後提供之出席名冊，實際有 20 個國家加上國際組織 IAEA 及 OECD/NEA，約 230 人出席）。本次會議亦舉辦核能廠商的展覽，這些廠商贊助大會約 10 萬美元。

韓國代表則說明第 18 屆 PBNC 的籌備現況，該會議將於 2012 年 4 月在釜山國際會議中心舉行，由主席 Chang-Sun Kang 及 KAIF 之代表說明並播放了釜山之簡介影片，看出其為具科技與文化之進步城市，頗具吸引力，更看得出韓國的用心。

議程中包括 Country updates, as available, 並由我國潘院長第一個簡報，潘院長就我國於今年四月於日本松江市 (Matsue City) 參加 PNC 會議報告資料 (Status of Nuclear Program in Taiwan) 再提出補充說明。2009 年成立了能源國家型科技計畫，其中包括核能工程子項，其目標主要是做好在現有 4 個核能電廠廠址增建核能機組的準備。爲了達到“永續能源”政策綱領之目標，並在 2025 年使二氧化碳的排放量降到 2000 年的標準，基本上必須增建 3 部機組，且在 2025 年以前商業運轉。而該計畫希望扶植台灣核能級零組件的工業，因爲台灣有很好的工業基礎，包括傳統的機械及資訊工業。但政府尚未正式宣佈要興建新的機組。

另外，在台灣與大陸關係方面，兩岸簽訂了 ECFA (Economic Collaboration Framework Agreement)，使兩岸的交流更爲密切。兩岸之間核能科學與工程相關學院的院長及系主任將於今 (2010) 年 11 月底到台灣訪問舉辦核能人才培育論壇。此外，已修訂相關法律，歡迎大陸的學生來台進修博碩士學位。

之後，各國代表也分別做了簡要的說明，澳洲代表說明其 2010 年聯邦的選舉、鈾礦生產之最新資訊等。澳洲之易開採鈾存量世界第一，佔全世界 30%，2009 年提供全球 16% 的鈾，而其客戶包括美、日、韓、台及七個歐盟國家。但澳洲尚未有核能電廠，而完全依賴燃煤電廠爲基載，並致力於發展二氧化碳儲存的技術。

大陸的發言則強調積極發展核電，2020 年將達 80 GWe，並重視核能安全；美國代表提到內華達州亞卡山高放射性廢棄物處置場址計畫 (Yucca Mountain) 因諸多爭議未決，且用過核燃料之再循環有利於核能之永續發展，歐巴馬總統於 2009 年 2 月擱置亞卡山計畫，爲此能源部 (DOE) 部長朱棣文 (Steven Chu) 提出要重新檢討高放射性廢棄物的長程管理方案；至於目前用過核燃料之管理，美國核能管制委員會 (NRC) 認爲執行中期貯存是安全及可行的。日本的減碳目標是 2020 年降到 1990 年，而目前日本有 2 部機組建造中，12 部機組規劃中。

墨西哥的代表 François 教授談到墨西哥的能源政策是在 2024 年，潔淨能源達到 35%。依他們評估的結果，墨西哥風能與地熱都不足以達到這個目標，太陽能又太貴，

唯有增建 6 部核能機組才有可能達到此目標，而墨西哥現有兩部機組運轉中。

韓國的代表，也就是主席 Kang 教授只談到他們賣 4 部核能機組給阿拉伯聯合大公國 (United Arab Emirates, UAE)；加拿大的代表談到其有鈾礦廠受到水災；拉丁美洲的代表 (巴西的 Jorge Spitalnik) 談到阿根廷的現況。

最後的議程是要確定 2011 年第 2 季 PNC 會議的地點，這次輪到由太平洋西岸國家主辦，包括日本、韓國、俄羅斯、中國、台灣、澳洲等，但沒有任一個代表表示有意主辦。會後，新任主席 François 教授則建議台灣可主辦，但此類會議通常需配合其他大型會議一併辦理，相關國家代表出席才會較踴躍。

三、國際核能協會聯席會 (International Nuclear Societies Council) 2010 年第 4 季會議紀要

國際核能協會聯席會 (INSC) 成立於 1990 年 11 月 11 日，其前身為國際核能協會團體 INSG (International Nuclear Societies Group)。INSC 由世界各地之核能協會所組成，提供全球核能協會會員團體討論重要核能議題的論壇，並建立共同努力的目標。INSC 多年來持有國際原子能總署 (IAEA) 非政府組織的身份，定期派員出席 IAEA 會員大會。

我國核能團體聯席會 (NEST) 於 1990 年 11 月代表國內核能界加入 INSC。INSC 每年 2 次配合大型國際核能會議 (如 PBNC、ANS、JAIF、ENS 等組織之年會) 召開聯席會議。

NEST 主席為原子能委員會蔡春鴻主任委員，今年亦授權潘欽院長代表我國出席 INSC 聯席會議，本次會議亦藉 17 PBNC 的機會於 2010 年 10 月 25 日下午 4 點召開。本屆會議主席為墨西哥的 Gustavo Alonso 教授，Alonso 教授也是本屆 PBNC 會議的主席，而 Mike Diekman 同時擔任 PNC 與 INSC 的秘書長。與會的成員除我國之外，尚有美國 (ANS)、澳洲、以色列、拉丁美洲 (巴西)、日本 (JAEA) 等。大陸仍然由中國廣東核電集團公司的胡文泉先生代表，但大陸目前仍然不是正式的會員，而是觀察員。拉丁美洲的代表

提議中國趕快提議加入，胡先生表示要回去請示。

會議依議程進行，首先宣讀 INSC GLOBAL CREED，共有四條教義（如附件一），接著是確認議程，再由各與會者自我介紹，再來是確認今（2010）年6月13日在美國San Diego舉行之會議紀錄。再來是各國核能現況介紹。其中，澳洲報告與PNC同；我國報告亦與PNC同，但加入清華大學最近用清華水池式反應器（THOR）成功地進行硼中子捕獲治療（BNCT）的臨床實驗，成為世界上少數可以進行BNCT的研究用反應器；以色列目前沒有核能電廠，只有研究用反應器；加拿大提到秦山核電站之CANDU可以用再處理過的燃料。墨西哥代表，即大會主席，提到墨西哥將建6部機組約8 GWe以滿足其2024年35%清潔能源的目標。

接著理事長任命了兩位副理事長：分別為第一副理事長 Bernard F. Jolly，及第二副理事長 Shunsuke Kondo 博士。ANS 之 William Edward Burchill 為財務長。

另討論 INSC 之立場聲明（position statement）。大會草擬了兩個 position statement：Non-proliferation（見附件二）及 Nuclear Energy is Sustainable（見附件三）。討論 Non-proliferation 時，澳洲代表認為該 statement 以防止核武器蕃衍條約（Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons, NPT）為本，不合邏輯，而表示反對，並說，如果投票的話，會投反對票。接著，以色列代表亦表示反對，接著加拿大的代表表示沒看過該 statement，要研究後方能表示意見。而二位推動此一 statement 的 ANS 代表及拉丁美洲的代表（巴西）則力陳該 statement 草案已在 San Diego 討論。最後會議以 “No-consensus, no position” 收場，預定下次會議再討論；Nuclear Energy is Sustainable，則沒有太多的討論。

臨時動議時，以色列代表提議，INSC應有一個position statement關於 “Importance of Infrastructure to Apply for Nuclear Energy”。他認為任何國家在引進核電之前，必須有核能相關的基本架構：法規、組織、教育…。主席要以色列代表擬一草案再議。拉丁美洲代表提議主席指定一委員會邀請其他核能相關的組織加入INSC，但沒有人附議而沒有成案。

下次INSC的會議預訂於2011年5月2~5日於法國尼斯與ICAPP (International Congress on Advances in Nuclear Power Plants) 會議共同舉行。

四、第十七屆 PBNC 會議紀要

第 17 屆 PBNC 在墨西哥坎昆市之希爾頓飯店舉行，由墨西哥核能協會 (Mexican Nuclear Society) 負責籌備。本次大會主題為「**核能:符合潔淨能源的選項** (Nuclear Energy: An Environmentally Sound Option)」。會議計有墨西哥、澳洲、奧地利、巴西、加拿大、捷克、法國、德國、以色列、義大利、日本、韓國、拉脫維亞、俄羅斯、南非、西班牙、烏克蘭、美國、中國大陸及我國等 20 國家及國際原子能總署 (IAEA)、經濟合作暨發展組織核能署 (OECD/NEA) 的專家代表，共約 230 人出席。此次會議架構之重點為全會專題 (Plenary Sessions) 演講，分成 7 項主題，邀請各國貴賓專家演講及圓桌論壇引言計 37 位；另技術論文分為 9 項主題、27 個技術分組 (Technical Sessions)，合計發表 116 篇論文，另有 15 篇的學生論文。大會議程詳如**附件四**。

本次我國與會人員包括清華大學潘欽院長、核能研究所黃慶村副所長與廖啓宏助理工程師、台電公司黃平輝專業工程師及原子能委員會廖家群技正等 5 人。潘欽院長及黃慶村副所長以貴賓身份，應邀於大會發表專題演講，展現我國核能應用與管制之優良績效；黃平輝專業工程師及廖家群技正則分別會中發表論文，介紹我國之核能營運及管制現況。

