

出國報告(出國類別：其他)

## 參加第26屆台日核安會議、JNES/NUSTA 年會暨參訪核設施與研討核能電廠地震 海嘯議題

服務機關：行政院原子能委員會

出國人員姓名：蔡春鴻、饒大衛、李若燦、徐明德、  
鄧文俊、石門環、熊大綱

出國人員職稱：主任委員、處 長、處 長、副處  
長、科 長、薦任技正、薦任技士

派赴國家：日本

出國期間：100 年 7 月 25 日至 100 年 8 月 6 日

報告日期：100 年 10 月 28 日

## 摘 要

本次出國行程主要係參加關西原子力懇談會、第 26 屆台日核能安全研討會、第 8 屆 JNES-NuSTA 核能安全管制資訊交流會議，拜會我國駐日代表處，並參訪日本原子力研究開發機構之東海村核設施、日本原子力安全基盤機構（JNES）、日本原子力技術協會（JANTI）、女川核電廠及東海核電廠第二號機組，並現場勘查電廠受地震海嘯損害之情況。

關西懇談會期間討論「海嘯與安全度評估」、「超出設計基準事故安全應變措施」、「福島核事故後台電安全總體檢及應變措施」、「福島第一核電廠事故及日本核能之未來」等議題；第 26 屆台日核安研討會會議內容係以福島事故為主軸，雙方約有近百位從事於核能電廠運轉、維護、管制及放射性廢棄物相關領域專家學者參與，並發表了 16 篇論文；第 8 屆 JNES-NuSTA 核能安全管制資訊交流會議，日方發表了 3 篇福島事故回顧及地震海嘯對核能電廠損害情況之論文。此外，亦參訪位於茨城縣的日本原子力研究開發機構(JAEA)之東海村核設施，瞭解其中高功率質子加速器設施(J-PARC)及高放射性廢棄物地質處置實驗室研究現況，以及實地參訪遭受地震海嘯侵襲之女川核電廠及東海核電廠，瞭解地震海嘯危害情況及未來對策與努力方向。

透過會議參與、相關核能機構參訪、拜會日方友我人士及各項技術議題的深入研討，本次出訪已初步瞭解目前日本核能界對福島事故演進之研判，學習到事故後各項因應措施與管制經驗，並進一步強化台日雙邊在核能安全領域之合作與交流。

## 目 錄

|            |    |
|------------|----|
| 壹、目的. .... | 1  |
| 貳、過程. .... | 3  |
| 參、心得. .... | 64 |
| 肆、建議. .... | 66 |
| 伍、附件. .... | 68 |

## 壹、目的：

本次出國行程主要目的為參加關西原子力懇談會、第 26 屆台日核安研討會、第 8 屆 JNES-NuSTA 核能安全管制資訊交流會議，拜會我國駐日代表處，並參訪日本原子力研究開發機構之東海村核設施、日本原子力安全基盤機構（JNES）、日本原子力技術協會（JANTI）、女川核電廠及東海核電廠第二號機組，現場勘查電廠與核設施受地震海嘯損害之情況，希望透過會議參與、相關核能機構參訪、拜會日方友我人士及各項技術議題的深入研討，充分瞭解日本福島事故演進與事故後各項因應措施與管制經驗，並進一步強化台日雙邊在核能安全領域之各項合作與交流，開啓我國在核能安全等多項議題上進行國際合作與資訊交流的新契機。

7 月 25 日拜會關西原子力懇談會，該會乃社團法人日本原子力產業協會(Japan Atomic Industrial Forum, Inc.,JAIF)之地方組織之一，多年來藉由赴日開會之便前往拜會，歷來已與本會建立良好互動關係，該會亦於來台參加台日核能安全研討會時與我方核能界人士有密切連繫。關西懇談會期間討論「海嘯與安全度評估」、「超出設計基準事故安全應變措施」、「福島核事故後台電安全總體檢及應變措施」、「福島第一核電廠事故及日本核能之未來」等議題。

