

出國報告(出國類別：訪問、其他)

參訪日本JNES、JAIF並順道參加「2011年ISONNS會議」出國報告

服務機關：行政院原子能委員會核能管制處

姓名職稱：吳景輝 薦任九職等技正

何恭旻 薦任九職等技正

派赴國家：日本

出國期間：100年10月30日至100年11月5日

報告日期：100年12月28日

摘 要

2011 年國際核安研討會(International Symposium on Nuclear Safety 2011, 簡稱 ISONS2011)係由日本原子力學會(Atomic Energy Society of Japan, 簡稱AESJ)與日本保全學會(Japan Society of Maintenology)共同主辦, 會議主題為福島第一核電廠事故之經驗教訓(Lessons Learned from Fukushima Daiichi Accident), 研討會於 10 月 31 日及 11 月 1 日於東京秋葉原召開。參與人員除日本國內核能相關機構與學術單位外, 國際間並有經濟合作與發展組織核能署(OECD/NEA)、世界核能發電協會(WANO)、美國核能運轉協會(INPO)代表、法國、俄羅斯、中國、韓國, 以及台灣等國人士參加。

今年 3 月 11 日, 日本東北外海發生芮氏規模 9.0 大地震, 引發大規模海嘯, 造成東京電力公司福島核能一廠發生爐心熔毀與大量放射性物質外釋之嚴重核能事故, 引起國際間高度關注, 本屆會議遂以福島事故相關核能安全做為討論議題。本屆研討會為期二天, 第一天有三項討論議程, 包括「福島事故概要及現況」、「福島事故後核能發電的世界趨勢」及「福島事故後電力業界在核安的活動」, 第二天有一項討論議程「福島事故後核安相關學會的活動」、專題演講「海嘯數值模擬」及一項專題討論「福島事故對未來核能安全的經驗回饋－抵擋超過設計基準事件的措施」, 四項討論議程共發表 13 篇論文。從討論過程中瞭解福島事故之成因與各國後續核安研究情形、檢討目前核電廠安全措施及應變, 以及在自然危害的研究及對策之經驗回饋。

第二個行程係參訪推廣原子能和平用途之日本原子力產業協會(Japan Atomic Industry Forum, Inc., 簡稱 JAIF), 就日本國內政府及核能界在福島電廠事故後之政策與檢討作業, 以及就該協會如何迅速且正確地蒐集到核能電廠訊息之作業情形進行了解。第三個行程為訪問日本原子力安全基盤機構(Japan Nuclear Energy Safety Organization, 簡稱 JNES), 該機構對於核能安全、安全度評估等研究有豐富經驗, 此次順道拜訪目的為討論核能電廠兩階段安全評估的程序, 以及安全度評估在該程序的角色, 有助於國內核能電廠歐盟壓力測試規範之執行。本次出席會議及參訪機構雖僅有四天的時間, 但能藉此機會瞭解日本福島事故的經驗與教訓等研究資訊, 使我國參加人員可從中獲益有助未來管制工作之推行。

目 錄

壹、目的：	1
貳、過程：	2
參、心得：	34
肆、建議：	35
伍、附件：	36

壹、目的：

2011 年國際核安研討會(International Symposium on Nuclear Safety 2011，簡稱 ISONS2011)係由日本原子力學會(Atomic Energy Society of Japan，簡稱AESJ)與日本保全學會(Japan Society of Maintenology)共同主辦，會議主題為福島第一核電廠事故之經驗教訓(Lessons Learned from Fukushima Daiichi Accident)，研討會於 10 月 31 日及 11 月 1 日於東京秋葉原召開。參與人員除日本國內核能相關機構與學術單位外，國際間並有經濟合作與發展組織核能署(OECD/NEA)、世界核能發電協會(WANO)、美國核能運轉協會(INPO)代表、法國、俄羅斯、中國、韓國，以及台灣等國人士參加。

今年 3 月 11 日，日本東北外海發生芮氏規模 9.0 大地震，引發大規模海嘯，造成東京電力公司福島核能一廠發生爐心熔毀與大量放射性物質外釋之嚴重核能事故，引起國際間高度關注，本屆會議遂以福島事故相關核能安全做為討論議題。本屆研討會為期二天，第一天有三項討論議程，包括「福島事故概要及現況」、「福島事故後核能發電的世界趨勢」及「福島事故後電力業界在核安的活動」，第二天有一項討論議程「福島事故後核安相關學會的活動」、專題演講「海嘯數值模擬」及一項專題討論「福島事故對未來核能安全的經驗回饋－抵擋超過設計基準事件的措施」，四項討論議程共發表 14 篇論文。從討論過程中瞭解福島事故之成因與各國後續核安研究情形、檢討目前核電廠安全措施及應變，以及在自然危害的研究及對策之經驗回饋。

11 月 2 日參訪日本原子力產業協會(Japan Atomic Industry Forum, Inc.,簡稱 JAIF)，就日本國內政府及核能界在福島電廠事故後之政策與檢討作業，以及就該協會如何迅速且正確地蒐集到核能電廠訊息之作業情形進行了解。11 月 3 日為日本國定假日(文化節)，資料蒐集整理。11 月 4 日參訪日本原子力安全基盤機構(Japan Nuclear Energy Safety Organization，簡稱 JNES)，與該機構人員討論核能電廠兩階段安全評估的程序及作法，有助於國內核能電廠歐盟壓力測試規範之執行。本次出席會議及參訪機構雖僅有四天的時間，但能藉此機會瞭解日本福島事故的經驗與教訓等管制相關資訊，使我國參加人員可從中獲益有助未來管制工作之推行。

貳、過程：

一、行程：

日期	地點與行程	工作內容
10月30日(日)	台北→日本東京	去程
10月31日(一)	日本東京	出席「2011年ISONS會議」
11月01日(二)	日本東京	出席「2011年ISONS會議」
11月02日(三)	日本東京	參訪日本原子力產業協會(JAIF)
11月03日(四)	日本東京	日本國定假日(資料蒐集整理)
11月04日(五)	日本東京	參訪原子力安全基盤機構(JNES)
11月05日(六)	日本東京→台北	返程

二、出席「2011年 ISONS 會議」

2011年國際核安研討會(International Symposium on Nuclear Safety 2011，簡稱ISONS2011)係由日本原子力學會(Atomic Energy Society of Japan，簡稱AESJ)與日本保全學會(Japan Society of Maintenology)共同主辦，會議主題為福島第一核電廠事故之經驗教訓(Lessons Learned from Fukushima Daiichi Accident)，研討會於10月31日及11月1日於東京秋葉原召開。參與人員除日本國內核能相關機構與學術單位外，國際間並有經濟合作與發展組織核能署(OECD/NEA)、世界核能發電協會(WANO)、美國核能運轉協會(INPO)代表、法國、俄羅斯、中國、韓國，以及台灣等國人士參加，會議議題與演講者詳參附件一。

第一天的研討會，首先由主辦單位日本原子力學會會長田中知(Satoru Tanaka, President of the Atomic Energy Society of Japan)先生發表開幕致詞，除了對參加本次會議的國內外參與來賓表示歡迎之意，同時說明在福島事故後，日本原子力學會對於救災與復原作業主動提供必要之技術協助，並進行事故調查以讓大眾了解，並持續對政府提出建言。同時，核能界亦應就此事務謙虛地省思，期望此次國際研討會，了解各國在後福島事故核安議題上之作爲，藉由彼此經驗交

流，採取必要強化措施，以建立更安全的環境。

接下來，日本環境大臣，同時也負責事故復原與預防再發生擔當大臣的細野豪志(Goshi Hosono)先生亦親自與會，說明日本政府對確保核能安全之政策與任務，以及對本次國際會議之期待。其表示在福島電廠事故後處理迄今，電廠狀況已趨穩定，放射性物質外釋量估算已大幅降低，未來將持續將放射性物質包封在廠房內。同時在其他核能電廠之安全方面亦須確保。在政府核能安全管制上，亦將會有新的獨立而專業之管制單位，並提及將設置訓練中心，以強化管制者之專業與管制知能。針對除役問題，以及低輻射暴露對民眾影響之研究，仍需大家集思廣議，持續努力，提出適當之作法。

之後進入會議演講主題，本次發表之講題包括福島一廠事故發生情形與現況(Outline of Fukushima Daiichi Accident and Current Status)、福島一廠事故後世界核能發展趨勢(World Trends of Nuclear Power Generation after Fukushima Daiichi Accident)、世界各國電力公司由福島一廠事故所採取之核能安全措施(Activities of Electric Utilities on Nuclear Safety in light of Fukushima Daiichi Accident)、福島一廠事故後日本在核能安全之措施(Activities of Societies of Japan on Nuclear Safety after Fukushima Daiichi Accident)等主題分別提出共 14 篇演講，演講人員包括日本國內核能相關機構與學術單位與歐盟、世界核能運轉協會與美國、法國、俄羅斯等國際人士，並就福島一廠事故之教訓與未來對超出設計基準事故之核能安全加強措施(Lessons Learned from Fukushima Daiichi Accident and Action on Future Nuclear Safety Measure against Beyond Design Basis Events)進行專題討論，最後，由主辦單位日本原子力學會會長田中知與日本保全學會會長宮健三先生共同發表本次研討會之共同聲明，詳參附件二。以下就這些演講題目中重要論述內容摘述於下。

(一) 福島事故之調查與檢討

日本原子力技術協會(JANTI)就福島事故發生過程與原因分析之調查結果，以及目前已進行與未來將檢討之事項作介紹。其中對於事故發生過程與原因分析基本上與之前發表之訊息相近，主要是電力系統及安全系統因地震及海嘯而受損，加上對於超出設計基準事故之平時整備與應變計劃不足。經檢討認為需檢視防護能力之項目有天然災害(如地震及海嘯)、電源供應、熱沉喪失、事故後氫氣與緊急事故之整備等 5 項。在天然災害防護方面需考慮廠外電力系統之耐震能力、開關場/緊急電源(柴油發電機)/取水口海水泵室之抗海嘯措施、建築物開口之水密性、海水泵室之抗淹水措施。

在電源供應方面，需針對廠外電力系統迴路數目、直流電力系統供電能力以及相關電力開關箱淹水而斷電之可能，考量加強現有電力設施抗海嘯與耐震能力，並設置替代電源，例如備用開關場、開關箱電源車、蓄電池、以備萬一原電力系統喪失時能提供臨時電源。

喪失熱沉部分，需考量海水泵室淹水、淡水水源不足、消防系統管路耐震與抗海嘯能力。應採取措施避免因海嘯而同時喪失所有熱沉，例如海水泵室必須具備抗海嘯能力，海水泵故障時需能迅速恢復、若在廠區全黑造成海水系統功能喪失時應建立反應爐替代冷卻能力，並維持足夠水源。