韓國利用其為 PNC 理事長的機會，安排多位學者專家於大會專題演講，配合其廠商的展示 (21 個展示攤位中韓國即占了 6 個) 及最近與阿拉伯聯合大公國 (UAE) 之 4 部核能機組的合約，大大展示其核能實力，宣傳韓國核電，想在國際間建立更高的知名度，以便與歐美日等先進國家爭食核能工業這塊大餅，令人不得不佩服韓國人的雄心大志與積極的作風。

大會於 10 月 24 日傍晚舉辦歡迎酒會暨核電廠商展示之開幕式，正式的會議則於 10 月 25 日上午舉行開幕儀式。

(一)開幕會議(10月25日上午)

第17屆PBNC開幕儀式於10月25日上午在大會主席Gustavo Alonso教授的主持下，由現任墨西哥核能協會（Mexican Nuclear Society）主席Cecilia Martin del Campo博士致詞揭開序幕。首先，歡迎來自各國的嘉賓參與盛會，此次是第二次在墨西哥舉辦PBNC，第一次是在1981年。另外，今年剛好遇上墨西哥獨立滿200週年，因此別具意義。致詞中提到，有鑑於全球環境變遷議題愈來愈受到重視，而核能又為解決此問題的其中一種潔淨替代能源，身為核能從業者的我們，應適時突顯及推廣核能發電之優點，以協助推動核能產業永續之發展。故本次會議的主題定為“Nuclear Energy: An Environmentally Sound Option”（核能：符合潔淨能源的選項）。

之後，第一個上台致詞的並不是坐在台上的貴賓，而是台下的 Gail H. Marcus，她是美洲核能協會（ANS）的代表。她上台講的是 PNC 第一屆的主席（1990-1992）Gail de Planque，並展示一張 Gail de Planque 女士與海峽兩岸核能學會負責人一起握手的照片(如圖一)。台灣代表是核能界的老前輩劉光霽先生，他時任原子能委員會副主委，坐在 Dr. de Planque 左手邊，但與 Dr. de Planque 握右手，大陸的代表是核協會姜聖階（Jiang Shengjie）理事長，坐在 Dr. de Planque 右手邊，並與 Dr. de Planque 握左手。當時，Dr. de Planque 邀請海峽兩岸核能學會一齊加入 PNC，並於簽署儀式後合影，時間是 1990 年，地點是美國聖地牙哥。Dr. de Planque 曾任美國核能管制委員會的委員(1991 年 12 月 16 日至 1995 年 6 月 3 日)，她於 2010 年 9 月初過世。Marcus 致詞的最後，請大家默哀致敬。



圖一：1990 年 PNC 第一屆主席 Dr. de Planque 邀請海峽兩岸核能學會一齊加入 PNC，並於簽署儀式後合影。

接著由大會主席 Gustavo Alonso 教授致詞，他介紹了本屆大會的宗旨、參與人員及會議主要的內容，再來是由 PNC 的主席韓國 Chang-Sun Kang 致詞，他簡要說明 PBNC 的發展，從 1976 年在檀香山的第一屆 PBNC 開始，此次會議為第 17 屆。PNC 從 1991 年之 10 個會員團體、7 個國家發展到 2010 年的 16 個會員團體組織及 10 個國家。接著由墨西哥國內的幾位要員上台致詞。

(二)全會專題會議 (Plenary Sessions)

此次會議架構之最主要重點為全會專題演講，全部與會人士一起參加，也最受到與會人士之重視，計分成 7 項主題，邀請各國貴賓專家演講 33 位及圓桌論壇引言 4 位，合計 37 位。所有大會專題演講均安排在午休（13:45 或 12:45）以前舉行。星期一至星期四午休前各有二組議題之專題演講，每一項議題邀請 4 位講員各做 30 分鐘的報告。星期五上午則邀請 4 位專家做圓桌論壇之引言人。

我國這次有國立清華大學原子科學院潘欽院長及核能研究所黃慶村副所長獲邀分別以“台灣核電發展之回顧及前瞻 (Retrospect and Prospect of the Development of

Nuclear Power in Taiwan) ”及“台灣放射性廢棄物管理之現況及挑戰 (The Current Status and Challenges of Radioactive Waste Management in Taiwan) ”，於 10 月 27 日 (三) 及 10 月 28 日 (四) 上午報告。

大陸則有中國廣東核電集團公司的胡文泉總經理助理 (胡先生也兼任遼寧紅沿河、福建寧德及廣西防城港三個核電站之董事長)，以“Promote Nuclear Power Safely and Actively-China's Commitment on Carbon Emission Reduction”為題於 10 月 26 日 (二) 上午發表。

本次大會演講的主要議題包括核能在環境議題中的角色 (The Role of Nuclear Energy in Addressing Environmental Concern)、核能管制、保安及安全 (Regulation, Security, and Safety)、核能的推手 (Drivers of Nuclear Energy)、核能的挑戰 (The Challenges of Nuclear Energy)、放射性廢棄物 (Radioactive Waste)、新核能電廠之建造 (New Reactor Construction) 及核能溝通圓桌會議 (Communications Round Table) 等 7 項。因大會專題演講內容豐富，無法一一詳記於本報告中，謹將會議期間較重要之論點及資訊整理簡述如下，若對其中內容有興趣進一步研讀者，可逕洽本出國報告人討論。

1. 核能於環境議題的角色

10 月 25 日上午開幕儀式結束後隨即進行全會專題演講，第一個主題即為「核能於環境議題中的角色」，邀請演講的貴賓包括墨西哥能源部長、美洲核能協會理事長、日本原子力產業協會理事長及經濟合作暨發展組織核能署處長等重量級人士。

墨西哥能源部 (Ministry of Energy) 部長 Benjamin Contreras 介紹墨國在潔淨能源的現況及規劃，包含太陽能、風力、水力、地熱能、生質能及核能等，目前不排放溫室氣體之潔淨能源佔總發電量的比例為 26.7%，預估 2024 年全國電力總裝置容量 78.4GW，屆時潔淨能源佔總發電量的比例提升至 35%，而使每度電排放之二氧化碳量減少 22%。核能發電乃潔淨電力的選項之一。

美洲核能協會 (ANS) 理事長 Joe Colvin 報告全球核能發展的現況：目前仍在興建中的核電機組，以中國大陸的數量位居第一，共有 24 座，理事長並以“今天的中國，明天的美國 (Today China, Tomorrow America)”來比喻中國興建 AP 1000 的經驗，不久將於美國複製此盛況，另由此推見中國大陸未來在核能領域亦具舉足輕重的地

位。由於最近美國政局的變動，其核能政策的推動已由 2009 年初的悲觀轉為目前的樂觀，其中例子之一為美國歐巴馬總統於 2010 年 1 月的國情諮文中談到，興建更多安全、潔淨的核能電廠是美國增加就業機會的方案之一。全球 441 部機組運行中；61 部機組建造中；151 部機組規劃中。美國核電現況由悲觀到樂觀：13 件「建廠與運轉合併執照」（COL）申請案，共 22 部機組；第 1 部機組預計可在 2011 年下半年或 2012 年上半年取得建廠與運轉合併執照。美國核能品級標章（N-Stamp）組件訂單增加 10%。核能發電的容量因子遠高於其他發電方式，且發電成本正歸化後（Levelized Cost）在 6-13 ¢/kw，與搭配二氧化碳捕獲封存技術（Carbon Capture and Storage, CCS）燃煤發電之 9-15 ¢/kw 及風能之 4-18 ¢/kw 比較仍具有相當競爭力。

日本原子力產業協會（Japan Atomic Industrial Forum, JAIF）理事長Takuya Hattori 原預定以“Nuclear Energy for the Sustainable Future - Contribution of Japan”為題介紹日本在核能領域的發展與貢獻，以達到永續能源的目標，惟其因故未出席會議。

經濟合作暨發展組織核能署（OECD/NEA）核能發展處 Ron Cameron 處長發表 OECD 針對核能發展至 2050 年的展望報告，預估核能發電佔總發電比例將由目前的 14% 增加至 2050 年的 24%（1200 GW），年發電量將達到 9600 TWh，屆時，放射性廢棄物的管理將會是各國必須面對的一個重要課題，特別是用過核燃料及高放射性廢棄物的處置。另外，第四代反應器可望在 2050 年達到商業規模。若依 NEA 之 BLUE Map 之情境，將全球之核電比例由現在之 14% 提高至 2050 年之 24%，核能裝置容量增加 1,200 GW，則 2050 年可減少 14 Gt 的二氧化碳。惟核電之推展尚有以下幾項須配合的關鍵因素，包括核能電廠壽命延長，政府需要有長期的承諾（Long Term Commitment）；核能工業界必須確認核電廠可如期如預算完工；備有高放射性廢棄物的處置場及公眾必須更有意義的參與等。而第四代反應器（Generation-IV）及先進燃料循環研發對於核電的競爭力有很重要的影響。

2. 核能管制、保安及安全

本項主題邀請墨西哥、加拿大、南非及美國等國代表，介紹該國核能管制機關的權責、法規及管制現況。

墨西哥核子安全與保安國家委員會(National Commission for Nuclear Safety and Safeguards) 乃墨國之核能主管機關，其主委 Juan Eibenschutz 以核能安全為題介紹墨國的核能安全及相關法規。