台日核能安全研討會係於 1985 年由亞太科技協進會(APCST)能源委員會召集人陳蘭皋先生(台電董事長)與日本原子力產業會議(現已更名為日本原子力產業協會，JAIF)共同發起，每年舉辦一次，由台日雙方輪流主辦。此項會議乃台日雙方核能技術交流的重要活動，今年為第 26 屆，由日本原子力產業協會(JAIF)主辦，我方則由中華核能學會與本會放射性物料管理局協辦，舉辦日期為 7 月 26、27 日，會議地點於日本東京世界貿易中心(World Trade Center, Tokyo, Inc.)。

本次研討會係以福島事故為討論主軸，台日雙方約有近百位從事於核能電廠運轉、維護、管制及放射性廢棄物相關領域專家學者參與，共發表 16 篇論文，議程包括「福島事故概要說明」、「福島事故後重新檢視核能安全對策」、「福島事故對環境的影響」、「福島事故所造成的社會衝擊」。不但可藉此瞭解福島事故成因及應變情形；檢討

目前核電廠安全設施及措施；補強現行緊急應變作業程序，更可由事故所造成環境輻射影響及社會衝擊經驗，反思如何增進環境輻射監測作為、強化民眾溝通。

7 月 28 日，日方安排前往位於茨城縣的日本原子力研究開發機構(JAEA)東海村核設施，參觀其中的高功率質子加速器設施(J-PARC)及高放射性廢棄物地質處置實驗室，實地瞭解日方目前的研究現況，以及遭受東日本大地震影響之研究設施目前的復原情形。

7 月 29 日拜會日本原子力技術協會，討論日本福島電廠事件演進與其他核電廠目前安排的後續各項緊急對策，並報告我方核能電廠安全總體檢之管制現況與經驗，與日方專家交流討論。

8 月 1 日至 4 日參加第 8 屆 JNES-NuSTA 台日核能安全管制資訊交換會議，該項會議乃我國核能科技協進會(NuSTA)與日本原子力安全基盤機構(Japan Nuclear Energy Safety Organization, JNES)共同舉辦的雙邊管制資訊交流會議，今年為第 8 屆，由日方 JNES 籌畫於東京的 JNES 本部會議室舉辦，會議期間除聽取 JNES 專家對於福島事故機組狀態分析、地震海嘯侵襲後各電廠的受損情況外，並實地走訪女川核電廠及東海核電廠第二號機組，現場勘查電廠與核設施受地震海嘯損害之情況，以適時汲取經驗以為我國未來管制之借鏡。此外，針對出國前事先擬訂的核能電廠耐震與抗海嘯評估多項專業議題，與日方專家進行深度的交流討論。

8 月 5 日與日本原子力技術協會地震專家深入探討日本核能電廠耐震設計規範設計基準地震動的制訂理論背景與依據，瞭解美國與日本核電廠耐震設計規範在設計基準值之重大差異。