氫氣控制方面，必須考量氫氣可能經由加壓之排氣管路進入廠房、流入其他機組、氫氣在反應器廠房累積、氫氣濃度監測、加強穿越管與墊片之密封性、圍阻體之氣密性，其建議事故發生時必須假設氫氣會流入其它廠房，必須採取措施防止氫氣累積以及設置設施以降低氫氣濃度(如燃燒裝置)，同時需考慮電源喪失之情況，至於可能之設施則未提及。

在緊急應變部分，其考量點有對極端狀況下(如現場無照明、儀器無指示、高輻射、同時於多部機組間進行多項作業、無通訊裝備)所需設備之備齊性、輻防管制設施抗海嘯措施、輻射防護之施行。針對電廠員工與包商人員在所述極端狀況下，必須組成緊急小組救災作業之進行妥善規劃，免震棟能夠有效發揮緊急應變指揮之功能，必須透過平時訓練以增進人員對應變措施之熟悉度，同時應確

認指揮系統或組織以及採行措施有效性，包括能適時採行加強措施。

提出規劃採取措施之基本理念，首先必須加強現有系統設備之防海嘯能力，以便利用現有設計以將事故回復到設計之狀況；準備後備設施俾於原系統因故失效時能提供救援，且需採取對策以便能在惡劣環境順利地使用這些後備設施；以深度防禦觀點，針對嚴重核子事故準備更多與新式的應變措施。在未來將持續檢視之項目包括下列各項：

1. 針對地震造成之火災/水災、海嘯造成之火災與恐怖攻擊造成設施受損之防範措施
2. 加強巨災(disaster)之防範措施
3. 加強安全文化
4. 引用安全度評估(PSA)
5. 發展人力資源(Human Resources)
6. 具有多部機組電廠廠址之相關議題
7. 蒐集事故處理之 know-how 資訊
8. 一次圍阻體排氣過濾系統設置

(二) 福島一廠事故後世界核能發展趨勢

本項由經濟合作發展組織核能署與世界核能發電協會代表，分別就福島電廠事故後對核能發電及核能安全政策影響與現況、世界核能發電協會角色強化進行演說。在經濟合作發展組織之演講者提及德國、瑞士與義大利分別採取停止老舊電廠運轉、於一定期限內將核電廠除役或停止發展核能之作法，其中亦提到台灣為不增建機組(no new construction)。其他國家如美國、法國、中國、韓國則會持續核能應用。世界核能發電協會代表則就三哩島、車諾比與福島一廠等 3 大核能事故作比較，強調未來 WANO 及核能業界應思考由以往著重事故預防(prevention)，轉而亦加強事故救援(mitigation)措施。WANO 未來之強化措施包括

加強緊急應變與廠區用過燃料儲存議題，採取全球核能事件應變合作策略。同業評估(Peer Review)部份，於執行同業評估後提出風險評估資訊、運轉中電廠定期執行同業評估，並將針對新建機組執行起動前同業評估，同時並會於 2012 年執行內部同業評估(Internal Peer Review)。此外，在演將中亦對日本對電廠不利資訊不與公開，與部屬甚少質疑上級意見的特殊文化，提出批判。

(三) 福島一廠事故後國際之作爲

本項分別由法國 EDF 電力公司及俄羅斯 JSC Concern Rosenergoatom 電力公司代表針對採取之安全強化措施提出說明。

法國 EDF 電力公司部分，指出因應法國管制機關 ASN 之要求，於今年 9 月 15 日所提出之評估報告內容，提出地震、水災、喪失熱沉、喪失電源與嚴重事故處理 5 個要項，就現行設計基準措施與超出設計基準兩方面進行評估。其中，在水災部分之設計基準爲千年最大洪水(Maximized Thousand year Flooding，簡稱 CMM) 之 1.15 倍，而重新分析後，其將防水災設計基準提昇爲原設計基準之 1.3 倍，以某一座電廠爲例，原核島區高度爲 4.5 公尺(尙高於原設計基準)，原堤防高度爲 6.2 公尺，經分析後增建高 2.3 公尺之堤防，使堤防高度達 8.5 公尺。不過該電廠位於河邊，故僅考慮河水上漲之影響。

在地震方面之現行設計基礎係將歷史發生最大地震規模(芮氏)再加上 0.5，針對超出設計基礎之地震規模在反應器廠房部分係以設計基礎地震再加上 0.5 進行評估。在廠區全黑部分，現行分析基礎爲假設喪失 24 小時；超出設計基礎則假設廠區現有交流電源持續喪失之情況。經評估結果，在現行設計基礎部分，發現有部分不符合事項(但未說明不符合事項爲何)，已即時進行改善。在超出設計基礎部分之加強措施分述如下：

1. 耐震與防水部分

(1) 加強建築物之水密性

- (2) 增加堤壩強度或高度
 - (3) 強化電氣設備之耐受度
 - (4) 強化電氣開關設施防淹水措施
 - (5) 強化結構設備支架強度
 - (6) 建築物間連結(coupling between building)
2. 反應爐與用過燃料池喪失熱沉與電源
- (1) 增加替代水源，由地下水或其他水源(如水池)
 - (2) 增加柴油發電機
3. 嚴重核子事故
- (1) 圍阻體需要排氣降壓時經過過濾系統(現有設計)，以降低外釋量
 - (2) 建立快速反應小組(Forced Action Response Nucleaire, FARN)，於 24 小時內提供原緊急應變小組之後勤支援，包括提供大型機具（以提供電源/注水）與後續長期之危機處理。
4. 後續強化作業時程(一部機之時程，其他機組之時程將另訂)
- (1) 2012~2015：FARN、臨時水源、臨時柴油發電機
 - (2) 2016~2020：固定柴油發電機、固定新增水源
 - (3) 針對部分重要措施，在其加強設施完成前將採取臨時替代措施。

(四) 福島事件後的俄羅斯核能產業

俄羅斯電力公司部分，先針對車諾比事故後之強化措施，包括人因、緊急應變系統、深度安全評估與安全強化之現代化方面先做簡要說明，至於福島一廠事故後，其就緊要電源、氫爆防護、耐震、水力設施、緊急爐心冷卻系統、輻射偵測系統及事故應變與滅火行動等項進行評估，各電廠(共 10 座)於 3 月 21~28 日完成現行管制法規與持照基礎(Terms and Condition of Licenses)符合性自我評估，再由電力公司於 3 月 28 日至 4 月 1 日複檢，其評估結論除氫爆防護上尚待

完成補強外，其餘項目皆符合要求(由於演講時間緊迫，演講中未對執行細節多作說明，無從了解其如何在 1 個禮拜時間即完成評估)。

而針對各核能電廠對超出設計基礎之承受性(resistance)部份，其採取之壓力測試原則為考量所有可能之極端狀況與不同狀況之綜合影響評估結果，檢視項目包括電廠全黑、喪失熱沉與喪失圍阻體完整性之情況，相關結果於今年 8 月 15 送給管制機關聯邦環境產業與原子力監視機構(Federal Ecological, Technological and Nuclear Supervision Service)，其結論認為在電廠設計時並未將所有超出設計基礎事故納入考量，故必須採行強化措施以增進核電廠之強度(robustness)。其強化措施與時程分述如下：

1. 運轉上措施：於 1~4 個月內完成下列項目
 - (1) 針對極端狀況檢視現有安全分析
 - (2) 針對超出設計基準事故進行緊急計畫演練
 - (3) 分析臨近電廠發生超出設計基準事故之影響
 - (4) 針對發生超出設計基準事故時個人行動增加演練頻次
2. 短期措施：於 1 年內完成下列項目
 - (1) 找出並建立反應爐心、用過燃料池及其他特殊核燃料設施冷卻之額外水源(含硼水)與建立對應之程序書
 - (2) 針對廠區周邊地震數據與對核能機組、用過燃料池及其他特殊核燃料設施之影響進行研究分析
 - (3) 針對緊急應變程序與指引內容之充足性進行評估分析
3. 中期措施：於 1~2 年內完成下列項目
 - (1) 完成加強措施之設計文件並開始執行
 - (2) 將加強裝備送至電廠
 - (3) 配合相關加強裝備之備齊，修訂相關緊急應變程序書與事故指引
4. 長期措施：於 3~5 年內完成下列項目
 - (1) 完成所有加強措施

(2) 配合相關加強措施之備齊，修訂相關緊急應變程序書與事故指引

值得一提的是，不論是俄羅斯或法國，除電力公司外，反應爐與其他設備設計者與科學監督機構皆共同參與評估作業，此應有助於強化評估之品質。研討會第二天的專題討論的議程為「福島第一核電廠事故後日本原子力安全學會的活動」，重要論述內容說明於下。

(五) 日本核電廠評估大海嘯對策之導則

日本保全學會組織特殊委員會以發展核電廠評估大海嘯對策之導則，用以評估日本核電廠能承受大型海嘯的能力。此導則不僅考量在現有核電廠預期將發生的大型海嘯事件，亦評估這些電廠新採取的對策是否足以承受該大型海嘯，及其同時發生或後續的如廠區全黑事件，並且仍然有能力維持燃料於穩定冷卻之狀態。

從今年 5 月 25 日起該委員會每週討論一次，直至 7 月 7 日委員會通過此導則，目的在建議一能確認日本核電廠採取適當並能維持反應爐及用過燃料池穩定冷卻之海嘯對策的評估方法。此導則適用於評估 BWR、PWR 核電廠採取防範大海嘯對策之評估，並可評估包括功率、停機及檢修之不同運轉狀態的核電廠。此導則針對由地震引致大海嘯並激發之超過設計基準事件，專注於反應爐及用過燃料池冷卻的議題。為了確保在大海嘯襲擊後穩定冷卻所必須的電源供應、最終熱沉，導則所評估的主要目標為防範大海嘯設備、設施的預先備便，以及在大海嘯引起的超過設計基準事件之情境，包括緊急應變管理之訓練及演習。

導則評估及發展的基本項目包括(1)評估防範大海嘯對策具備多重獨立及冗餘性，縱然在由地震引致大海嘯且同時喪失外電下，仍能避免可能發生之燃料失效及維持穩定冷卻之狀態，(2)未限定特定海嘯高度的超過設計基準事件(嚴重事故)之因應能力，(3)緊急應變管理的訓練狀況及演習計劃，確認有效性、務實性並能處理已證實的實際議題，(4)合併納入最近的新發現及因應海嘯對策為最新型的設備。