加拿大核能安全委員會 (Canadian Nuclear Safety Commission, CNSC) 評估與分析處 Gerry Frappier 處長介紹加拿大的核能安全管制作業及核能電廠現況，CNSC 係於 2000 年成立，取代原先的核能管制單位 AECB (Atomic Energy Control Board)，乃加國之核能主管機關，其工作為管制加拿大所有核能相關設施的安全及作業。加拿大現有 1970~80 年代興建的 22 部機組運轉中，目前尋求執照更新及做好更新機組的準備。執照更新審查的程序：通盤之考慮 (General Consideration)、環境評估 (Environmental Assessment)、整體安全審查 (Integrated Safety Review, ISR)、整體執行計畫 (Integrated Implementation Plan)、預期執行成果 (Project Execution) 及確認符合管制法規後回到正常商轉 (Return-to-Service)。核能電廠保安方面，採風險級的做法，道路有車輛的阻攔設施；海面亦有阻攔設施；廠內則有武裝配備的警力。

南非原子能公司 (Nuclear Energy Corporation of South Africa, NECSA) Ramatsemela Masango 博士報告南非的核能安全管理架構、核能政策、核能管制委員會 (National Nuclear Regulator, NNR) 的權責以及 NECSA 的工作。NNR 係於 1999 年成立，乃南非的核能主管機關，其工作為管制南非所有核能相關設施的安全及作業，確保人員、財產及環境免於受核能損傷。

美國核能管制委員會 (NRC) 國際事務處 (Office of International Program, OIP) 處長 Margaret Doane 以 “Common Commitments, National Approaches: Regulating in a Global Environment” 為題，簡介全球核能管制發展趨勢。全球有核電的國家從 35 國家增加到 2008 年之 40 國對核電有興趣，再到 2010 年有 60 國對核電表示興趣。安全是一種全球的思考，並鼓勵分享好的安全做法。當每個人都參與時，安全程度最強 (Safety is Strongest when Everyone Participates)。目前美國及其他國家均致力於執照更新與老化管理之精進。另 NRC 已調整組織增設新反應器辦公室 (Office of New Reactors, NRO)，以因應新核能電廠興建之管制業務；而由於目前將新建機組廠址多位於 Region II 轄區，故 NRC 在 Region II 辦公室成立建廠視察中心 (Center for Construction Inspection, CCI)，負責執行新建核能機組第一線視察業務，監管所有美國 (不分 Region) 的核能電廠新機組現場興建作業，待進入建廠後期再將運轉視察

業務逐漸轉移到各 Region 辦公室的駐廠視察單位。

3. 核能的推手

本項專題演講主題之貴賓計有 8 位，包括潘欽院長受邀並以“台灣核電發展之回顧及前瞻 (Retrospect and Prospect of the Development of Nuclear Power in Taiwan)”為題進行演講。開場便說明台灣地少人稠，天然資源有限，99%以上的能源均有賴進口。介紹主軸包括：台灣的能源與電力結構；台灣核電發展的歷史，包括清華水池式研究用反應器 (THOR) 之興建 (1959-1961) 及清華大學的原子能教育；台灣的核電現況及核電優良營運績效等。另針對台灣永續能源政策綱領與核能的願景提出說明，該政策綱領之目標係希發電使用之低碳能源由 2008 年之 40%，至 2025 年時能提高至 55%。而台灣原子能主管機關為原子能委員會 (Atomic Energy Council, AEC)，致力於核能安全管制，並加強與國際合作提昇核能安全，同時強調政府資訊公開與透明，以增進人民的信任。另未來將面臨的挑戰包括低放射性廢棄物處置場之選擇及因應核能產業所需要大批核能專業人才之培育，乃台灣刻不容緩須解決及因應處理的重點項目。

日本原子力委員會 (Japan Atomic Energy Commission) 副主委 Tatsujiro Suzuki 以“Nuclear Energy Strategy for Sustainable Growth: Aiming at Green Innovation and Life Innovation”為題介紹日本政府的核能發展策略，以達“綠色創新、生活創新”的目標，其中包含在 2030 年提升核能發電比例由目前之 30% 增加到 50%；再生能源 30%，以使二氧化碳排放回到 1990 年的量。他報告中強調日本政府正努力於與產業更加有效地合作，強化國際化及公眾的信心，並提出人才培育乃核能發展成功的不二法門。日本正研發下一代的輕水式反應器 (LWRs)，目標希能達到建造成本：\$1600/kW (1760MWe)；燃耗 (Burnup) 70 GWD/ton；建造期間少於 36 個月；運轉壽命能達 80 年；容量因素 (Capacity Factor) 高於 97%。

世界能源會 (World Energy Council) 墨西哥代表 Pablo Mulas 發表“Nucleoelectricity in the Energy Revolution in Mexico”，報告墨國政府對潔淨能源的承諾，包括短期及長期目標，例如在 2024 年提升潔淨能源佔總發電量比例至 35%，其中核電 2.9%、地熱 1.7%，但 22.7% 尚未決定；在 2050 年減少溫室氣體排放 50%。

中國廣東核電集團公司胡文泉總經理助理以“Fulfill China’s Commitment on energy savings and emission reductions: enhance the safety and nuclear power campaign”為題，介紹中國的核能發展現況及中廣核集團在核能產業的成果。興建中的核電機組共有24座，其中中廣核集團佔了14座，包含12座CPR 1000(Improved Chinese Pressurized Water Reactor, 中國改良型壓水式反應器, 1080MW)及2座與法國電力公司(EDF)合作之EPR(Evolutionary Power Reactor, 進化型壓水式反應器, 1750MW); CPR 1000的示範廠為嶺澳二期核電廠，其係於2005年12月興建，1號機已於2010年9月正式運轉。中國目前有13部核能機組運行中，提供約11 GW裝置容量、全國2%的電力；2020年之目標為核能機組裝置容量達80GW、提供5%的電力；以期2020年達成15%為非化石能源，亦即核能或再生能源之目標。

美國能源部核能處(Office of Nuclear Energy, DOE)處長 R. Shane Johnson 以“Nuclear Energy in the United States: Prospects for New Nuclear Generation”為題，介紹美國的核能發展現況與未來展望。執照更新：57 部機組已批准；23 部機組審查中；14 部機組預期申請。功率提昇：從 1997 年以來，已有 5,800MWe 加入電網；1125MWe 審查中；2300MWe 預期在 2012 ~ 2014 年間提出。2050 年目標降低二氧化碳排放 80%，為達此目標只有增加核電才可能達到。有關核能研發重點包括：可靠性改善、機組延壽及永續核燃料循環等。

日本原子力研究開發機構(Japan Atomic Energy Agency, JAEA)理事 Hideaki Yokomizo 介紹目前 JAEA 的現況及研發成果，JAEA 的任務係確保長期的能源供應、安全與和平使用核能的研究及建立核能科技基礎等；而研發重點包括快滋生反應器技術(Fast Breeder Reactor Cycle Technology)、核融合技術(Fusion Energy Technology)、量子束應用技術(Quantum Beam Application Technology)、放射性廢棄物處置技術及高溫氣冷式反應器(High Temperature Gas-cooled Reactor)等，最後，以 JAEA 2100 年的核能願景作為結論。

墨西哥聯邦電力委員會(Federal Electricity Commission, CFE) Rafael Fernandez 報告有關 CFE 最近針對墨西哥目前 2 部運轉中核能機組 Laguna Verde 之廠址，所進行之環境評估過程，包括地理位置、環境地質、反應器冷卻水供應分析等研究，結論原址增建 2 部核能機組基本上是可行的。

韓國水力核能電力公司 (Korea Hydro and Nuclear Power Company, KHNP) 副董事長 Yong-Tae Lee 以 “2030 Vision for Nuclear Power in Korea” 為題，介紹目前韓國發電的現況、核能產業對國家的貢獻以及韓國核能產業未來的願景與挑戰。目前運轉中的核電機組 20 部，計 17.7 GW (占總電力容量 24.1%)；8 部機組建造中，計 9.6 GW；4 部機組規劃中，計 5.6 GW；2009 年核能總發電量 147,771 GWh，提供 34.1% 的電力。而 2009 年核能機組平均急停次數 0.3；平均容量因素 91.7，遠高於世界平均值 75.9%。依能源規劃 2030 年時，韓國電力裝置容量將達 105GW，而核能發電裝置容量 41%，發電量則占 59%；再生能源電力 11%。另報告中亦介紹了韓國核能發電的歷史，1971 年開始建造第 1 部機組 (587MW)，並於 1978 年發電，而 1971 年當時國民生產總值 (GNP) 每人為 290 美金、出口 10 億美元、總發電容量 2,628 MW；而 2008 年運轉中的核電機組 20 部、國民生產總值 (GNP) 每人為 19,230 美金、出口 4,190 億美元、總發電容量 72,491MW。2009 年 12 月韓國與阿拉伯聯合大公國 (United Arab Emirates, UAE) 簽訂 4 部 APR 1400 (Advanced Power Reactor, 進步型壓水式反應器, 1400MW) 核能機組合約，總金額約 400 億美元，預計 2017 年 5 月完成。此合約案使韓國成為美國、加拿大、法國、俄羅斯及日本後，第 6 個有能力提供核反應器的國家。