## 貳、過程：

### 一、行程：

| 日 期                  | 地點與行程                 | 人員/工作內容                                                                |
|----------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 7月24日(日)             | 台北→大阪                 | 徐明德副處長、鄧文俊科長與石門環技正之行程。                                                 |
| 7月25日(一)             | 1.大阪；大阪→東京<br>2.台北→東京 | 1. 徐明德副處長、鄧文俊科長與石門環技正參加關西懇談會後，赴東京會合。<br>2. 蔡春鴻主委、饒大衛處長、李若燦處長及熊大綱技士之行程。 |
| 7月26日(二)<br>7月27日(三) | 東京                    | 全員出席第26屆台日核能安全研討會。                                                     |
| 7月28日(四)             | 東京→茨城縣東海村→東京          | 全員參訪日本原子力研究開發機構之實驗室。                                                   |
| 7月29日(五)             | 1.東京→台北<br>2.東京       | 1. 蔡春鴻主委、饒大衛處長、李若燦處長返國。<br>2. 徐明德副處長、鄧文俊科長、石門環技正與熊大綱技士訪問JANTI。         |
| 7月30日(六)<br>7月31日(日) | 東京                    | 例假日（資料整理）。                                                             |
| 8月01日(一)             | 東京                    | 徐明德副處長、鄧文俊科長、石門環技正與熊大綱技士參加第8屆JNES-NUSTA核安管制資訊交流會議。                     |
| 8月02日(二)             | 東京→女川                 | 上述四員參訪女川核能電廠。                                                          |
| 8月03日(三)             | 女川→東京→東海→東京           | 同上述四員參訪東海第二核能電廠。                                                       |
| 8月04日(四)             | 1.東京→台北<br>2.東京       | 1.徐明德副處長、鄧文俊科長返國；<br>2.石門環技正與熊大綱技士拜會 JNES 耐震安全部，研討地震/海嘯議題。             |
| 8月05日(五)             | 東京                    | 石門環技正與熊大綱技士拜會JANTI地震專家，研討地震/海嘯議題。                                      |
| 8月06日(六)             | 東京→台北                 | 石門環技正與熊大綱技士返國。                                                         |

## 二、參加關西原子力懇談會

本次關西懇談會原規劃由本會蔡春鴻主任委員率團前往，惟因臨時另有要公，改由本會核能研究所馬殷邦所長率本會徐明德副處長、鄧文俊科長、台電公司林志鴻副處長等一同參加。

會議安排日方發表「複合式外部事件與安全度評估分析」、「超出設計基準事故安全應變措施」簡報，關西原子力懇談會宮崎慶次理事以「福島第一核電廠事故及日本核能之未來」為題發表特別演講，我方則由台電公司林志鴻副處長發表「福島核事故後台電安全總體檢及應變措施」簡報，日方準備之簡報內容摘要如下。

### （一）複合式外部事件(海嘯)與安全度評估(PRA)分析(大阪大學山口彰教授)：

關於核能電廠安全度評估工作，最早可追溯自美國三哩島核能電廠發生部分爐心損壞的事故後，核能管制單位開始要求各核能電廠執行個廠之安全度評估，目的為估算反應爐爐心熔損事故之年發生機率（Core Damage Frequency, CDF），以及找出相關設備及程序書之最有可能的弱點，並即時加以改善，以進一步降低爐心熔損機率。依據這樣的理念，隨後世界各國核能電廠乃依安全度評估分析的結果，進行重要設備的維護與各項改善工作，舉例而言，核電廠額外新增緊急柴油發電機，大幅增強了應付喪失廠外供給交流電源事件的能力，此外也強化了耐震、颱風、防火、防洪、防海嘯之功能。現今核能電廠實務面仍持續進行各項安全度評估技術的精進工作，並將其應用推廣至相關領域，如核能電廠大修計畫排程風險評估、火災分析與防火包覆評估，以及安全系統之線上維修分析等。

山口彰教授從安全度評估的觀點認為：福島事故已充分曝露了複合式外部事件在安全度評估上的盲點，對於事件可能發生的最大規模、發生頻度、災害的序列情節演化均難以加以模擬，未來惟有不斷的改善地震、火災、洪水、海嘯等之評估程式，才能有效提升抗複合式外部事件的能力。

## (二) 超出設計基準事故安全應變措施(關西電力公司大濱稔浩部長)

關西電力公司大濱稔浩部長簡介關西電力公司因應超出設計基準事故安全應變措施(針對壓水式反應爐)，包括：安全停機設備對於地震時需能確保正常停機、維持冷卻、防止放射物質外釋的功能，各項功能所要求目標如下：