導則評估的流程如圖 1，依據該流程的步驟執行大海嘯對策的評估活動。

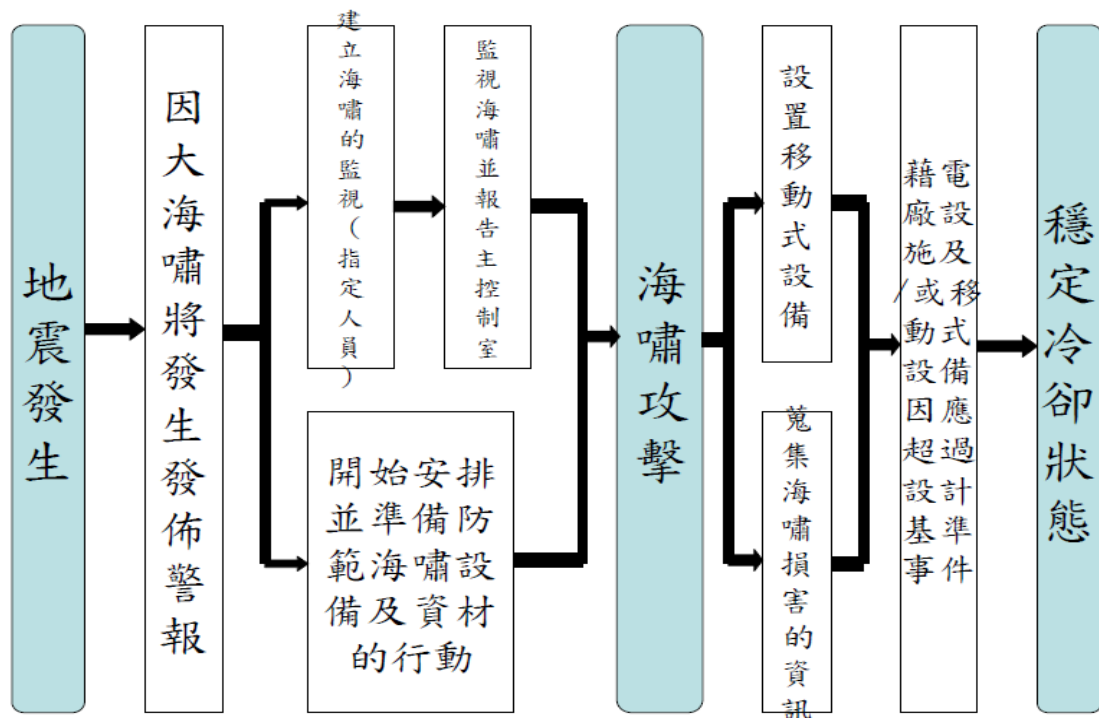


圖 1. 核電廠評估大海嘯對策之導則流程

大海嘯評估導則之對策係基於以下要求執行評估：

1. 依據反應爐及用過燃料池穩定冷卻狀態所需要的功能，包括足夠存量的水注入且/或冷卻系統到反應爐及用過燃料池
2. 可用的設施及儀器監視反應爐及用過燃料池的狀態
3. 控制室的環境能維持以監視反應爐及用過燃料池的狀態
4. 廠內及廠外的通訊設備以及所須的電源能確保
5. 其他重要特性，包括時間與空間軸線評估的深度防禦方法論，並依據個廠假設發生的海嘯事件逐步變更淹水的高度，保持冷卻系統的功能，準備移動式設備及備品以及訓練、演習等

特殊委員會依據大海嘯導則評估日本 37 個(東京電力公司所有者除外)核電廠機組的安全，假設核電廠因地震喪失外電，評估反應爐及用過燃料池冷卻之能力，並探討實施防範海嘯對策的有效性，海嘯的最大高度假設為 15 公尺。歐盟壓力測試考慮諸如地震、水災等嚴重天災及人為事件災難，澄清設計基準事件以及評估核電廠在超過設計基準事件的完整性，重點在評估該事件的瀕危效應之影響，橋爪秀利教授指出此導則在評估水災(海嘯)的影響與歐盟壓力測試有甚大的共通性。針對核電廠機組採此導則評估的結果顯示，在 10~15 公尺(視電廠廠址而異)海嘯均能保持穩定的冷卻功能，後續將再依據此導則評估超過 10~15 公

尺海嘯對核電廠的影響。

(六) 經驗回饋及對策

日本原子力學會技術評估委員會針對福島電廠事故提出 12 個面向之經驗回饋及對策，包括地震、海嘯、喪失所有交流電源、喪失最終熱沉、事故管理、氫氣爆炸、用過燃料池、安全研究、管制及安全設計、組織及危機管理、公眾資訊的揭露以及緊急事故期間的安全管理。

從此次日本東北大地震下，核能電廠設計地震加速度(S_s)與最大地震加速度比值而言，受影響停機的女川廠、福島一廠、福島二廠及東海廠等四個核電廠，共 14 部的核能機組，在三種不同地震運動方向(NS、EW 及 UD)，其中有 7 個超過設計地震加速度，另有 29 個較設計地震加速度的八成為低，在這四個核電廠重要組件均未因地震而受損，表示在現今知識技術下的地震設計運作良好。在地震之後這 14 部核能機組中有 7 部(福島一廠 6 部、東海廠 1 部)機組喪失外電，而女川廠 1 號機發生非緊要開關箱的火災事件。

但是福島一廠、福島二廠及女川廠的海嘯溯上高度超過設計高程及預估值，因為防範海嘯設計上不足的失敗導致核電廠事故。岡本孝司教授並以我國核三廠 318 事件的 2 小時期長全黑事件為例，說明縱然緊急柴油發電機為可用，但若開關箱及/或匯流排失效的情況仍會發生全黑事件，以佐證開關箱及/或匯流排的重要性，也說明該事件係藉第五部柴油發電機(空氣冷卻)連上匯流排始終止，應可做為日本改善安全的參考考量。針對全黑事件的緊急電源必須多樣性、獨立且重覆串，須將一般全黑事件納入為設計基準事件，並準備替代的交流電源以降低其風險，而喪失匯流排及直流電源必須視為設計延伸考量情況，儀控係為相較於泵需要較少的電源，在嚴重事故管理提供後備電池組為有效的措施，對於避免電力系統的共同失效應強化防水能力。

在電源可用時喪失最終熱沉有相對較長的時間餘裕，因此必須防止完全的廠區全黑，降低喪失最終熱沉的回復項目，應事先準備如馬達、泵等備品。考慮採氣冷式系統為改善熱沉尤其對二次圍阻體及用過燃料池的可靠度做法。在氫控的事故管理強調後備電池組提供操作閥門及儀器之用，使用過濾的途徑做圍阻體排放減少放射性物質。海水泵必須裝置在防水建物之內。事故獲得的經驗回饋之結論指出海嘯評估及海嘯風險必須重新執行，事故管理須採嚴謹觀點重新檢視，

在任何情況下要避免完全的廠區全黑事件，須事先準備替代的交流及直流電源系統，並事先準備因應喪失最終熱沉的組件，氣冷式冷卻系統須考慮為最終熱沉的多樣性，圍阻體排放的過濾系統能有效防護環境，對氫氣排放須仔再予檢視確認以及提供用過燃料池冷卻系統的多樣性等。

(七) 事故間接成因及對策

日本東北大地震導致福島一廠事故的直接成因係規模 9.0 的大地震，及接續而來超過 15 公尺以上的大海嘯侵襲核電廠。日本原子力學會另提出包括核能安全基本概念、強化核能安全架構及向核能安全前進等三項福島一廠事故的間接成因。在核能安全基本概念方面，應該重新評價核能安全所建立的目標，清楚說明達到該目標及標準化程序的措施及機制，日本政府及日本原子力學會開始發展事故管理措施的標準，重新定位核安管制機構並主動從事 PRA 的推廣及討論並使得公眾得以瞭解其內涵。

在強化核能安全架構方面，應該澄清核安管制機關著重的面向，並澄清各專業機構(如 JNES、AESJ)及業主的角色及責任以及管制機關無彈性延攬足敷所需的專業人力；強化做法的建議是要有事權統一的核安管制機關，學術界應該分擔核安相關的責任，建立業界/學界在專業能力佐助政府機關的方式。

在向核能安全前進方面，應該解決管制機關與業主間衝突抵觸甚至失去共同之目標，應該藉良好溝通管道，建立「信任但查證」精神之運作架構，AESJ 希望能擔任此一責任；抗拒變更的文化妨礙技術創新改善的浪潮，管制標準之功能化及簡化有助益於改善，AESJ 建議發展管制體系及對應之標準；在缺乏國際社會合作方面，應該由政府迅速起動「福島事件國際計畫」，以因應週邊區域的回復及重建，AESJ 主動要求貢獻能力於此一措施。

(八) 福島事故對未來核能安全的經驗回饋

下午的專題討論主題為「福島事故對未來核能安全的經驗回饋－抵擋超過設計基準事件的措施」，由北海道大學奈良林直教授主持，以及五位各學會及研究機構的專家學者共同發表，所有與會者共同參與並提問做意見交換之討論。原子力研究開發機構核安研究中心更田豐志副主任，以超過設計基準事故的研究及事故的經驗回饋為題，指出營運者在實務可行上應盡最大之努力，管制機關就實

務可行定義其範圍並更新管制標準，以鼓勵營運者持續改善，發展並改善現有安全分析之技術；營運者自願就事故管理措施的努力將變更為法律的要求事項，以發展事故管理措施避免嚴重事故，包括採用 PRA 方法實施設計要求的審查(日本政府對 IAEA 核安報告所提出)，並更新嚴重事故程式及事故管理措施、強化緊急應變能力；應該檢查具高風險但低發生率之廠外事件，包括地震、海嘯、火災、爆炸等，人為事故亦然。強化包括(1)預防嚴重事故須更瞭解超過設計基準事故之現象，(2)預測嚴重事故進程及輻射源項的程式，及改善事故管理措施的實驗及解析方法，(3)依據最新技術知識的環境影響評估方法論，以及其在防範災難之應用，(4)高風險但低發生率之廠外事件及人為事故等重要領域之研究。

日本保全學會橋爪秀利教授針對提昇核能電廠安全之途為題，提出海嘯高度高於原預估值的結果及影響之評估，以及在嚴重事故下有關放射性物質排放的共同瞭解之兩項議題。此事件之前不能有甚至遠低於管制標準的排放，管制機關假設的嚴重性可依在廠內無嚴重事故之零排放為目標，如果無法保持在允許限值內，機組必須停機並採取較高防範海嘯的措施；在壓力測試時考量嚴重性更高之情形，可以接受一定程度之放射性物質排放，以避免福島一廠的高危險事故。另考量電廠停機採取對策投資，以及事故後廢棄電廠及補償費用的經濟之決策。