4. 核能的挑戰

本項專題演講主題之貴賓計有 4 位，首先由墨西哥國家核能研究院 (National Institute for Nuclear Research, ININ) Raul Ortiz 處長介紹墨西哥核能發展的現況及未來的機會與挑戰。墨西哥人口持續增加，2010 年約一億一千二百萬人，較 10 年前九千七百萬人，增加約一千五百萬人，用電隨人口及國內生產毛額 (GDP) 之增加而增加；然而，墨國之石油產量在 2009 年相較於 2007 年，每天少約 600 千桶；天然氣亦產量有下降之趨勢。2009 年總發電量 228,953GWh，核能有 2 部機組佔 4.6%；估計 2024 年總發電量 415,899GWh，核能佔 2.9%，但有 22.8% 尚未決定。目前每度發電 (kWh) 平均排放二氧化碳 512 克。2024 年希望達成潔淨電力占 35%，但其中 14.85GW 尚未決定；為達成前述目標核能可能佔 10%，約 8GW。在墨國核電成本並沒有明顯的競爭力；民調贊成核能比例增加，但仍少於反對核能者。

茲將墨西哥目前核能機組現況整理如下表：

機組名稱	裝置容量	反應器型式	電力公司	建造日期	併聯日期	商轉日期
Laguna Verde 1	675MWe	GE/BWR	CFE	1976-10	1989-04	1990-07
Laguna Verde 2	675MWe	GE/BWR	CFE	1977-06	1994-11	1995-04

澳洲核科技機構 (Australian Nuclear Science and Technology Organization, ANSTRO) Kath Smith (代理 Adi Paterson 執行長報告) 介紹 ANSTRO 的研發成果，包括研究用反應器、加速器、SYNROC 廢棄物處理技術、核醫藥物及地球環境科學領域之研發，其任務重點包括提供政府諮詢服務、進行卓越研究與創新及創造商機等。澳洲擁有全球最豐富的易開採鈾礦 (30%)，提供全球 16% 之易開採鈾礦，包括台灣。澳洲目前沒有核能電廠，因煤礦可提供 300 年的供應。ANSTO OPAL 反應器於 2007-2009 年製造鉬-99 (Mo-99) 等核醫藥物，而其供應量 9% 係提供給台灣，是其最大外國用戶。澳洲 ANSTO 屬於政府單位，與核能研究所的定位相近。

加拿大安大略省科技大學 (University of Ontario Institute of Technology) Daniel Meneley 教授發表有關核能發展在本世紀可能面臨的短期或長期挑戰。他引用國際原子能總署 (IAEA) 及美國麻省理工學院 (MIT) 相關報告進行闡述，其中 IAEA 2009 年報中有一段話 “ We have to leave oil before oil leaves us! ” 特別值得大家深思。有效使用現有資源並爭取公眾的接受，乃應持續推動之重點方向；務實地評估輻射的風險，並建立適當的財務策略。未來若能研發自海水提煉鈾、鈷，則將可獲無限的資源。

韓國核能研究所 (Korea Atomic Energy Research Institute, KAERI) Jun-Hwa Hong 副所長介紹韓國目前及未來的核能系統研發技術，包含 APR 1400、APR+/APR1000、SMART (System-integrated Modular Advanced Reactor)，以及未來長期的研究目標，如 SFR Fuel Cycle (Sodium-cooled Fast Reactor+ Pyroprocess)、NHDD (Nuclear Hydrogen Development and Demonstration) 等。韓國估計 2030 年全球核電商機將達 6 千億美金，約 300 個新機組，而由 KAERI 研發之 SMART，熱功率 330MWt，其設計兼具小型發電及海水淡化的功能，它除了以 90MWe 功率發電外，預期每天能夠產生 40,000

立方公尺的淡水。因 SMART 採簡單化之設計、被動式之安全系統，並具低廢棄物產生量，未來模組化之製作安裝及建造，將可省時且降低成本，在應用上應可具相當之經濟價值。

5. 放射性廢棄物(Radioactive Waste)

本項專題演講主題之貴賓計有 4 位，包括黃慶村副所長受邀並以“台灣放射性廢棄物管理之現況及挑戰 (The Current Status and Challenges of Radioactive Waste Management in Taiwan)”為題進行演講。黃副所長首先介紹台灣核能發電狀況及放射性廢棄物管理之政府組織與架構，並指出放射性廢棄物管理是台灣核能發展最主要的挑戰之一。接著，黃副所長說明放射性廢棄物管理的目標，以及達到這些目標所進行的一些措施與成果，其中包含廢棄物減量、低放射性廢棄物最終處置及用過核燃料管理等。最後，更進一步說明台灣核能發展所遭遇到的挑戰，以及政府為了克服這些挑戰所做的一些改變與努力。

墨西哥能源部 (SENER) 電力核能資源分配處 (Distribution and Supply of Electricity and Nuclear Resources) Luz Aurora Ortiz 處長介紹墨西哥的放射性廢棄物管理，其廢棄物的貯存、運送及處置係由 SENER 所負責，下屬單位核子安全及保安國家委員會 (National Commission for Nuclear Safety and Safeguards) 乃核能管制主管機關，負責處理設施之執照核發等管制作業；國家核能研究院 (National Institute for Nuclear Research, ININ) 負責核能技術研發及核能發電外之放射性廢棄物管理；及聯邦電力委員會 (Federal Electricity Commission, CFE) 乃負責核能發電及處理自行產生之放射性廢棄物。依上說明墨西哥之 ININ 與核能研究所功能相當，而 CFE 則相當於台電公司。

美國能源部 Sandia 國家實驗室核能與燃料循環計畫 (Nuclear Energy and Fuel Cycle Program) 主持人 Andrew Orrell 介紹北美國家 (包括美國、加拿大及墨西哥) 地質貯存計畫及用過燃料管理的現況、歐盟架構計畫 (European Seventh Framework Programme)，最後介紹地上鑿孔深層處置 (Deep Borehole Disposal) 的概念。韓國首爾國立大學 (Seoul National University) Kune Y. Suh 教授發表 “Avant-garde Nuclear Power Engineering Super Simulation”，利用電腦模擬程式協助未來核能電廠之設計、建造及維修，以節省人力及成本。

6. 新核能電廠之建造

本項專題演講邀請之貴賓計有 9 位，但其中一位因故未出席而由其同事負責簡報。本項主題主要係由各核能公司進行自家產品之宣導，客觀性可能受到一些質疑，簡單摘錄重點如下：

西屋電力公司（Westinghouse Electric Company）美洲事業開發部主管 Nils Breckenridge 共提出 2 項報告，一為有關核能產業發展未來的趨勢及美國與中國 AP1000 反應器的建造進度（本篇原邀請 Ed Cummins 先生報告，因故改由其同事報告）；另一則為有關小型模組化反應器的優點、未來潛力及發展的挑戰。三菱核能系統事業（Mitsubishi Nuclear Energy Systems Inc.）執行長 Kiyoshi Yamauchi 介紹該公司所提供的技術及未來核能事業的願景，並報告其最近執行的計畫，包括日本於 2009 年 12 月底正式商轉的 Tomari 3 PWR 反應器及未來將會在美國建造的 APWR 反應器。奇異-日立公司（GE-Hitachi）行銷事業部副部長 David Durhamge 則介紹 GE-Hitachi 聯盟，並報告近期 ABWR 建造計畫的進度，包括日本島根 3 號機組、台灣龍門 1、2 號機組及日本大間電廠等。俄羅斯技術供應與出口公司（TENEX）執行長 Alexei Antonovich Gregoriev 介紹俄羅斯的核能發展現況及未來俄羅斯於全球核燃料市場中，所扮演不可或缺的角色。

加拿大原子能公司（Atomic Energy Canada Limited, AECL）資深副總兼技術長 Tony de Vuono 介紹 CANDU 反應器基本原理、AECL 的雙反應器策略（包含 ACR-1000 及 EC6 反應器）及採用 CANDU 燃料循環的優點，如減少鈾燃料使用量、高燃料效率及彈性等（CANDU 反應器可以天然鈾、濃縮鈾、回收鈾、MOX、Thorium、Actinides 等作為燃料）。韓國電力建設公司（KEPCO Engineering and Construction）Sung-Koo Kang 介紹如何經由工程設計的改良，來提升核電廠的建置效率。東芝美國核能公司（Toshiba America Nuclear Energy Corporation）社長 Akio Shioiri 介紹核電廠建造計畫所可能面臨的挑戰，以及該公司為克服這些挑戰所做的努力，包括 ABWR 於全球興建及擴展過程的經驗分享。

艾斯敦公司（ALSTOM Power）業務部副總 Joseph Vasile 介紹 ALSTOM 在全球核能產業所扮演的角色，其總部設在法國，屬能源發電設備製造公司，主要產品為核電廠所需要的汽機（Steam Turbine），ALSTOM 於 2007 年 12 月宣布在美國田納西州查塔諾加市（Chattanooga）興建全球最大汽機製造基地，總投資金額約 3 億美元，並已在 2010 年 3 月完成建造及測試，並投入生產。

7. 核能溝通圓桌會議

圓桌會議邀請貴賓包括美國Potomac Communications Group公司Mimi Holland Limbach、世界能源會（World Energy Council, WEC）墨西哥分會會長Cintia Angulo及美國核能協會（Nuclear Energy Institute, NEI）公關處副處長Scott Peterson等，他們以輕鬆的方式分享核能溝通的經驗。