(1)停機：確保爐心內的完整性、確保控制棒完整性並確保控制棒可順利插入。

(2)冷卻：餘熱移除泵完整性、餘熱移除系統的管路完整性。

(3)圍阻體：反應器壓力槽完整、一次測冷卻管路完整、蒸氣產生器完整、圍阻體完整。

要保持安全停機設備正常運作需保持建築物的完整性，包括反應器廠房完整、輔助廠房完整。而當外電喪失、柴油發電機無法啟動之全黑狀況發生時：

(1)反應器停機：利用重力插入控制棒。

(2)反應器冷卻：利用蒸氣動力泵冷卻爐心。

(3)圍阻體：將放射性物質保留在圍阻體內，利用消防車冷卻圍阻體防止圍阻體壓力上升。

(4)燃料池：主要為維持冷卻，可利用消防栓以及消防車冷卻燃料池。

另外，因應日本經濟產業省訂定緊急安全措施項目，大濱稔浩部長亦介紹了關西電力公司提出之緊急安全措施大綱，包括：

(1)設備方面：電力取得來源、消防設施、防水能力(防水門)；

(2)人員方面：模擬訓練發生喪失交流電源、訂定程序書及實施訓練；

(3)部署電源供應車(確保控制室儀錶正常供電)，每個機組一部，共 11 部。

此外，該公司亦以提高設備的重複性及多樣性，進一步確保安全，作法如下：

(1)確保電源供應正常：增加緊急柴油發電機、增加可攜式柴油泵(抽海水)。

(2)確保爐心冷卻正常：修改水槽與廠房間的管路、增建牆壁保護水槽。

(3)確保燃料池冷卻正常：鋪設冷卻水注水管使補水方式更加多元、加強燃料池冷卻系統的抗震能力。

(4)用以保護重要安全設施的措施：增建防波堤及加高岸高、以防水門保護重要



設施、增加保護海水抽水馬達的設施。

(5)增加氣冷式柴油發電機以確保控制室供電正常。

(6)安裝利用防火設施對燃料池注水的管線。

(7)增加燃料池冷卻系統的抗震度。

### 三、出席第二十六屆台日核能安全研討會

台日核能安全研討會係於 1985 年由亞太科技協進會(APCST)能源委員會召集人陳蘭皋先生(台電董事長)與日本原子力產業會議(現已更名為日本原子力產業協會,JAIF)共同發起,每年舉辦一次,由台日雙方輪流主辦。此項會議乃台日雙邊核能技術交流的年度重要活動,今年為第 26 屆,由日本原子力產業協會(JAIF)主辦,我方則由中華核能學會與本會放射性物料管理局協辦,舉辦日期為 7 月 26、27 日,會議地點於日本東京世界貿易中心(World Trade Center, Tokyo, Inc.)。

本次研討會係以福島事故為討論主軸,台日雙方約有近百位從事於核能電廠運轉、維護、管制及放射性廢棄物相關領域專家學者參與,共發表 16 篇論文,議程包括「福島事故概要說明」、「福島事故後重新檢視核能安全對策」、「福島事故對環境的影響」、「福島事故所造成的社會衝擊」。議程內容詳如附件一所示。

本次會議我方參加之單位或機構人員除本會及所屬核能研究所、輻射偵測中心、放射性物料管理局之外,尚有來自台灣電力公司、國立清華大學、核能資訊中心、核能科技協進會、中華核能學會、工業技術研究院、台灣核能級產業發展協會、中興工程顧問公司、亞炬企業等產、官、學界共計 38 人參加,我方代表團由本會蔡春鴻主任委員擔任團長;台灣電力公司徐懷瓊副總經理與核能研究所馬殷邦所長擔任副團長。日方代表除東京電力公司、中部電力公司、其它電力公司代表外,亦有日本原子力產業協會及學術界多位專家學者與會,總參加人數近 100 人。