原子力安全基盤機構的技術顧問水町涉先生就福島事故美國核管會及國際原子能總署之建議事項為題，提出原子能總署重要結論(1)應考量定期(每十年)與國際管制合作，特別是針對外部危害的衝擊，(2)強化嚴重事故的管理，(3)在 2007 年整合管制審查服務(IRRS)指出管制架構的複雜性，至今日本政府尚未回應此議題。水町涉先生亦針對國際間對食物輻射管制的標準，探討日本管制在撲殺農場牛隻的過度保守作為。美國核管會近期專案小組提出報告指出，不需要採取立即的緊急措施，但在長期方向將重新思考深度防禦的基本哲理；但日本電廠必須儘速依據經驗回饋做必要的修改，以提供大眾核能安全的證明；對於嚴重事故要求更清楚明確的哲思並立法與國際有一致的要求。在核安確保最重要的三方面冷卻水、電源及儀控系統，日本近期修改包括不須電源的供水系統，增設氣渦輪發電機及電源車等，強化水位、溫度及輻射大小等儀控系統，教育訓練等項目，至於中程修改包括採安全閥或破裂盤方式，在達設計壓力時以具過濾器方式排放一次圍阻體。

此場次專題討論會中，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，由技術面來說，有助於國際間於核能營運安全提昇的交流。接著，日本保全學會會長宮健三先生致閉幕詞，說明此次國際研討會所討論技術議題，並強調國際針對核能安全合作之重要性，尤其天然危害相關的安全措施應有更深入的探討，日本原子力學會會長田中知最後並提出此次會議之共同聲明文，詳如附件二。

三、參訪日本原子力產業協會

日本原子力產業協會(Japan Atomic Industrial Forum, Inc.)，簡稱 JAIF)係日本一屬性為社團法人之民間組織，其主要宗旨為推廣原子能之和平用途，尤其是核能之應用，其總部目前，除於日本各區設有懇談會或協議會外，其會員總會設於東京都港區虎之門(Toranomon, Minato-ku, Tokyo)，理事會由會長、副會長、理事長、常務理事組成，並有監事、顧問及各種委員會，為推動會務，其下設有政策推進部(Policy Promotion)、企劃總務部(Planning & General Affairs)、情報溝通部(Information & Communication)以及國際部(International Affairs)，部分主管與職員人數約五十餘名。

日本原子力產業協會每年 4 月皆會於東京召開國際年會，由國際間從事核能相關業務人員齊聚一堂，就核能應用、安全營運議題進行廣泛討論，藉此以達經驗相互交流，並使核能發電營運更為穩定安全，我國以往亦會派員參與。然而今年 3 月日本東北地區發生大地震及海嘯，日本福島第一核電廠發生重大核能事故，今年年會因而取消。但明年之年會將如期舉行，預訂之議題將著重於福島電廠事故之相關議題，包括福島電廠事故狀況分析、重新檢視重要議題、經驗教訓等。除了年會之外，其亦會在網站上公布核能相關訊息，諸如 Atom In Japan。尤其在福島第一核電廠發生核能事故後，JAIF 網站每日皆對福島一廠狀況提供非常具體之資訊，包括各機組之反應爐、一/二次圍阻體完整性、用過燃料池用過燃料儲存支數與受損情形研判、放射性物質外釋、救災行動、事故後續處理情形等提供相當完整之訊息，利用綠、黃、紅等顏色配合文字，表示反應爐、圍阻

體、用過燃料之安全或受損狀態，相較於新聞媒體與政府機關而言，其所提供之訊息不但更為完整易讀，而且在時效與正確性亦能達到相當之程度，本會於網站上”日本福島核災專區”之事故最新發展內容，亦多參考該協會所公布之資訊。

本次訪談，係由該協會之國際部部長喜多智彥(Tomohiko KITA)先生及主任石井敬之(Noriyuki ISHII)先生負責接待與訪談事宜，其中喜多智彥先生曾任職國際原子能總署，其對於核能相關知識方面的熟悉度令人印象深刻，而石井敬之先生於參加 ISONS 會議期間主動詢問提供協助，並熱心安排本次會面(如圖 1)。



圖 1. 參訪日本原子力產業協會後合影

本次訪談之主題主要就日本國內政府及核能界在福島電廠事故後之政策與檢討作業，以及就該協會如何迅速且正確地蒐集到核能電廠訊息之作業情形進行了解。

在政府政策與檢討作業方面，在福島電廠事故後，不論是政府或電力公司，皆已要求必須進行安全體檢，以確認對海嘯地震等災害之耐受度，並採取必要措施，同時也體認到除了建構深度防禦之機組設備外，亦必須強化事故之應變措施。在討論過程中，就日本在事故後處理之決策情形，喜多智彥先生表示一般是由電廠廠長全權直接下令進行各種廠內應變，本次事故中對於若干重大操作，如是否進行圍阻體排氣，確實產生電廠、電力公司與政府高層在指揮上不同調之間

題。另外，本次事故在事件通報與政府對訊息掌握上亦出現落差，使得政府官員表示現場狀況尚在控制中時，新聞媒體卻播出一號機發生氫爆畫面。在討論中，對於指揮決策，雖規定由現場負責，但也體認到現實狀況可能發生高層介入時，現場指揮者面臨之壓力問題，不過，一般咸認除非現場指揮系統失去功能，否則仍應讓指揮體系單純化，避免需層層通報外部而影響救災時效。但由於目前政府與電力公司之檢討重心仍在各電廠之安全總體檢上，並未就此決策指揮上之問題多做討論。

在如何迅速獲得並正確提供核能電廠相關訊息方面，於 311 東北大地震發生後，該區域設有多部核能機組，除福島一廠外，其他電廠如福島二廠、女川電廠及東海電廠亦發生因地震或海嘯而造成機組設備淹水或失火之狀況，如何迅速提供這些電廠之狀況，以讓民眾了解，確實須要諸多條件配合。喜多智彥先生表示當時其所有 50 餘名員工皆全體動員，進行資訊蒐集、訊息彙整與發布等不同作業。首先，立即派員至政府與電力公司或由本部人員同時以連絡或上網搜尋方式以了解各核能電廠之運轉狀況、演變與廠外單位救災措施，本部人員則進行資訊彙整與討論所發布訊息內容及其呈現方式。利用綠黃紅等淺顯易懂之方式，表示機組各重要放射性物質屏障(Barrier)狀態，亦是事故後首家採用此方式之機構。另外，由於其部分成員對核能電廠皆有一定程度之了解，故在公布訊息之用詞上亦能兼具專業與大眾了解之需求，這也是值得學習之處。

四、參訪日本原子力安全基盤機構

日本獨立行政法人原子力安全基盤機構(Japan Nuclear Energy Safety Organization, 簡稱 JNES)成立於 2003 年 10 月 1 日，其前身為財團法人原子力發電技術機構(Nuclear Power Engineering Corporation, NUPEC)，日本核安管制單位為避免核電業主影響核安事件之再度發生，在 2003 年 10 月將 NUPEC 重組改編成立 JNES 以佐助原子力安全保安院(Nuclear and Industrial Safety Agency, NISA)的管制活動，並大幅擴充技術幕僚人員以因應繁重的管制活動，JNES 編制人員目前為 429 人；改組後的機構與核管單位 NISA 合作，完成確保使用核能的安全

性之任務，包括對核能電廠與核設施的視察、安全分析與評估、緊急事件的支援、核安的研究、試驗與調查、以及核安資訊的蒐集、分析，這些技術活動的結果均必須呈報到 NISA。

JNES 機構的技術部門包括檢查業務部、防災對策部、耐震安全部、核子緊急應變反應部、核能系統安全部、以及廢棄物燃料輸送安全部等；本次參訪於十一月四日拜訪 JNES，由該機構國際室主事鶴我計介(TSURUGA Keisuke)先生負責接待與訪談事宜，並與原子力系統安全部特任參事小倉克規(OGURA Katsunori)博士、該部嚴重事故評估組組長深沢正憲(FUKASAWA Masanori)博士、耐震安全部次長高松直丘(TAKAMATSU Naotaka)先生、該部設備系統評估組組長飯島亨(IIJIMA Toru)先生展開技術交流討論。本次訪問之內容包括我方提出請該機構預做準備之討論議題，詳表 1，其中，另包括原規劃參訪機構 JANTI 策略規劃室經理永田尚匡(Tadahisa Nagata)先生提供之意見說明。我國已要求國內核電廠依據歐盟壓力測試規範做檢討，本次討論乃針對 NISA 要求福島電廠事故後之評估與檢討作業規範，而 JNES 人員係協助 NISA 執行技術審查與評估，職等與 JNES 人員以日本核電廠二階段全面安全評估之情形與做法進行了解。

表 1. 我方人員事先擬定雙方之討論題綱

討論題綱之摘要	日本原子力基盤機構說明
<p>Trade and industry minister on July 6 said that all of Japan's nuclear power plants must undergo "stress tests" that comprehensively evaluate their safety. The same day, Prime Minister had instructed officials concerned to work out new rules for verifying the safety of nuclear power plants, indicating that the results of stress tests will be the basis on judging on whether nuclear power plants now out of operation should be restarted. On next Monday, the Japan government said that in the first round, safety-related components of reactors that are going</p>	<p>JNES：有關日本業主第一份壓力測試報告在 10 月 28 日提出，JENS 人員在討論時尚未收到，故訪談之討論主題侷限在執行的範圍及方法論。當時尚不清楚 NISA 的管制立場。針對日本核電廠二階段全面安全評估做法已摘要於本報告。</p> <p>JANTI：有關壓力測試的細節資訊尚未取得，僅瞭解壓力測試的大綱，但在日本業主提交壓力測試報告後細節將會公開。</p>

<p>through regular checks but are ready for operation will be tested, and that in the second round, all reactors in operation will undergo comprehensive safety tests. What's the methodology, scope, technical details and review process, guideline of the first-stage and second stage stress test? What's the current status of utilities' stress tests? Would you provide the examples of Japanese plant's stress test? What's the regulatory position?</p>	
<p>We understand that the total loss of instrumentation and control under the station blackout accident. There are no indications for vessel, containment and spent fuel pool. Please describe the detailed measures to enhance the monitor for vessel, containment and spent fuel pool during the severe accidents. What is the regulatory position on the issues?</p>	<p>JNES：在壓力測試報告將會描述壓力容器儀控強化的詳細措施及評估。</p> <p>JANTI：有關儀控/偵測器的強化為重要考量，將會研究並發展新的儀控/偵測器之技術。</p>
<p>The phenomena of hydrogen burn or explosions will make the mitigating actions more difficult to implement. In Japan, is there any result of technical study for the hydrogen production and explosions to be referenced? If not, what's the plan for the detailed assessment, the experiments, analysis methods, or techniques on the special issues? What's the regulatory position?</p>	<p>JNES：有一些計畫正在探討研究方向及內容尚未公開，目前 JNES 正採用 MECLOR 程式及 CFD 程式分析福島事故的氫氣爆炸現象。自 2010 年已開始執行 BWR 電廠事故後，充氮氣鈍化的圍阻體內，大量產生氫氣處理的實驗研究，以避免後續輻射排放對環境的影響，以及廠界周邊疏散的困難。研究採用鈷(Ru)催化反應以結合氫氣與氮氣的處理方式。</p>