Mimi Holland Limbach報告世界各國包括調查美、英、德、日、韓、大陸等23個國家（該23國之國內生產毛額（GDP）總額占全球GDP 75%），對於核能的認知及看法的民調數據，而與核能交互比較的能源包含太陽能、水力、風力、生質燃料、天然氣、石化燃料及煤等。分析結果顯示，幾乎所有國家皆認為，核能並非解決能源危機的唯一方案，必須搭配其他再生能源及傳統石化能源，另外，大多數國家人民對於發展核能技術皆處於中立態度，而核能與其它能源比較，最被認同的特點為其穩定性高，最不被接受的特點為其放射性廢棄物的處置安全性。

Cintia Angulo介紹全球核能發展的歷史，並進一步針對歐洲、美洲各國及墨西哥之核能發展進行深入探討與比較，最後並談到提升民眾對核能觀感的一些基本必要措施，如改善核能相關法規架構、政策透明化、宣導核能優點等。

Scott Peterson介紹如何向一般大眾或管理者宣導或推廣核能的優點，例如善用媒體、贊助決策者參與之重要政策性論壇、與潔淨與安全能源之議題結合、利用網路社交工具（部落格、YouTube、Twitter…）等，均是現代很重要之溝通媒介。

(三)技術分組會議（Technical Sessions）

本次會議技術論文部分分爲9項主題、27個技術分組（Technical Sessions），於3個場地同時進行，合計發表116篇論文，另有15篇的學生論文。論文主題分爲：核能電廠與設施之執照申請(Licensing of Nuclear Power Plants and Facilities)、核能電廠安全(Safety of Nuclear Plants)、核能電廠之運轉與維護(Operation and Maintenance of Nuclear Power Plants)、核燃料循環與防止核武器蓄衍(Nuclear Fuel Cycle and Non-Proliferation)、輻射防護與劑量(Radiological Protection and

Dosimetry)、非核電應用與研究用反應器 (Non Power Applications and Research Reactors)、能源計畫與核能技術研發(Energy Planning and Nuclear Technology Development)、人力資源(Human Resources)及先進系統(Advanced Systems)等 9 項。發表的論文涵蓋了能源及非能源領域，包括第三、四代核反應器相關技術之發展，以及應用於藥物、食品及農產品等核能相關技術之研究。

我國這次有台電公司黃平輝專業工程師及原子能委員會廖家群技正分別以“使用創新方法增進核一廠新燃料貯存窖貯存彈性之臨界分析 (New Fuel Vault Criticality Analysis at Chinshan Nuclear Power Station with New Approaches to Improve the Storage Flexibility)”及“台灣核能電廠功率提昇之經驗 (Experiences of Power-uprating in Taiwan)”，於 10 月 25 日(一)及 10 月 27 日(三)下午發表技術論文。

黃平輝專業工程師發表論文之重點在介紹台電公司為加強核一廠新燃料貯存窖貯存彈性、避免燃料誤置，而在新燃料貯存窖臨界分析使用的一些創新觀念，期能與國際核能社會分享國內的重要經驗。

核一廠以往的作法是在新燃料到廠時先將其暫存於核燃料運輸箱，在大修前約 2 個月開始進行新燃料檢查，之後置入用過燃料池中。由於國際原子能總署 (IAEA) 修訂核物料運送法規，而符合新法規之運輸箱造價昂貴，核燃料製造廠家不願再提供做為長期貯存使用，因此電廠改變新核燃料接收檢查流程，即新燃料到廠後，即進行檢查，之後貯存於用過燃料池或新燃料貯存窖。而核一廠用過燃料池貯存容量業已不足，故已有需要暫存於新燃料貯存窖中。台電公司因此要求燃料製造廠家針對目前使用的 ATRIUM-10 核燃料進行分析，並依規定陳送原子能委員會審查。核一廠新燃料貯存窖由 13 排格架並列組成，每一排可貯存 10 個燃料束，廠家最初所估計的可貯存之燃料束數目只有 60 束，遠低於使用需要，為加強貯存彈性，台電公司提出一些創新觀念(如改變既有「燃料束軸向使用同一極為保守的晶格參數」之作法，改用實際之燃料束軸向晶格設計參數分布)，經由幾次調整分析，最後達到新燃料貯存窖的所有 130 個位置

每一個都可貯放燃料束。

廖家群技正發表論文之重點在介紹台灣核能電廠功率提昇之經驗，尤其是核能管制機關-原子能委員會審查之程序及結論，期能與國際核能社會分享此一國內的重要經驗。

核能電廠營運首重安全，早期設計之安全分析對於反應器所能產生的最高熱功率，是以 102%額定值為基準，此 2%之餘裕，主要是考量功率計算時飼水流量量測之不準度。但隨著科技的進步，若改採用較精準的超音波流量計(Ultrasonic Flow Meter, UFM)，而將原設計時保留之部分餘裕釋出，便能在安全無虞的情況下提昇電廠功率，增加發電量，此即所謂小幅度功率提昇(Measurement Uncertainty Recapture Power Uprate, MURPU)。原能會秉持核能專業，審慎進行安全分析審查，並派員至國外查證實驗室驗證過程，並於實際安裝流量計時到各電廠進行視察。核一、二、三廠已分別於 2007-2009 年完成小幅度功率提昇，總計增加 56.3 百萬瓦(MWe)，估計每年總發電量可增加約 4.44 億度，若以取代火力電廠計算，每年約可減少二氧化碳排放約 28 萬公噸，對減緩地球暖化現象、促進環境永續發展盡一份心力。

此次會議架構之重點為全會專題(Plenary Sessions)演講，而技術論文部分量與質似乎比過去會議降低，茲將幾篇較具代表性的論文摘述如下：

1. GE-Hitachi 的 Hoa Hoang 發表 “Life Extension and Life Cycle Management” 論文：

美國核能電廠最佳化的關鍵策略包括電廠壽命延長(Plant Life Extension, PLEX)、電廠壽命管理(Plant Life Management, PLIM)及功率提昇(Power Uprate, PU)。PLEX 的起點是向管制機關(NRC)提出運轉年限由 40 年延長 20 年之執照申請的作業程序，此標準化的作業程序包括下列步驟：(1)初步確認範圍(Scoping)：指出納入執照更新工作範圍的結構、系統與組件(SSCs)；(2)篩選：基於被動和長壽命的特性，縮小所選範圍內的 SSCs；(3)老化管理審查：證明在延長的 20 年運轉期間，老化的影響將會繼續被管理；(4)時限老化分析：對以 40 年電廠壽命作為一個主要的輸入

假設的設計基準分析，確認其可接受性。而提供準備執照更新申請案的一致方式之主要指引文件包括 NUREG-1800: Standard Review Plan、NUREG-1801: Generic Aging Lessons Learned 及 Nuclear Energy Institute NEI 95-10 等。

PLIM 的目標是致力於提高電廠的可靠性與可用率、規劃設備更新，以改善效率及技術過時的設備。PLIM 係與風險評估結合，產生一個 10 年或長時間範圍的技術評估，由於其長遠的性質，這項計畫將會在年度的基礎上檢討每年所需的任何調整。所謂技術評估由以下主要步驟組成：(1)選擇曾發生性能缺陷的 SSCs；(2)收集運轉數據，以及歷史資訊（維護、維修、檢查）；(3)使用原始系統設計 Knowhows 和業界經驗，執行老化和性能評估；(4)指出潛在的改正行動計畫(硬體維修/更換/升級，與程序更改)。PLIM 提供考量電廠壽命期間之利益、成本和風險的業務決策路線圖的基礎，實現最大的資產回報。

2. GNF 的 G.F.Cuevas Vivas and J.M. Bravo Sanchez 和 GE-Hitachi 的 Jose L. Casillas 發表 “Laguna Verde BWRs Operational Experience: Steady-State Fuel Performance” 論文：

墨西哥 Laguna Verde 核能電廠 (LVNPP) 1、2 號機為 GE 沸水式反應器 (BWR-5)，由聯邦電力委員會 (CFE) 所經營。LVNPP 原始額定爐心熱功率 (Original Licensed Thermal Power, OLTP) 為 1931 MWt，而且之前已完成 5% 之功率提昇至 2027 MWt。CFE 在 2007 年 2 月與西班牙的 Iberdrola Engineering 和 Alstom 簽約，投資 6 億多美元進行功率提昇至 120% OLTP 或 2317 MWt。本案另由 GE 執行工程分析以確定所需的電廠修改，並提供墨西哥核能管制機關 (National Commission on Nuclear Safety and Safeguards, CNSNS) 核准安全分析報告所需的支援。主要修改包括汽機和冷凝器的改造和發電機、主蒸汽再熱器及飼水加熱器的更換，本案已取得 CNSNS 核准，反應器功率正逐步提昇中。

該論文重點如下：截至 2010 年，LVNPP 1、2 號機分別有 21 和 15 年的連續成功運轉經驗，LVNPP 在商業運轉過程中係採用 GE/GNF 的燃料設計：在原始額定爐心熱功率及第一次的 5% 之功率提昇，反應器使用 8×8 及 10×10 燃料設計，爐心熱功率在不久