會議過程中,台、日雙方就講演內容等多項專業議題進行熱烈討論,分享雙方成果及經驗交流,參加本項會議,不但可藉此瞭解福島事故成因及應變情形;檢討目前

核電廠安全設施及措施；補強現行緊急應變作業程序，更可由事故所造成環境輻射影響及社會衝擊經驗，反思如何增進環境輻射監測作為、強化民眾溝通。



圖01-第二十六屆台日核能安全研討會召開地點—日本東京世界貿易中心



圖 02-第二十六屆台日核能安全研討會全體與會人員合影



圖03-第二十六屆台日核能安全研討會召開情形

## (一) 研討會開幕致詞

會議開幕式，首先由日方 JAIF 理事長服部拓也先生(Mr. Takuya Hattori)致詞，在談到福島事故議題時，特別強調：「我們低估了海嘯對於多座電廠的威脅...對於極端的外部事件，應採用深度防禦(defence in depth)、實體分隔(physical separation)、多樣性(diversity)、多重性(redundancy)的要求……，由於工程人員缺乏想像力，我們對於極端的外部事件，總是認為不會發生，導致這一悲劇發生。過去總認為核電廠擁有「深度防禦」設計，亦即電廠擁有數個、多重、多樣、獨立的安全系統，但是對於會影響許多系統的單一事件(例如海嘯)，產生了「共因失效模式」(common cause failure)，就足以一次癱瘓許多安全系統。對此，未來核電廠必須重新分析其危險，以確保在合理的範圍內，不會因為單一事件或連鎖事件癱瘓多個安全系統導致重大故障。此外，還需確保超過設計基準之核能安全及與事故後資訊透明，如此核能發展才會有重新站起來的機會。」



圖04-日本原子力產業協會服部拓也理事長開幕致詞

接著由本會蔡春鴻主任委員應邀以台灣代表團團長、原子能委員會主任委員及中華核能學會理事長的身份，以「原能會對福島事故因應措施之說明」為題，於會中發表專題演講，在正式進入演講主題前，蔡主委特別對 311 日本大地震與引發的強烈海嘯造成福島核電廠事故的所有受災人民，表達最誠摯的關懷及慰問之意；其後就行政院原子能委員會及相關機關對福島事故相關因應措施提出簡要說明。摘要概述如下：

向日方介紹我國政府針對福島事故之相關作為包括啟動國家緊急應變機制、境外因應措施、邊境管理措施、境內處置措施等。於啟動國家緊急應變機制方面，為因應

日本強烈地震後所引發海嘯的侵襲，於 3 月 11 日即成立行政院層級的中央災害應變中心，隨著福島事故的惡化，本會於 3 月 12 日成立應變小組。而屬於總統府層級的國家安全會議，也自 3 月 13 日開始，針對日本核能事故之發展，召開多次專案會議，掌握最新事故狀況，並要求各相關部門從境外、邊境及境內三個面向，落實各項因應處置作為。境外因應措施包括掌握境外核能相關單位資訊及媒體報導、預測福島一廠外釋放射性物質之大氣擴散軌跡、指派船艦赴台灣地區外海監測輻射值。邊境管理措施包括國際機場日本入境旅客輻射偵測、日本進口食品及貨品之管制與檢測(食品檢測、工業產品及重要零組件之管制與檢測、進口貨櫃輻射檢測)、監控台灣漁船作業海域及檢測漁撈產品(監控台灣漁船作業海域、檢測漁產品及沿近海漁船作業海域之水體、檢測秋刀漁場水體)。境內處置措施包括進行台灣地區環境輻射監測、執行核電廠安全總體檢、媒體處理及溝通宣導(透過記者會及公聽會等向外說明、電子媒體宣導、設置網頁說明專區、免費演講服務)、辦理複合式災害緊急應變演習。



圖05-行政院原子能委員會蔡春鴻主任委員開幕致詞

蔡主委亦說明台灣目前尚在進行各核電廠的總體檢工作，將會陸續向外界說明各階段的評估結果；日本除了 19 部運轉中的機組之外，尚有近 30 部機組殷切等待執行壓力測試（Stress Test）後可恢復啟動。回顧全世界核能發電的歷史，1979 年的美國三哩島核能事故、1986 年的前蘇聯車諾堡核能事故、以及今年日本福島核電廠事故，雖帶給核能從業人員相當大的震撼與挫折，但也提供了核能安全技術研究及實務運作