	<p>JANTI: 對引進圍阻體排氣之過濾系統尚有疑慮，在氫氣爆炸前經由過濾系統的排氣為有效的措施，但該措施對氫氣爆炸尚未嚴謹確認為有效，將持續研究並發展嚴重事故下氫氣爆炸反應。</p>
<p>Continued from the issue 3, what is the risk result for hydrogen burn or explosions of a nuclear power plant PRA models? In Japan, is there any available PRA result for the hydrogen burn or explosions? From the regulatory point of view, what's the next option?</p>	<p>JANTI: 在日本已執行一階、二階 PRA 分析，但在二階 PRA 並不完整，僅侷限在圍阻體的失效機率部份，但已涵蓋氫氣爆炸的後果，但該機構並無日本業主二階 PRA 的詳細資訊。</p>
<p>In the PRA model of Japan nuclear power plants, do you include the station blackout scenarios resulting from external events? What's the priority of this special sequence in your PRA results? In the near future, is there any plan for the model reinforcement? Are there review guidelines or technical standards to be developed in Japan? Do you adopt the USNRC risk-informed philosophy? What's the status of seismic PRA and tsunami PRA before/after the Fukushima accidents of Japan NPP?</p>	<p>JANTI: 目前僅針對地震建立廠外事件 PRA 的導則，在福島事故之後，已開始執行海嘯 PRA 導則的發展，廠區全黑已納入地震 PRA 亦將在海嘯 PRA 中評估。</p>
<p>It shows the weak points of Mark I containment in this accident. Is there any plan to the technical analysis of containment performance for Japan nuclear power plants? What's the decision-making process and position of regulatory authorities?</p>	<p>JANTI: 在氫氣爆炸前經由過濾系統的排氣為有效的措施，將研究並發展在嚴重事故期間圍阻體性能的強化。</p>

<p>The steam-driven equipment with the valves operated through direct electrical currents. Although the time of RCIC functionality loss determined by TEPCO is more than 30 hours after operation start-up, given the actual constraints of battery capacity, it follows that functionality was maintained even after the battery run out. What're the unit staff actions to extend the operations of steam-driven equipment?</p>	<p>JANTI: 目前延長蒸汽帶動設備運轉時間尚未有詳細資訊，但有依據 B.5.b/NEI 06-12 規劃移動式泵及發電機做蒸汽帶動設備的後備。</p>
<p>What's the coping requirement for station blackout before/after the Fukushima accidents? What's the regulatory position?</p>	<p>JANTI: 目前在因應廠區全黑設計期長規劃為延長之方向。</p>
<p>It is important issue to consider the operator performance in the severe (high radiation or temperature, etc.) environment. What's the current status of human reliability study? What's the regulatory position?</p>	<p>JANTI: 目前研究的重心在設備性能的強化，尚未發展人為可靠度的強化作為。</p>

在日本核電廠二階段全面安全評估(壓力測試)方面，係原子力安全保安院(NISA)在原子力安全委員會(NSC)要求下，對現有核電廠執行全面安全評估，以因應福島事故之檢討，以下為評估程序及實施計畫。

(一) 應評估的設施

所有核反應器設施包括興建中者必須評估，然而，東京電力公司(TEPCO，以下簡稱東電)的福島一廠、二廠、任何已經除役的設施以及已無任何燃料之設施可排除評估的要求。核燃料生產設施將考量另行實施評估。

(二) 應評估的特定時間

應受評估的設施將實施此評估，及在其選定時間前提出營運狀況之報告。

(三) 應評估的事件

考量東電福島一廠的事故，以下事件應受到評估：

1. 自然現象：地震及海嘯
2. 喪失安全功能：喪失所有交流電源及喪失最終熱沉

(四) 評估的實施方法

電力業主及相關(營運)機構應依據以下方法論實施評估並提交評估結果至 NISA。NISA 將先審查各營運者的評估結果，再由 NSC 做審查結果之確認。各營運者的評估包括二個階段，該兩個評估階段均要求明確說明，針對在東電福島一廠事故後已實施的緊急安全措施及其他相關措施。

1. 第一階段評估

實施的做法係對抵抗超過設計基準事件，具安全功能且重要度特別高的 SSC 安全餘裕程度的評估，實施評估的觀點將依據允許限值及其他有關數值(相較於回復能力的上限預設甚大餘裕的允許限值，採用的餘裕值及應用在技術上為可衡量)在安全餘裕確保的程度。該評估也從深度防禦的觀點，指出採取確保抵抗超過設計基準事件安全措施的有效性。上述程序將判定在安全標準是否將強化至更高的安全餘裕。

2. 第二階段評估

假設發生超過設計基準事件下，將評估在提高事件規模而電廠能承受且無嚴重燃料受損的安全餘裕(強度的最後限值)，此外，依據深度防禦的觀點，指出避免嚴重燃料受損措施的有效性。同時，確認任何瀕危效應以發現潛在的弱點。上述過程將得到現有電廠抵抗超過設計基準外部事件的強固性之全面性評價。

3. 進行評估的方法

所有營運者的評估將依事件樹指出特定事件的發展過程及事件樹各階段，營運者應考量能用於各階段的防護措施，並提出各措施的可實現性及限制，提出

此方式在各階段，並由深度防禦的觀點獲得清楚明確的評估。在營運者實施評估時須依據下列要點：

- (1) 在肇始事件出現的情況，除假設在最嚴重如全功率運轉情況外，營運者應假設電廠的情況會最嚴重，例如，在用過燃料池係完全填滿用過燃料。
- (2) 分析假設的自然現象為地震及海嘯，以這些自然現象同時發生為前提，甚至，在第二階段的評估最嚴重之情況按照最近超過設計基準事件之經驗做假定，視需要也可納入其他自然現象的同時發生，即未限定在設計基準事件。
- (3) 營運者也須審查事件的發展及在事件進程所考慮運轉員的可用時間。
- (4) 營運者應假設反應器及用過燃料池係同時受影響，甚至，在評估防護措施時，營運者應假設嚴重情況，即排除在合理假設預期為可回復之功能，將設為只要喪失該功能將不能回復；並假設營運者無法從電廠以外獲得任何協助。
- (5) 營運者在第二階段評估可納入包括其自願強化的功能及設施之 SSC 的評估，包括依據合理假設預期能維持功能之地震設計重要性分類為 B 及 C 級之結構或組件。
- (6) 在喪失安全功能及喪失所有交流電源、最終熱沉的假設，在第二階段評估也假定其喪失之同時發生。
- (7) 營運者對多機組的核電廠應考慮不同機組之間交互作用的可能性。
- (8) 評估係依定論的方式及實務性實施，不使用過度之保守性。
- (9) 營運者實施過程對此工作應體認係能夠擷取所屬核電廠之餘裕及可能弱點並改善安全之程序的一部份。

(五) 第一階段評估的實施內涵

以下為第一階段評估應實施的項目：

1. 地震

- (1) 依據地震運動超過設計基準的程度，採用由地震安全度評估(SPRA)及其他相關知識或與可用限值或其他數值相比較得到的知識，評估對嚴重燃料受損有關的地震 S 等級或其他地震等級之 SSC 是否會損壞或喪失功能。
- (2) 確認由肇始事件發生到嚴重燃料受損之任何事件進程，採用描述在(1)的評估結果，並詳細說明存在的任何瀕危效應。此外，說明地震在瀕危效應之地表運動的大小。
- (3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。

2. 海嘯

- (1) 依據海嘯溯上高度超過設計基準的程度，設計基準海嘯係採用由日本土木工程學會「日本核電廠海嘯評估方法(2002年)」之結果，並採用海嘯安全度評估(TPRA)獲得的知識及其他相關知識或與設計基準海嘯高度或其他數值相比較得到的知識，評估對嚴重燃料受損有關的高重要度安全功能及其他 SSC 是否會損壞或喪失功能。
- (2) 確認由肇始事件發生到嚴重燃料受損之任何事件進程，採用描述在(1)的評估結果，並詳細說明存在的任何瀕危效應。此外，說明海嘯在瀕危效應之溯上高度。
- (3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。

3. 同時發生地震、海嘯

- (1) 依據 SPRA、TPRA 獲得或與設計基準相比較得到的知識，在超過設計基準地震及超過設計基準海嘯之後，評估對嚴重燃料受損有關的高重要度安全功能及其他 SSC 是否會損壞或喪失功能。
- (2) 確認由肇始事件發生到嚴重燃料受損之任何事件進程，採用描述在(1)的評估結果，並詳細說明存在的任何瀕危效應。此外，說明在瀕危效應

時地震地表運動的大小及海嘯之溯上高度。

- (3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。

4. 喪失所有交流電源

- (1) 依據廠內事件安全度評估(PRA)獲得的知識，確認由喪失所有交流電源肇始事件到嚴重燃料受損的所有事件進程，此外，說明喪失所有交流電源在上述情境之期長。
- (2) 採用描述在(1)確認事件進程的結果，以及由喪失外電發展為喪失所有交流電源之過程，詳細說明存在的任何瀕危效應。
- (3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。

5. 喪失最終熱沉

- (1) 依據廠內事件安全度評估(PRA)獲得的知識，確認由喪失最終熱沉肇始事件到嚴重燃料受損的所有事件進程，此外，說明喪失最終熱沉在上述情境之期長。
- (2) 採用描述在(1)確認事件進程的結果，詳細說明存在的任何瀕危效應。
- (3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。

6. 其他嚴重事故管理

在 1992 年當時的國際貿易與工業省發佈之文件「未來如何精進事故管理措施」，引進做為事故管理措施之管制項目，營運者據以施行(包括避免嚴重燃料受損的措施、維持圍阻體完整性及避免大量放射性物質外釋功能的措施)並採深度防禦之觀點說明其有效性。然而，排除上述 1 至 5 項的(3)所描述用於避免事件發展至導致任何嚴重燃料損壞程序中之措施。