的未來將達到 120% OLTP，並仍將使用 GNF 的燃料設計。Thermal/gamma 爐心探針(TIPs) 以及 GE (現在是 GNF-A) 的 3D Monicore 爐心監測系統被用於功率監控的目的。GNF-A 還與 CFE 合作定期調整其核心管理計畫。在計算熱餘裕和預測反應度特徵值，GNF-A 採用 NRC 核准之穩態核心模擬程式 PANAC11。這些年來在燃料營運方面也出現了幾個挑戰，例如：增加週期長度、熱餘裕最佳化、額定功率增加等。經由業務戰略、程式改進和更好的燃料設計，已成功地克服每個挑戰。

3. 墨西哥大學的Roberto Carlos López Solís和Juan Luis François Lacouture發表“Neutronic Design of a Traveling Wave Reactor Core” 論文：

「行波反應器」(Traveling Wave Reactor, TWR) 是今年核能界相當熱門的議題，東芝公司於今(2010)年3月表示正和比爾蓋茲旗下的 TerraPower 公司洽談，考慮合作開發可連續運轉 100 年而無須添加燃料的「TWR」。TerraPower 公司已公開表示，正在研發相關技術，並宣稱 TWR 比目前的反應器安全、便宜、更容易獲社會大眾接納。TWR 屬快滋生反應器的一種創新類型，不需要調整核分裂反應速度的控制棒，因此安全性提高，而其優勢之一是多樣性，輸出功率可從 100 MWe 到 1000 MWe 不等。TWR 的爐心大致分為四區：分裂區(Fission Zone)、滋生區(Breeding Zone)、用過燃料區(Depleted Zone)及新燃料區(Fresh Zone)，產生能量的「分裂區」只有不到一公尺厚，隨著時間緩慢向前推移，有效地消耗前面的可孕材料並將用過燃料留在後面，過程像燃燒蠟燭，由熔化的蠟提供燃料。

該論文係研究行波反應器爐心的行為，以確定滋生/燃燒波是否移動。為達此目標，該研究考慮一個兩區的圓柱體，第一區為點火區，包含高濃縮的燃料，第二區為更大的滋生區，包含自然(Natural)或耗乏(Depleted)鈾或鈾；這兩個區都是均勻混合的燃料，以鈉作為冷卻劑、鐵作為結構材料。圓柱體外面還包含反射材料，以減少中子的洩漏。研究中以 MCNPX Version 2.6 進行運算，依其研究發現，波的確會隨時間移動，在模擬的時間(3000 天)內，反應器維持超臨界；而鈾在此種類型的反應器的滋生行為並不如鈾。

4. 俄羅斯 V.G.Khlopin Radium Institute 的 Yury Pokhitonov 和 Vladislav Kamachev 發表 “U.S. Department of Energy’ s Initiatives for Proliferation Prevention in Russia: Results of Radioactive Liquid Waste Treatment Project, Year 2” 論文：

該研究計畫係由美國能源部 (DOE) 與俄羅斯原子能公司 (ROSATOM) 共同主導，報告主要介紹高分子材料處理放射性廢液的技術，藉由高分子固化的特性來達到放射性廢棄物穩定化的目的。實驗中所使用的廢液包括模擬與實際廢液，模擬廢液成份為 HNO₃，實際廢液的成分含有 Uranium、NaNO₃ 和 HNO₃，主要來自於泥渣 (Sludge residue) 及除污廢液。實驗中使用的高分子為第三代 Elastomeric polymer，供應商為美國 Nochar 公司。作者由實驗結果證實，此方式的確可以達到廢液安定化的目的。

5. 韓國原子能研究所 (KAERI) 的 Byung-Youn Min 等人發表 “Development of Treatment Technology for Radioactive Concrete Wastes” 論文：

該論文主要介紹 KAERI 研發之研究用反應器 (KRR) 及鈾轉換廠 (Uranium Conversion Plant) 除污/除役後水泥塊廢棄物的處理技術，藉由物理壓磨、過篩及熱處理方式將不同大小及活度的水泥塊廢棄物分離，以達到減容的目的。實驗中的水泥塊減容效率可達到70%以上。

6. 經濟合作暨發展組織核能署 (OECD/NEA) 的 Ron Cameron 和 Jan Horst Keppler 發表 “The Projected Costs of Electricity Generation” 論文：

本報告主要分析各種發電方式的成本結構，包含燃煤、天然氣、風力、水力、核能、太陽能、生質能等，分析數據來自於17個OECD會員國、4個非OECD會員國及其它公司或機構。分析結果顯示，核能發電的費用落在42~137 USD/MWh左右，其中以韓國的發電費用最低 (42 USD/MWh)，瑞士最高 (137 USD/MWh)。另依其分析顯示，如果核電之折舊率 (Discount Rate) 小於7%，則核能相對於其他電力選擇是最有競爭力的，這部分的資訊值得我們注意。

7. 韓國Philosophia公司的Kune Y. Suh發表“4⁺D Technology for Nuclear Systems Soft Solutions”論文：

本報告發表人 Kune Y. Suh 係韓國首爾大學教授，並為 Philosophia 公司的總裁，其除受邀於大會以“Avant-garde Nuclear Power Engineering Super Simulation”為題進行專題演講外，於技術論文發表中更詳細闡述其如何利用電腦模擬程式來協助未來核能電廠之設計、建造及維修，以節省人力與成本之成果。所謂 4⁺D 係指三度空間加上時間(Time)及成本(Cost)，該公司並開發出核能系統之 4⁺D 模擬軟體(Nuclear Systems Soft Solution, NSSS)。現場並以模擬三哩島事故之時序，分階段以動畫方式呈現出爐心最後熔毀及放射性物質釋出之情形，感覺頗為生動逼真。另其亦以動畫模擬韓國研發之 APR 1400 反應器建廠過程，並可看到各廠房立體空間內之設備、管路等配置，藉此及早發現設計缺失並予改善，以節省大量人力與建造成本。當然同樣該軟體亦可應用於維修前之模擬操作(Mockup)，對人員輻射劑量之抑減亦有相當大之助益。依報告內容該軟體對核能電廠之設計、建造及維修似有相當幫助，惟報告是否有誇張之處，或許有待相關專家進一步研究後，再決定其應用之價值。

(四)閉幕會議(10月29日中午)

閉幕會議由大會主席墨西哥 Gustavo Alonso 教授主持，由卸任 PNC 主席韓國 Chan-Sun Kang 教授、新任 PNC 主席墨西哥 Juan Luis François L.教授、及下屆 PBNC 主辦單位韓國原子能工業論壇(Korea Atomic Industrial Forum, KAIF)及(Korean Nuclear Society, KNS)代表 Koo, Han-Mo 分別致詞。下屆 PBNC (18 PBNC) 預定於 2012 年 4 月在韓國釜山舉行，依慣例由主辦單位代表進行下屆 PBNC 之介紹。茲將歷屆 PBNC 開會時間與地點彙總如下表：

第 1 屆	1976	美國夏威夷	第 2 屆	1978	日本東京
第 3 屆	1981	墨西哥阿卡普爾科	第 4 屆	1983	加拿大溫哥華
第 5 屆	1985	南韓漢城	第 6 屆	1987	中國大陸北京
第 7 屆	1990	美國聖地牙哥	第 8 屆	1992	台灣台北
第 9 屆	1994	澳洲雪梨	第 10 屆	1996	日本神戶
第 11 屆	1998	加拿大班芙	第 10 屆	2000	南韓漢城
第 13 屆	2002	中國大陸深圳	第 14 屆	2004	美國夏威夷
第 15 屆	2006	澳洲雪梨	第 16 屆	2006	日本青森
第 17 屆	2010	墨西哥坎昆	第 18 屆	2012	韓國釜山

五、活動照片及相關說明



與 PNC 新任理事長 Juan Luis François L.教授合影
左起:黃平輝專業工程師, François 教授, 潘欽院長,
廖家群技正



與 17th PBNC 大會主席 Gustavo Alonso 教授合影
左起:廖啟宏助理工程師, 黃平輝專業工程師, (其他
與會人員), 黃慶村副所長, Alonso 教授,
潘欽院長, 廖家群技正



太平洋核能理事會議(PNC)進行之景況



第 17 屆太平洋盆地核能會議(PBNC)開幕大會貴賓



潘欽院長於第 17 屆 PBNC 發表專題演講
“Retrospect and Prospect of the Development of



黃慶村副所長於第 17 屆 PBNC 發表專題演講
“The Current Status and Challenges of Radioactive

Nuclear Power in Taiwan”



黃平輝專業工程師發表論文
“New Fuel Vault Criticality Analysis with New
Approaches to Improve the Storage Flexibility”

Waste Management in Taiwan”



廖家群技正發表論文
“Experiences of Power-uprating in Taiwan”