許多寶貴的經驗與教訓。福島事故的經驗回饋(Lessons Learned)在 6 月底國際原子能總署(IAEA)主辦的部長級會議有深入的報告，這些經驗回饋都會納入台日雙方的總體檢或壓力測試項目，不過尚有些福島事故的啓示值得核能界再更深入作研究或檢討的，譬如說：在核電廠安全設計理念中，共因失效對於傳統多重性、多樣性和深度防禦原則的衝擊；過去 IAEA 所推動的「核安文化」是否有所不足，或者因前兩次事故時間久遠，安全文化的落實已稍有鬆動。

以三哩島核能事故及蘇聯車諾堡事故的檢討經驗，包括日本在內的各國及各核能組織(IAEA、OECD/NEA 等)對福島核電廠事故的檢討，仍然會持續相當長的時間，將會透過各種學術會議來集思廣益或尋求共識，並對外公布。以台日雙方如此緊密的核能交流，期盼彼此在後福島事故期間，更能提升合作關係及交流層次，特別是對核電廠安全防護機制的檢討評估，除了雙方更密切交換資訊及經驗外，更期能共同協力參與國際間的相關活動，讓多年來台日核能安全研討會所奠定的合作基礎，更加延伸及擴大，共同促進全世界之核能安全，重建民眾對核能發電的信心，這將會是一條艱困而長遠的路，有賴大家的堅持和努力。

## (二) 議程一：福島事故概要說明

此議程由九州大學工藤和彥教授(Prof. Kazuhiko Kudo, Kyushu University)主持，東京電力公司尾野昌之(Masayuki Ono)發表「Effects of the Earthquake and Tsunami on the Fukushima Daiichi and Daini Nuclear Power Stations」，簡報摘要如下：

日本福島一廠發生嚴重核子事故是因為發生強烈地震與海嘯，其中海嘯抵達福島一廠時，發生超乎預期的疊浪效應，且海嘯高度達到約 13 公尺，超出電廠之原設計基準 5.7 公尺，海嘯衝毀緊急救援設備，反應爐裡的核燃料失去水的淹蓋，使得燃料護套材料之銦金屬，在高溫下與水蒸汽反應產生氫氣，經大量快速燃燒造成爆炸現象，當初設計基準之海嘯巨浪(5.7 公尺)，沒有考慮海嘯巨浪同時重疊抵達的可能性。