(六) 第二階段評估的實施內涵

以下為第二階段評估應實施的項目：

1. 地震

- (1) 依據地震運動超過設計基準的程度，採用由地震安全度評估(SPRA)得到的知識及其他相關知識，評估 SSC 是否會損壞或喪失功能。
- (2) 確認由肇始事件發生到嚴重燃料受損之任何事件進程，採用描述在(1)的評估結果，並詳細說明存在的任何瀕危效應。此外，說明地震在瀕危效應之地表運動的大小。
- (3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。甚至，若考慮同時發生之其他自然現象有對事件進程會引致嚴重的影響之可能性，須考量其衝擊及因應措施。

2. 海嘯

- (1) 依據海嘯高度超過設計基準的程度，採用由海嘯安全度評估(TPRA)得到的知識及其他相關知識，評估 SSC 是否會損壞或喪失功能。
- (2) 確認由肇始事件發生到嚴重燃料受損之任何事件進程，採用描述在(1)的評估結果，並詳細說明存在的任何瀕危效應。此外，說明海嘯在瀕危效應之高度。
- (3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。甚至，若考慮同時發生之其他自然現象有對事件進程會引致嚴重的影響之可能性，須考量其衝擊及因應措施。

3. 同時發生地震、海嘯

- (1) 在超過設計基準地震之後及超過設計基準海嘯事件，採用由地震及海嘯安全度評估得到的知識，評估 SSC 是否會損壞或喪失功能。
- (2) 確認由肇始事件發生到嚴重燃料受損之任何事件進程，採用描述在(1)的評估結果，並詳細說明存在的任何瀕危效應。此外，說明在瀕危效應

地震地表運動的大小及海嘯之溯上高度。

- (3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。甚至，若考慮同時發生之其他自然現象有對事件進程會引致嚴重的影響之可能性，須考量其衝擊及因應措施。

4. 喪失所有交流電源

- (1) 依據廠內事件安全度評估(PRA)獲得的知識，確認由喪失所有交流電源肇始事件到嚴重燃料受損的所有事件進程，此外，說明喪失所有交流電源在上述情境之期長。
- (2) 採用描述在(1)確認事件進程的結果，以及由喪失外電發展為喪失所有交流電源之過程，詳細說明存在的任何瀕危效應。
- (3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。

5. 喪失最終熱沉

- (1) 依據廠內事件安全度評估(PRA)獲得的知識，確認由喪失最終熱沉肇始事件到嚴重燃料受損的所有事件進程，此外，說明喪失最終熱沉在上述情境之期長。
- (2) 採用描述在(1)確認事件進程的結果，詳細說明存在的任何瀕危效應。
- (3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。

6. 喪失所有交流電源且喪失最終熱沉

- (1) 依據廠內事件安全度評估(PRA)獲得的知識，確認由喪失所有交流電源且喪失最終熱沉的肇始事件到嚴重燃料受損的所有事件進程，此外，說明喪失所有交流電源及喪失最終熱沉事件在上述情境之期長。
- (2) 採用描述在(1)確認事件進程的結果，詳細說明存在的任何瀕危效應。
- (3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何

瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。

7. 嚴重事故管理

- (1) 在 1992 年當時的國際貿易與工業省發佈之文件「未來如何精進事故管理措施」，引進做為事故管理措施之管制項目，營運者據以施行(包括避免嚴重燃料受損的措施、維持圍阻體完整性及避免大量放射性物質外釋功能的措施)，詳細說明任何的瀕危效應。此外，評估啟動嚴重事故管理措施的時間到事件進入瀕危效應時間之間的區間期長。
- (2) 依據避免瀕危效應的措施，採深度防禦之觀點說明其有效性，並檢討硬體以及包括應變程序書及機制等軟體面向。

以上兩階段安全評估在各項目做法的比較摘要如表 2。

表 2. 第一階段及第二階段評估之比較

	第一階段評估	第二階段評估
評估主題	<p>自然現象：地震、海嘯及兩者同時發生。</p> <p>喪失安全功能：喪失所有交流電源及喪失最終熱沉。</p> <p>嚴重事故管理。</p>	<p>自然現象：地震、海嘯及兩者同時發生。</p> <p>喪失安全功能：喪失所有交流電源、喪失最終熱沉及兩者兼有。</p> <p>嚴重事故管理。</p>
評估細節	<p>實施的做法係對抵抗超過設計基準事件，具安全功能且重要度特別高的 SSC 安全餘裕程度的評估，實施評估的觀點將依據允許限值及其他有關數值(相較於回復能力的上限預設甚大餘裕的允許限值，採用的餘裕值及應用在技術上為可衡量)在安全餘裕確保的程度。該評估也從深度防禦的觀點，指出採取確保抵抗超過設計基準事件安全全措施的有效性。上述程</p>	<p>假設發生超過設計基準事件下，將評估在提高事件規模而電廠能承受且無嚴重燃料受損的安全餘裕(強度的最後限值)，此外，依據深度防禦的觀點，指出避免嚴重燃料受損措施的有效性。同時，確認任何瀕危效應以發現潛在的弱點。上述過程將得到現有電廠抵抗超過設計基準外部事件的強固性之全面性評價。</p>

	序將判定在安全標準是否將強化至更高的安全餘裕。	
地震	<p>(1) 依據地震運動超過設計基準的程度，採用由地震安全度評估 (SPRA) 及其他相關知識或與可用限值或其他數值相比較得到的知識，評估對嚴重燃料受損有關的地震 S 等級或其他地震等級之 SSC 是否會損壞或喪失功能。</p> <p>(2) 確認由肇始事件發生到嚴重燃料受損之任何事件進程，採用描述在(1)的評估結果，並詳細說明存在的任何瀕危效應。此外，說明地震在瀕危效應之地表運動的大小。</p> <p>(3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。</p>	<p>(1) 依據地震運動超過設計基準的程度，採用由地震安全度評估 (SPRA) 得到的知識及其他相關知識，評估 SSC 是否會損壞或喪失功能。</p> <p>(2) (與第一階段相同)</p> <p>(3) (與第一階段相同)甚至，若考慮同時發生之其他自然現象有對事件進程會引致嚴重的影響之可能性，須考量其衝擊及因應措施。</p>
海嘯	<p>(1) 依據海嘯溯上高度超過設計基準的程度，設計基準海嘯係採用由日本土木工程學會「日本核電廠海嘯評估方法(2002年)」之結果，並採用海嘯安全度評估(TPSA)獲得的知識及其他相關知識或與設計基準海嘯高度或其他數值相比較得到的知識，評估對嚴重燃料受損有</p>	<p>(1) 依據海嘯高度超過設計基準的程度，採用由海嘯安全度評估 (TPRA) 得到的知識及其他相關知識，評估 SSC 是否會損壞或喪失功能。</p> <p>(2) (與第一階段相同)</p> <p>(3) (與第一階段相同)甚至，若考慮同時發生之其他自然現象有對事件進程會引致嚴重的</p>

	<p>關的高重要度安全功能及其他 SSC 是否會損壞或喪失功能。</p> <p>(2) 確認由肇始事件發生到嚴重燃料受損之任何事件進程，採用描述在(1)的評估結果，並詳細說明存在的任何瀕危效應。此外，說明海嘯在瀕危效應之溯上高度。</p> <p>(3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。</p>	<p>影響之可能性，須考量其衝擊及因應措施。</p>
<p>地震及海嘯同時發生</p>	<p>(1) 依據 SPRA、TPRA 獲得或與設計基準相比較得到的知識，在超過設計基準地震之後及超過設計基準海嘯，評估對嚴重燃料受損有關的高重要度安全功能及其他 SSC 是否會損壞或喪失功能。</p> <p>(2) 確認由肇始事件發生到嚴重燃料受損之任何事件進程，採用描述在(1)的評估結果，並詳細說明存在的任何瀕危效應。此外，說明在瀕危效應時地震地表運動的大小及海嘯之溯上高度。</p> <p>(3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，</p>	<p>(1) 在超過設計基準地震之後及超過設計基準海嘯事件，採用由地震及海嘯安全度評估得到的知識，評估 SSC 是否會損壞或喪失功能。</p> <p>(2) (與第一階段相同)</p> <p>(3) (與第一階段相同)甚至，若考慮同時發生之其他自然現象有對事件進程會引致嚴重的影響之可能性，須考量其衝擊及因應措施。</p>

	包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。	
電源	<p>(1) 依據廠內事件安全度評估 (PRA) 獲得的知識，確認由喪失所有交流電源肇始事件到嚴重燃料受損的所有事件進程，此外，說明喪失所有交流電源在上述情境之期長。</p> <p>(2) 採用描述在(1)確認事件進程的結果，以及由喪失外電發展為喪失所有交流電源之過程，詳細說明存在的任何瀕危效應。</p> <p>(3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。</p>	(與第一階段相同)
最終熱沉	<p>(1) 依據廠內事件安全度評估 (PRA) 獲得的知識，確認由喪失最終熱沉肇始事件到嚴重燃料受損的所有事件進程，此外，說明喪失最終熱沉在上述情境之期長。</p> <p>(2) 採用描述在(1)確認事件進程的結果，詳細說明存在的任何瀕危效應。</p> <p>(3) 依據事件發展並惡化的程序導</p>	(與第一階段相同)

	致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。	
同時喪失所有交流電源及最終熱沉	在日本核電廠通常喪失所有交流電源的同時，結果也將喪失最終熱沉。基於此理由同時喪失所有交流電源及最終熱沉，已涵蓋在喪失所有交流電源的情境。然而，此情境將在第二階段的評估時納入考量。	<p>(1) 依據廠內事件安全度評估(PRA)獲得的知識，確認由喪失所有交流電源且喪失最終熱沉的肇始事件到嚴重燃料受損的所有事件進程，此外，說明喪失所有交流電源及喪失最終熱沉事件在上述情境之期長。</p> <p>(2) 採用描述在(1)確認事件進程的結果，詳細說明存在的任何瀕危效應。</p> <p>(3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。</p>
其他嚴重事故管理	在 1992 年當時的國際貿易與工業省發佈之文件「未來如何精進事故管理措施」，引進做為事故管理措施之管制項目，營運者據以施行(包括避免嚴重燃料受損的措施、維持圍阻體完整性及避免大量放射性物質外釋功能的措施)並採深度防禦之觀點說明其有效性。然而，排除上述 1 至 5 項的(3)所描	(1) 在 1992 年當時的國際貿易與工業省發佈之文件「未來如何精進事故管理措施」，引進做為事故管理措施之管制項目，營運者據以施行(包括避免嚴重燃料受損的措施、維持圍阻體完整性及避免大量放射性物質外釋功能的措施)，詳細說明任何的瀕危效應。此