肆、心得與建議

- 一、我國核能團體聯席會（NEST）是太平洋核能理事會（PNC）正式會員，而 PBNC 乃 PNC 為會員舉辦的國際核能會議，我國具有一定的發言權。本次有潘欽院長及黃慶村副所長應邀做大會專題演講，成功說明台灣的核電發展現況與願景及台灣在放射性廢棄物處理的技術。我們應善用此一發言權為我國爭取國際舞台。另 PNC 新任理事長 François 教授非正式地邀請我國主辦 2011 年第 2 季的理事會，此項建請核能團體聯席會考慮是否主辦。
- 二、彙整各國對核能發展之目標，包括經濟合作暨發展組織核能署（OECD/NEA）預測全球核能之配比將由現今之 14% 增加到 2050 年之 24%，計增加 1200GW。大陸的核能計畫最積極，將由目前 13 部機組，提供 11 GW 電力，到 2020 年將擴充至 80 GW。韓國、日本亦積極擴充核能的配比，2030 年時韓國目標核能在電力供應之配比將由目前之 34.1% 提升至 59%，日本目標亦將由目前之 30% 增加到 50%。美國的報告顯示其將從悲觀到樂觀，有 13 件新申請執照案，共 22 部機組，2011 年或許會核發第一張新建機組的建廠與運轉合併執照（COL），而歐巴馬總統於 2010 年 1 月的國情諮文中更談到，興建更多安全、潔淨的核能電廠是增加就業機會的方案之一。俄羅斯亦將其核能配比從現在之 17% 提高至 25~30%。地主國墨西哥之情況似乎與我國接近，2024 年潔淨能源將達 35%，但沒有明確說明是核能。依全球能源需求之增加與二氧化碳減排的趨勢研判，核能勢必將成為符合潔淨能源的一種重要且不可或缺的選項，建議我國應及早因應與計畫。
- 三、世界各國均認為國際間正興起新一波核能電廠興建計畫，而相關專業人才顯然供需失衡，故人才之培育實在刻不容緩。美國核管會人員亦表示新進的電廠視察員相當多，而有經驗的專業技術人員卻接近或陸續退休，我國也有類似情形，應於建廠規劃前即做為專業人才培育之準備。
- 四、1978 年韓國第 1 部核能機組開始發電，同年我國核能一廠亦開始商轉。韓國 1978 年國民生產總值（GNP）每人為 600 美金，而 2008 年運轉中的核電機組 20 部、建造中 8 部、規劃中 4 部，GNP 已達 19,230 美金。2009 年 12 月更與阿拉伯聯合大公國（UAE）簽訂 4 部核能機組合約，使韓國成為第 6 個有能力提供核反應器輸出的國家。此次會議更利用其為 PNC 理事主席的機會，安排多位學者專家於大會專

題演講，配合其廠商的展示，大大展示其核能實力，宣傳韓國核電，此等雄心大志與積極的作風，頗值得我國學習與急起直追。

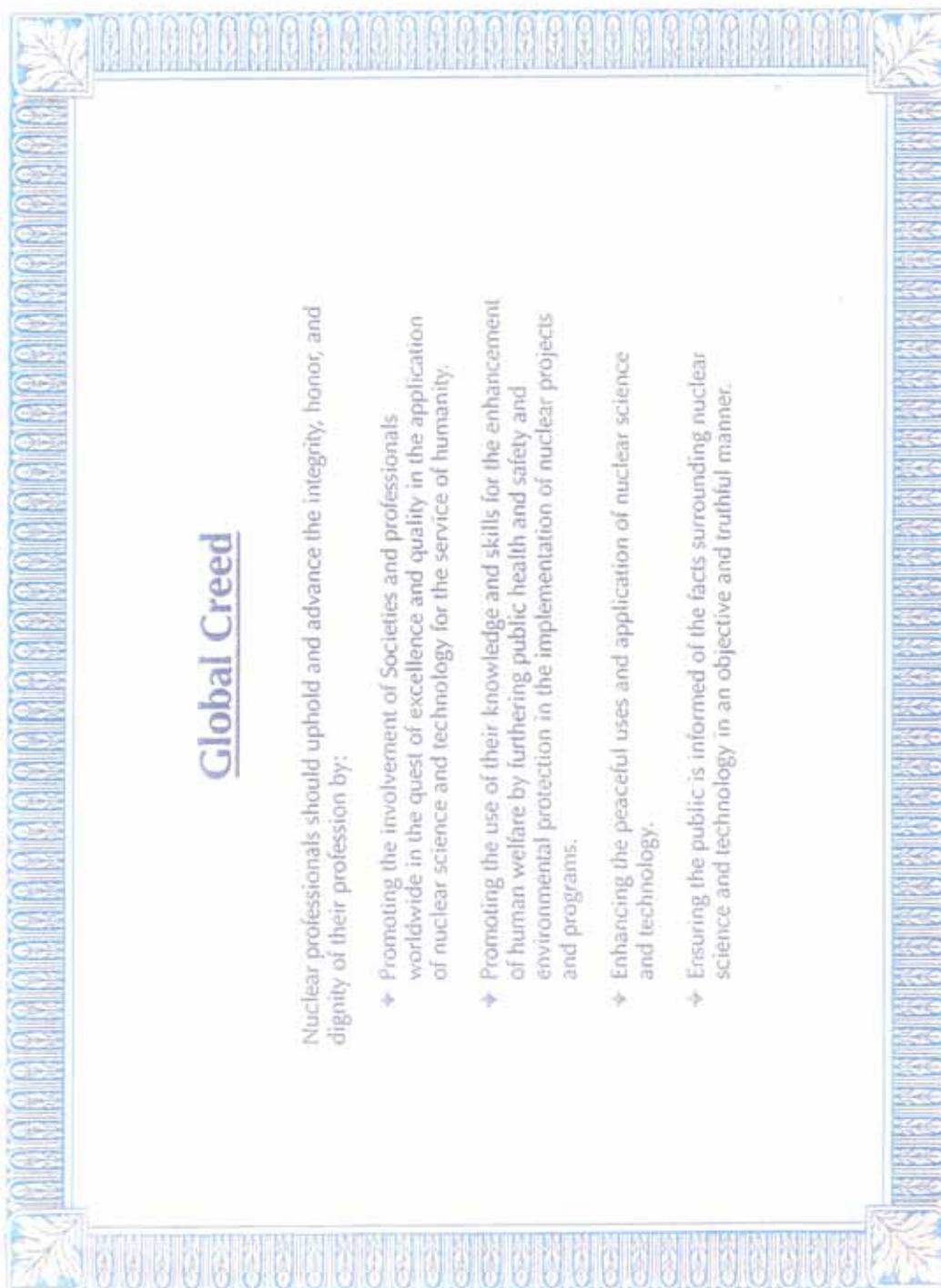
- 五、由於全球對核能電廠有興趣的國家急劇增加，2010 年已達 60 國。這麼多國家對核電有興趣，其基礎設施之建立、核安管制經驗及人才培育均極為重要，我國可利用目前具有完善核安管制體系與經驗、核能電廠優越的績效表現及良好的基礎設施與人才培育的經驗，提供經驗分享給國際，除達到交流互惠的目的，當然亦可藉此獲得他國寶貴之經驗分享與建議，並發展實質核能外交。
- 六、墨西哥國家核能研究院 (National Institute for Nuclear Research, ININ) 的 Juan Ramon Mota 和能源部兩位官員預定於明 (2011) 年來台灣參訪龍門電廠，經由本屆 PBNC 主席 Gustavo Alonso 教授的介紹，我國代表已向其表達歡迎之意，或許可利用其來訪機會建立溝通管道，交換經驗，尤其墨國正在進行 Laguna Verde 核能電廠之大幅度反應器功率提昇作業 (提昇至原始額定熱功率之 120%)，因其起步較我國早，其作法應有值得我們參考的地方。
- 七、溝通宣導乃是核能發展成敗之關鍵，如何用淺顯易懂的語言，縮小專家所說的安全與民眾安心的間隙至為重要，美國核能協會 (NEI) Scott Peterson 提到可從改善核能相關法規架構、政策透明化及宣導核能優點等方面著手，與原子能委員會努力的方向不謀而合。另 Scott Peterson 更舉出包括：善用媒體資源、贊助決策者參與之重要政策性論壇、將核能與潔淨且安全能源之議題結合、利用網路社交工具 (部落格、YouTube、Twitter…) 等實際做法，值得我國借鏡。
- 八、過去幾年全球研究用反應器逐年減少，導致出現一些問題，例如：加拿大因一 50 年的 NRU 反應器維修，導致北美及歐洲之同位素危機 (Isotope Crisis)，因該反應器生產鉬-99 (Mo-99) 等核醫藥物，其子核銻-99m (Tc-99m) 在影像醫學上乃不可或缺，而 Mo-99 或 Tc-99m 均屬短半化期的同位素，無法囤積。本次會議，澳洲 ANSTO 的報告則顯示其用低濃縮鈾 (LEU) 生產 Mo-99。國內只有一年屆 50 的清華大學水池式反應器 (THOR)，目前生產碘-131 (I-131) 同位素供國內醫院使用；另在清華大學原子科學院、原子科學技術發展中心及榮民總醫院團隊的努力之下，已在今 (2010) 年 8 月成功地進行硼中子捕獲治療 (BNCT) 的臨床實驗，是世界少數有此功能的研究用反應器。如何讓 THOR 可以持續穩定運轉並發揮其在研究及生產醫用同位素的功能，原子能委員會或可協助其發展。
- 九、「用過燃料運送」為國內未來可能需碰觸的議題，參加本屆 PBNC 時，台電公司代表曾向 NAC 公司的 Juan Subiry (行銷副總) 詢問「大亞灣核電廠使用 NAC-STC 運送用過燃料至蘭州貯存的經驗」，他向同事查詢後表示確有多次運送；另亦向大

陸廣東核電集團的胡先生提到此議題，但其表示大亞灣核電廠用過燃料池有 20 年的貯存容量，因為蘭州貯存場收費極高，要等容量不足時才進行運送，他並不確定是否有實際運送經驗。台電公司代表已透過 Juan Subiry 向大陸查詢詳細運送經驗資料，以做為未來各項可能作業之參考。

- 十、可能因會議場地附近並無合適參觀之核能相關設施，使本次會議並未如過去慣例辦理技術交流（Technical Tour）參訪活動，使與會者無法現場參訪核能相關設施，以達技術交流之目的，留下些許遺憾。爾後我國辦理相關國際會議時，宜注意適當安排技術交流參訪活動，有助提升參與的企圖心。

伍、附件

附件一 INSC 會議討論之 Global Creed



**Nonproliferation
Proposed INSC Position Paper
November 2009**

In order to realize the many benefits of nuclear technology, its applications should continue to be implemented in such a way that they do not contribute to the spread of nuclear weapons. The continued support of a strong nuclear nonproliferation regime is a vital international security objective. In order to be effective, nonproliferation policies must be developed and implemented in a manner that ensures broad national support and a performance carried out with the dedication and constancy that is essential in meeting challenging, long-term objectives.