	<p>述用於避免事件發展至導致任何嚴重燃料損壞程序中之措施。</p>	<p>外，評估啓動嚴重事故管理措施的時間到事件進入瀕危效應時間之間的區間期長。</p> <p>(2) 依據避免瀕危效應的措施，採深度防禦之觀點說明其有效性，並檢討硬體以及包括應變程序書及機制等軟體面向。</p>
--	------------------------------------	---

(七) 兩階段評估的摘要

實施計畫係分兩階段執行，分述如下：

1. 第一階段評估

第一階段評估應針對正在定期檢修且已完成起動準備整備之反應器。

2. 第二階段評估

第二階段評估應針對所有現存反應器設施(然而，東電的福島一廠及二廠、任何已經除役的設施以及已無任何燃料之設施可排除評估的要求)，而今年底是營運者提送評估報告的規劃期限。然而，此期限仍可視歐盟國家執行壓力測試的狀態，以及東電福島電廠事故調查檢證委員會的審查狀態而調整。

現在興建中之核反應器設施在起動前應實施此一評估。此一評估依核電廠廠址為基礎實施。

3. NISA 採行的對策

(1) 第一階段評估

在 NISA 接到評估報告將評價第一階段評估的內容，並將陳報審查結果的發現至 NSC，再由 NSC 做確認。

(2) 第二階段評估

NISA 將評價第二階段評估的內容，並將陳報審查結果的發現至 NSC，再由 NSC 做確認。

此外，NISA 將考量歐盟國家執行壓力測試的狀態，以及東電福島電廠事故調查檢證委員會的審查狀態，視需要修訂第二階段實施之內涵，並命令營運者再依據修訂後第二階段的內涵實施評估。

職等亦說明本會在福島事故後的因應及管制作為，與要求台灣電力公司核電廠在相關強化個案的努力，另分別針對壓力測試中 PRA 技術的相關技術議題，以及地震 PRA 模式在壓力測試的引用交換意見，職等與該機構人員雙方均覺受益良多(如圖 2)。



圖 2. 參訪日本獨立行政法人原子力安全基盤機構後合影

參、心得：

1. 此次日本福島事故在多方面提供了極珍貴的經驗回饋，也讓核能業界面對嚴重事故真實發生的可能性，尤其在天災導致多機組的多項設備共因失效，然在事故發生初期或因故延宕、或準備不週未能及時採取適切處置的措施，以防止爐心熔毀與放射性物質的大量外釋，由此次各國對福島事故探討之經驗回饋觀察，佐證我國在核能安全防護再評估總體檢之完整性，雖然我國採取美國核管會之管制規範及措施，但日本核能業界受福島事故的深刻體驗，在核能業界提出之因應及強化措施之技術細節，仍值得我國執行核安總體檢之瞭解並參考。
2. 國際間由三哩島事故、車諾堡事故即持續檢討並強化核能安全，今年 311 強震與海嘯導致福島電廠之嚴重事故，廣泛引起國際間核能領域之關注，各核能先進國家及專業機構均大力推動重新評估，包括美國、日本、歐盟及國際原子能總署等國家或國際組織，尤其針對天然災害的可能危害，以及多重複合式災難對核能安全的挑戰與威脅，並密集舉行並辦理各式學術研討會，我國亦有受類似天災之潛在威脅，應適時參與並藉國際會議與各國專家做技術及經驗之交流。
3. 日本原子力產業協會對於日本 311 東北大地震與福島一廠事故訊息蒐集與公布之作法，包括以淺顯易懂之綠、黃、紅方式呈現機組各重要設施狀態，與本會核安管制紅綠燈相似，以及在公布訊息之用詞上能夠兼具專業與大眾了解之需求，值得我們學習借鏡。
4. 在日本獨立行政法人原子力安全基盤機構參訪時，討論日本原子力保安院要求各電廠執行之兩階段全面性安全評估之做法，係採用安全度評估技術的定性內涵實施兩階段安全評估，該一方法論具風險洞識之完整性及嚴謹性，能系統化評估在壓力逐步增加使電廠處境惡化之威脅程度，值得我國執行歐盟壓力測試規範分析之借鏡，並追蹤瞭解日本核電廠在兩階段全面性安全評估之結果，以掌握日本核電廠對因應福島事故之強化措施及作為。

肆、建議：

1. 目前本會執行因應福島事故之核能安全防護總體檢，係根據持續對福島事故蒐集瞭解國際間相關資訊所建立的管制基礎，然國際間隨著對福島事故的瞭解日益增加，在不同強化措施之技術領域研究結果豐碩，本會總體檢已進行至第二階段更臻成熟，建議仍需針對福島事故改善、強化技術及管制個案，以及部份尚未澄清之技術議題，宜持續加強與日本、美國等國際機構間溝通交流之管道，並藉參與國際會議與加入國際合作組織建立經驗回饋及資訊收集管道。
2. 福島事故以降本會已多次辦理國際性或雙邊之技術研討會，包括美國核管會及日本多個核能機構之技術研討會；此次參與國際研討會再次感受到國際業界對核安的重視，本會可考量透過持續舉辦相關議程之機會，強化在因應福島事故各項管制作為領域與國際同步。
3. 由此次參加研討會議程及訪問 JNES 部門，透過交流探討各國執行壓力測試之做法，顯示本會在歐盟壓力測試規範要求台電公司實施的內容符合國際做法。由於歐盟、日本核能業界推動核能電廠之壓力測試，已顯現技術上之普遍性及個廠分析之差異性，鑑於國內未來執行壓力測試同行審查之需求，深入瞭解歐盟、日本業界評估技術之方法論以及階段性成果，建議本會持續積極建立對歐盟、日本業界壓力測試執行同行審查所需之技術能力。

伍、附件：

1. ISONS 2011 會議議題與講演者一覽
2. ISONS 2011 會議共同聲明(英文版)

附件一 ISONS 2011 會議議題與講演者一覽

Program As of Oct. 27, 2011

ISONS 2011

International Symposium on Nuclear Safety 2011
Lessons Learned from Fukushima Daiichi Accident

原子力安全国際シンポジウム 2011
福島第一原子力発電所事故の教訓と将来に向けて

October 31 (Mon) to November 1 (Tue), 2011
Akihabara Convention Hall, Tokyo Japan

2011 年 10 月 31 日(月)-11 月 1 日(火)
開催場所: 秋葉原コンベンションホール

Hosted by
Atomic Energy Society of Japan (AESJ)

主催
日本原子力学会

In Cooperation with
Japan Society of Maintenology (JSM)

共催
日本保全学会

Program

プログラム概要

First Day

第 1 日目

October 31 (Monday)

10 月 31 日(月)

10:00- Registration

10:00 受付開始

10:30-10:50 **Opening Session**

10:30~10:50 **開会**

Opening and Welcome Remarks

開会挨拶 田中 知(日本原子力学会会長)

(1) Satoru Tanaka (President of AESJ)

来賓挨拶 細野 豪志(環境大臣、原子力発電所

(2) Goshi Hosono (Minister of the Environment,
Minister for the Restoration from and
Prevention of Nuclear Accident, Minister of
State for the Nuclear Power Policy and
Administration)

事故収束・再発防止担当大臣、内閣府
特命担当大臣(原子力行政))

10:50-11:40 **Session I**

10:50~11:40 **講演 I**

**Outline of Fukushima Daiichi Accident and Current
Status**

福島第一原子力発電所の事故の概要と現状

座長: 池本 一郎(電力中央研究所)

Chairperson: Ichiro Ikemoto (Central Research
Institute of Electric Power Industry)

(1) 東京電力(株)福島第一原子力発電所事故の検
討と対策の提言

(1) "Investigation of Accident at Fukushima
Daiichi Nuclear Power Plant of Tokyo Electric
Power Co., Inc. and Proposal of
Countermeasures"

中野 益宏(日本原子力技術協会)

Masuhiko Nakano (Japan Nuclear Technology
Institute)

11:40-13:00 Lunch Break

11:40~13:00 昼休み

13:00~14:20 Session II

World Trends of Nuclear Power Generation after Fukushima Daiichi Accident

Chairperson: Ichiro Ikemoto (Central Research Institute of Electric Power Industry)

- (1) "Overview of the Impact of the Fukushima Daiichi Accident on Nuclear Power and Nuclear Safety Policies, and Current Undertakings"

Thierry Dujardin (OECD/NEA), Deputy Director

- (2) "A Stronger Post Fukushima WANO and Industry"

George Felgate (WANO)

14:20~14:40 Break

14:40~16:00 Session III

Activities of Electric Utilities on Nuclear Safety in the light of Fukushima Daiichi Accident

Chairperson: Koji Okamoto (University of Tokyo)

- (1) "U. S. Industry Support and Response to Fukushima Event"

Lee Gard (INPO, USA)

- (2) "ELECTRICITE DE FRANCE's Nuclear Fleet Post-FUKUSHIMA Complementary Safety Assessments"

Gilbert Moritz (Electricité de France, France)

16:00~16:15 Break

16:15~17:45

- (3) "Russian Nuclear Power Industry after the Fukushima Accident"

Oleg G. Chernikov (Rosenergoatom, Russia)

- (4) "Safety Measures for PWRs Taken after the Accident at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station"

Kazuo Aizawa (The Kansai Electric Power Company)

13:00~14:20 講演 II

福島第一原子力発電所事故以降における世界の原子力発電を巡る動向

座長: 池本 一郎(電力中央研究所)

- (1) 福島第一原子力発電所事故が世界の原子力政策と原子力安全政策に与えた影響、および現在の取組み状況

ティエリー・デュジャルダン (OECD/NEA)

- (2) 福島第一原子力発電所事故後の WANO および原子力産業界の活動強化

ジョージ・フェルゲート(WANO)

14:20~14:40 休憩

14:40~16:00 講演 III

福島第一原子力発電所事故を踏まえた原子力安全に関する各国事業者の取組み

座長: 岡本 孝司(東京大学)

- (1) 福島第一原子力発電所事故に対する米国原子力産業界の支援と対応

リー・ガード(INPO、米国)

- (2) フランス電力の原子力発電所における福島第一原子力発電所事故後の追加の安全評価

ジルペール・モリッツ(フランス電力、フランス)

16:00~16:15 休憩

16:15~17:45

- (3) 福島第一原子力発電所事故後のロシアの原子力産業界

オレーグ・G・チェルニコフ(ロスエネルゴアトム社、ロシア)

- (4) 福島第一原子力発電所事故を受けた安全対策について

合澤 和生(関西電力)

Second Day

November 1 (Tuesday)

9:10- Registration

9:30-10:10 Special Lecture

Chairperson: Hiroshi Horiike (Osaka University)

(1) "Tsunami Numerical Simulation"

Nobuo Shuto (Tohoku University)

10:10-11:10 Session IV

Activities of Societies of Japan on Nuclear Safety after Fukushima Daiichi Accident

Chairperson: Shigeo Nomura (JAEA)

(1) "Guideline for Assessing Large Tsunami Countermeasures"

Hidetoshi Hashizume (JSM, Tohoku University)

(2) "Lessons Learned and Countermeasures"

Koji Okamoto (Technical Analysis Subcommittee, AESJ, University of Tokyo)

(3) "Development of AESJ Standard for Tsunami PRA"

Akira Yamaguchi (Tsunami PSA Subcommittee, AESJ, Osaka University)

11:10-11:20 Break

11:20-12:20

(4) "Activities of Task Group on Radiological Aspects of Emergency Countermeasures in the Fukushima Nuclear Disaster"

Itsumasa Urabe (Radiation Effect Subcommittee, AESJ, Fukuyama University)

(5) "Environmental Remediation of Contaminated Area by Radioactivity Discharged from the Fukushima Dai-ichi NPP and Activity of AESJ"

Tadashi Inoue (Clean-Up Subcommittee, AESJ, Central Research Institute of Electric Power Industry)

(6) "Crisis at Nuclear Power Plant—Indirect Causes of the Accident and its Countermeasures"

Hiroshi Miyano (AESJ, Hosei University)

12:20-13:30 Lunch Break

第2日目

11月1日(火)

9:10 受付開始

9:30~10:10 特別講演

座長:堀池 寛(大阪大学)

(1) 津波数値計算

首藤 伸夫(東北大学)

10:10~11:10 講演IV

福島第一原子力発電所事故以降の原子力安全に関する学会の活動

座長:野村 茂雄(原子力研究開発機構)

(1) 津波対策評価ガイドラインの策定

橋爪 秀利(日本保全学会、東北大学)

(2) 教訓と対策

岡本 孝司(日本原子力学会 技術分析分科会、東京大学)

(3) 津波 PSA の策定と今後の見通し

山口 彰(日本原子力学会 津波 PSA 分科会、大阪大学)

11:10~11:20 休憩

11:20~12:20

(4) 福島原子力発電所の事故対応に関する放射線影響分科会の活動

占部 逸正(日本原子力学会 放射線影響分科会、福山大学)

(5) 福島第一原子力発電所から放出された放射性物質による環境汚染の修復と原子力学会クリーンアップ分科会の活動

井上 正(日本原子力学会 クリーンアップ分科会、電力中央研究所)

(6) 原子力発電所の震災—事故の遠因とその対策

宮野 廣(日本原子力学会、法政大学)

12:20~13:30 昼休み

13:30-16:00 Panel Discussion

Lessons Learned from Fukushima Daiichi Accident and Actions on Future Nuclear Safety -Measures against Beyond Design Basis Events

Coordinator: Tadashi Narabayashi (Hokkaido University)

Panelists:

Koji Okamoto (AESJ, University of Tokyo)
Hidetoshi Hashizume (JSM, Tohoku University)
Toyoshi Fuketa (Japan Atomic Energy Agency)
Wataru Mizumachi (Japan Nuclear Energy Safety Organization)
Hiroshi Miyano (AESJ, Hosei University)

(14:30-14:45 Break)

16:00-16:10 **Statement**

(Compilation and Declaration)

Satoru Tanaka (President of AESJ, University of Tokyo)

16:10-16:15 **Closing Remarks**

Kenzo Miya (President of JSM)

13:30~16:00 パネル討論

福島第一原子力発電所事故の教訓を生かした今後の原子力安全のあり方ー設計基準外事象への対応

コーディネーター:奈良林 直(北海道大学)

パネリスト:

岡本 孝司(日本原子力学会、東京大学)
橋爪 秀利(日本保全学会、東北大学)
更田 豊志(原子力研究開発機構)
水町 渉(原子力安全基盤機構)
宮野 廣(日本原子力学会、法政大学)

(14.30~14.45 休憩)

16:00~16:10 **声明文集約・発表**

田中 知(日本原子力学会会長)

16:10~16:15 **閉会**

閉会挨拶 宮 健三(日本保全学会会長)

Supported by

Japan Atomic Energy Agency
Japan Nuclear Technology Institute
Japan Atomic Industrial Forum
The Japan Electrical Manufacturers' Association
Central Research Institute of Electric Power Industry
Thermal and Nuclear Power Engineering Society

協賛

日本原子力研究開発機構
日本原子力技術協会
日本原子力産業協会
日本電機工業会
電力中央研究所
火力原子力発電技術協会

List of Speakers

Name	Organization	Country
Masuhiko Nakano	Director, the Operating Experience Analysis Division, Japan Nuclear Technology Institute	Japan
Thierry Dujardin	Deputy Director, Science and Development, OECD Nuclear Energy Agency	
George Felgate	Managing Director of WANO	
Lee Gard	Special Assistant to the CEO, INPO	U.S.A.
Gilbert Moritz	Senior Executive Advisor, EDF Nuclear Generation Division	France
Oleg G. Chernikov	First Deputy Director for Production and NPP Operation, JSC Concern Rosenergoatom	Russia
Kazuo Aizawa	Executive Officer, Nuclear Power Technical, Nuclear Power Division, The Kansai Electric Power Co., Inc.	Japan
Nobuo Shuto	Emeritus Prof., Graduate School of Engineering, Tohoku University Disaster Control Research Center	Japan
Hidetoshi Hashizume	Prof., Tohoku University School of Engineering, Quantum Science and Energy Engineering	Japan
Koji Okamoto	Prof., School of Frontier Science, University of Tokyo	Japan
Akira Yamaguchi	Prof., Division of Sustainable Energy and Environmental Engineering, Department of Graduate School, Osaka University	Japan
Itsumasa Urabe	Prof., Faculty of Engineering, Fukuyama University	Japan
Tadashi Inoue	Research Advisor, Central Research Institute of Electric Power Industry	Japan
Hiroshi Miyano	Prof., Graduate School Department of System Design, Hosei University	Japan
Toyoshi Fuketa	Deputy Director, Nuclear Safety Research Center, Japan Atomic Energy Agency	Japan
Wataru Mizumachi	Counseling Expert, Japan Nuclear Energy Safety Organization	Japan

講演者一覧

氏名	所属	国名
中野 益宏	日本原子力技術協会 理事 情報・分析部長	日本
ティエリー・デュジャルダン	経済協力開発機構/原子力機関(OECD/NEA) 科学開発担当次長	
ジョージ・フェルゲート	世界原子力発電事業者協会(WANO) 総括事務局長	
リー・ガード	原子力発電運転協会(INPO) CEO特別補佐	米国
ジルベール・モリッツ	フランス電力 原子力本部 特別顧問	フランス
オレーグ・チェルニコフ	ロスエネルゴアトム 第一副社長(生産・原子力発電所運転担当)	ロシア
合澤 和生	関西電力 原子力事業本部 副事業本部長 兼 原子力技術部門統括	日本
首藤 伸夫	東北大学大学院 工学研究科付属災害制御研究センター 名誉教授	日本
橋爪 秀利	東北大学大学院 工学研究科 量子エネルギー工学専攻 教授	日本
岡本 孝司	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授	日本
山口 彰	大阪大学大学院 環境・エネルギー工学専攻 教授	日本
占部 逸正	福山大学 工学部 教授	日本
井上 正	電力中央研究所 研究顧問	日本
宮野 廣	法政大学大学院 デザイン工学研究科 客員教授	日本
更田 豊志	原子力研究開発機構 安全研究センター副センター長	日本
水町 渉	原子力安全基盤機構 技術参与	日本

附件二

2011 國際核能安全研討會(ISOONS 2011) 共同聲明(英文版)

Statement Following the International Symposium on Nuclear Safety (ISOONS2011)

March 11, 2011, has become a day that must be remembered in the history of nuclear power generation. Tokyo Electric Power Company's Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station (NPS) was hit by tsunami caused by the Tohoku-Pacific Ocean Earthquake, resulting in nuclear accidents in its Units 1 to 4.

Since then, the Atomic Energy Society of Japan has been conducting activities in response to the accident at the Fukushima Dai-ichi NPS on a voluntary basis, including technological assistance in explaining the situation to society to gain public understanding and settling the accident and diverse support to restore the environment in areas around the NPS. We believe that these activities must continue.

The Japan Society of Maintenology responded to the disaster by contributing to reactive maintenance for the restoration of power stations damaged by the tsunami and by establishing guidelines for the evaluation of anti-tsunami measures as a means of preventive maintenance.

To date, nuclear energy has been used as an energy source important for the resolution of problems such as energy security and global warming mitigation. At the same time, activities to prevent nuclear accidents from occurring have been conducted. The fact that nuclear accidents were caused by a massive tsunami despite these efforts has shaken all those engaged in nuclear energy. We should analyze from various perspectives why the disaster could not be prevented and what was missing, along with factors behind them.

At the Symposium, scientific societies reported their activities, while international organizations and nuclear industries presented their wide variety of nuclear safety activities conducted around the world. This reflects our intention of making this Symposium a forum for discussion on nuclear safety across the boundaries between academia and industry.

With the strong determination to never let such a nuclear accident happen again, the Atomic Energy Society of Japan and the Japan Society of Maintenology issue a joint statement based on the reports at the Symposium.

Joint Statement

We respect the facts revealed, hold fair, unbiased and transparent discussions with a high

sense of ethics, and make voluntary efforts to provide reliable, accurate information for society and to launch specific activities for this, in light of opinions and advice from the scientific societies and associations and international institutions that participated in this International Symposium.

In order to ensure that such an accident will never happen, we, as a group of academic experts, recognize that our important role is to seriously reflect on the accident at Tokyo Electric Power Company's Fukushima Dai-ichi NPS, identify lessons to be learned, and contribute to securing future nuclear safety to the greatest extent possible.

Based on lessons derived through the summarization and analysis of the findings from the accident, we earnestly make proposals and provide scientific and technological support so that these lessons can be reflected into measures taken by institutions and government agencies, thereby contributing to efforts to enhance the safety of a large number of nuclear power stations in operation throughout the world.

We continue to offer technical support toward the recovery of regional communities and the whole country in an effort to restore public confidence.

While taking a scientific standpoint that searches for truth, we play an active role in international activities toward nuclear safety, such as nuclear safety standards development and nuclear safety research aimed at enhancing safety, and help nuclear power plants in the world to secure safety by scientific and rational management.

We hereby declare that, through these activities, we will pursue the safety of nuclear power plants and contribute to the conservation of the global environment and the ensured supply of energy to humans.

November 1, 2011

Satoru Tanaka, President of the Atomic Energy Society of Japan

Kenzo Miya, President of the Japan Society of Maintenology