An effective nonproliferation policy should prevent:

- 1) diversion of fissile material from the nuclear fuel cycle;
- 2) theft of fissile material, and
- 3) clandestine operation of fissile material production facilities.

In effectively dealing with these threats, the International Nuclear Societies Council (INSC) recognizes that

- nuclear science and technology can be applied for peaceful purposes in a manner compatible with achieving nonproliferation goals, as embodied in the Treaty on the Nonproliferation of Nuclear Weapons (NPT), and
- to prevent proliferation, full adherence to the NPT principles and its safeguards system is the framework states need to adopt.

To strengthen the NPT nonproliferation goals, INSC endorses

- the observance of the principles requiring the implementation of effective measures to establish domestic controls to prevent the proliferation of nuclear weapons, including controls over related materials, and to penalize export control violations;
- the strict application of measures that discourage clandestine nuclear weapons programs;
- the adoption of suitable export controls on sensitive nuclear materials, equipment and designs;
- the strengthening of material accountability and physical protection of nuclear materials;
- effective safeguarding of the civilian nuclear fuel cycle to assure that it remains an unattractive route for acquiring nuclear weapons;
- fuel cycle approaches that involve the separation and control of plutonium in the fuel cycle;
- research and development of recycle options to ensure a secure and sustainable energy future with reduced proliferation risk;
- a continued exploration and development of technologies that will further enhance the proliferation resistance of nuclear power systems;
- committed investment policies for developing technologies to monitor and to safeguard nuclear materials, and
- the implementation of measures that secure weapons-grade plutonium and high-enriched uranium (HEU) and transform them into more proliferation-resistant forms.

A strong nuclear industry and supporting infrastructure are essential for all countries to work together in meeting the proliferation challenges of today and tomorrow.

It is the position of INSC to support policies that definitively endorse peaceful applications of nuclear technology.

Nuclear Energy is Sustainable

Position Statement

by the

International Nuclear Societies Council

The term 'sustainable' is commonly understood to mean *"meeting the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs"*.

In the context of energy options, 'sustainable' is more demanding than 'renewable,' a term commonly applied today to energy from wind, sun, biomass, waves, tides, geothermal resources, etc. This is because 'sustainable' implies the ability to provide energy for indefinite time periods (i.e., on a geological time scale) in a way that is environmentally friendly, delivery-reliable, and economically viable (i.e., does not depend on *permanent* subsidies).

Some of the energy sources that are considered 'renewable' are not 'sustainable' in certain applications because not all necessary criteria are being met. For instance, intermittent 'renewable' energy sources (wind, solar), *when used for large-scale delivery of electrical energy to the grid*, require availability of flexible back-up power plants with capacity close to 100% of the installed capacity of the 'renewable' sources. Since over the course of a year the intermittent sources cannot deliver more energy than 20% to 40% of their nameplate production capacity (depending on location), the backup plants will be called upon to supply, on average, 60% to 80% of the intermittent renewable capacity. This back-up power capacity depends in most cases on combustion of fossil fuels such as natural gas (a limited resource), resulting in emission of green house gasses (including carbon-dioxide). Furthermore, this application requires double investments (in both the intermittent source and the back-up source), which implies the *permanent* need for (direct and/or indirect) subsidies. Also, if the installed capacity of the intermittent sources is a substantial fraction (larger than about 15%) of the grid's total capacity, then the disturbances caused by the intermittency will result in lowering the grid's reliability. Delivery-unreliability of the electrical grid will have serious economic and social consequences.

Use of biomass for large-scale energy production is also not sustainable for indefinite time periods because the soil will become degraded after many years of intensive use (through top-soil run-off and erosion) and because of dependence on shrinking fresh-water resources. Furthermore, the land areas that can be withdrawn from food production will decrease with world population growth.

Nuclear energy from fission of uranium and thorium meets all criteria of sustainability. Today's uranium-fueled nuclear power plants can provide the world with clean, economical and reliable energy well into the next century. Furthermore, fast-neutron reactor technology transforms uranium into a truly inexhaustible energy source, in part because it is able to extract about a hundred times more energy from the same amount of uranium than current nuclear power plants can. This technology has already been proved—all that is needed is to develop it to a commercial level. If used in fast reactors, the depleted uranium that is already mined and stored at enrichment plants, along with the uranium recoverable from used fuel elements, contains enough energy to power the world for several hundred years. Mining additional

附件三 INSC 會議討論之"Nuclear Energy is Sustainable"立場聲明(續)

uranium, including, extracting it from lower-grade ores and—if necessary—from sea water, can supply humanity's energy needs for however long civilization endures on earth.

As numerous careful scientific comparisons have shown, nuclear fission is among the energy sources that are least polluting and have the lowest overall environmental impact. Moreover, advanced technology for efficiently recycling the fuel will reduce drastically the volume of waste that must be isolated as well as its radioactive hazard. After a few hundred years, the level of radioactivity of this waste will be comparable to that of the uranium deposits that are widely distributed around the world. Furthermore, modern waste isolation technology will equal or exceed that originally provided by nature.

Nuclear energy is not limited to the generation of electricity, but may equally well be used for such tasks as desalination, production of hydrogen, extraction of carbon from CO₂ to combine with hydrogen to create synthetic liquid fuels, and for process-heat applications such as recovery of crude oil from very large tar-sand deposits.

The International Nuclear Energy Societies Council (INSC), representing the nuclear energy societies of close to forty countries worldwide, holds the opinion that all energy sources have useful niche applications and should be considered as part of the overall energy mix. However, in the long term only nuclear power plants are capable of supplying sustainably the large quantities of clean, reliable and economical energy needed to run industrial societies.

The INSC stands ready to provide the scientific and technical information that further substantiates the above statements.

Note: For more information, please contact the INSC website at <http://www.ne.jp/asahi/mh/uj> or the INSC Secretariat at www.ans.org.

This document was drafted for INSC's consideration and possible endorsement/publication by the following persons:

- Agustin Alonso (Professor-emeritus, Universidad Politecnica de Madrid, Spain),
- Daniel Meneley (Chief Engineer AECL-retired, Canada, Member ANS Board of Directors, Canada),
- Jozef Misak (Director Strategic Planning, Nucl. Res. Inst. - Rez, Czech Republic, Member EU Sustainable Nuclear Energy Technology Platform, SNETP),
- George Stanford (Argonne National Laboratory, USA),
- Jan van Erp (University of Chicago, USA).

附件四 第17屆 PBNC 大會議程

Time Schedule	Saturday 23	Sunday 24	Monday 25	Time	Tuesday 26	Wednesday 27	Thursday 28	Friday 29
8:30-9:30	EXPO Installation	EXPO Installation	Inauguration					
9:30-11:30			The Role of Nuclear Energy in Addressing Environmental Concerns	9:30 - 10:30	Drivers of Nuclear Energy Section II	The Challenges of Nuclear Energy	Drivers of Nuclear Energy Section II	Communications Round Table
11:30-11:45			Coffee B.	10:30-10:45	Coffee B.	Coffee B.	Coffee B.	Coffee B.
11:45-13:45			Regulation, Security and Safety	10:45 -12:45	New Reactor Construction Session I	New Reactor Construction Session II	Radioactive Waste, Regulation, Security and Safety	Technical Sessions
12:30-13:45		Registration		12:45 -14:00	Lunch	Lunch	Lunch And EXPO closure	Closure
13:45-15:00			Lunch	14:00-14:20				
15:00-15:20		Registration		14:20-14:40	Technical Sessions	Technical Sessions	Technical Sessions	
15:20-15:40		Registration And EXPO Installation	Technical Sessions	14:40-15:00				
15:40-16:00			Coffee B.	15:00-15:20	Coffee B.	Coffee B.	Coffee B.	
16:00-16:20	EXPO Installation		Technical Sessions	15:20-15:40	Technical Sessions	Technical Sessions	Technical Sessions	
16:20-16:40			Coffee B.	15:40-16:00				
16:40-17:00			Technical Sessions	16:00-16:20				
17:00-17:20			Cultural Event	16:20-16:40				
17:20-17:40		Reception & EXPO opening		16:40-17:00				
18:30-20:30				17:00-17:20				
20:30-01:30						Banquet		