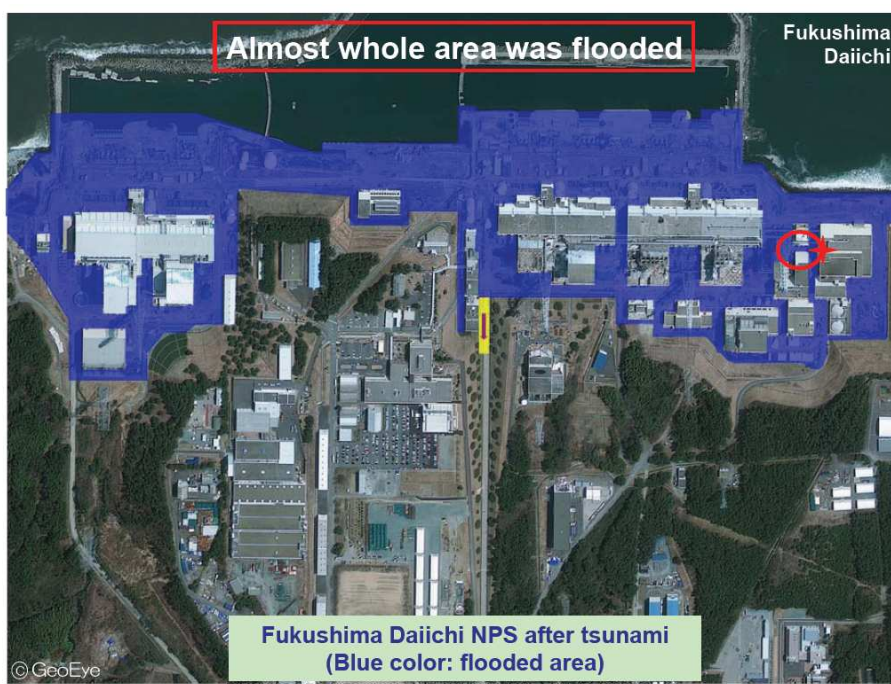


圖06-海嘯襲擊日本福島第一核電廠造成淹水情形（圖上藍色區域所示）

福島一廠 4 號機用過燃料池在 311 事件發生後發生冷卻水系統失效，且在 2011 年 3 月 15 日、3 月 16 日分別發生兩次火災，當時因為輻射劑量過高，使得搶救人員無法得知內部情況，故懷疑燃料池有乾涸現象，使得燃料護套材料之銦金屬，在高溫下與水反應產生氫氣，經大量快速燃燒造成爆炸現象，並非如核子彈爆炸之情形。但事後經過攝影檢查，發現 4 號機燃料池完整性良好，燃料也無明顯受損現象，東京電力公司也已排除 4 號機用過燃料池燃料發生銦水反應、產生氫氣爆炸的可能性，上述結論的推演，業經 4 號機燃料池水質化驗得到初步證實。而東京電力公司更在 5 月 17 日發表聲明，由於 3、4 號機共用相同排氣系統，故高度懷疑 4 號機發生的火災是來自於 3 號機產生的氫氣。

有關東京電力公佈福島一廠之搶修時程，預計核電廠反應爐要進入安全的「冷停機」狀態仍需要 6 至 9 個月時間，目前計劃將損毀嚴重的 1、3、4 號反應爐廠房全覆蓋起來。東京電力公司搶救福島核災時程表如下：

第一階段：3 個月內(至 2011 年 7 月)。使燃料棒全浸於水中、注入氮氣、設置熱交換設備，讓反應爐降溫；修補 2 號爐破損圍阻體，防止更多高輻射污水流出；冷卻各反應爐核燃料池溫度；在地面噴樹脂，阻止放射性物質在空中擴散，

用特別織物覆蓋反應爐建物。

第二階段：6 至 9 個月內(2011 年 10 月至 2012 年 1 月前)。使所有反應爐達「冷停機」狀態，即使溫度和壓力下降，輻射大幅減少；確保高輻射污水的儲存空間，採新法處理和循環使用低輻射水；用特別織物完全覆蓋 1、3、4 號爐整個建築。在包圍爐心的壓力容器及外側的圍阻體間注入氮氣，其後會注滿淡水，成為「水棺」。

福島電廠 1 號機之廠房包覆工程正持續進行中，目前廠房上方(包含燃料池上方)已完全包覆，整個廠房包覆工程將於 9 月底完成，其他受損機組亦將使用相同設計之包覆來防止放射性物質外洩。另關於 1 號機燃料池現況，經由目視檢查與水質分析資料，推測「燃料無嚴重破損」，且上升之放射性活度並非來自燃料，而是來自氫氣爆炸後飛揚的粉塵，燃料池正常注水系統在 3 天前已重新啟動，雖然目前水溫未知，但充足的水源注入將保證燃料不致過熱受損。

長遠工作為建設新設施處理核電廠用水、及利用混凝土等物料完全密封電廠、將受輻射污染的土壤移走。東電打算在柏崎刈羽 Kashiwazaki Kariwa 1 至 4 號機裝置「防海嘯高牆並配置防水門」；未來核電廠擬加裝「高地緊急電源」與「反應爐與燃料池注水系統」。搶救福島核災，人員輻射曝露值，從 3 月 11 日至 6 月 30 日，大部份人員累積劑量約 20 毫西弗。

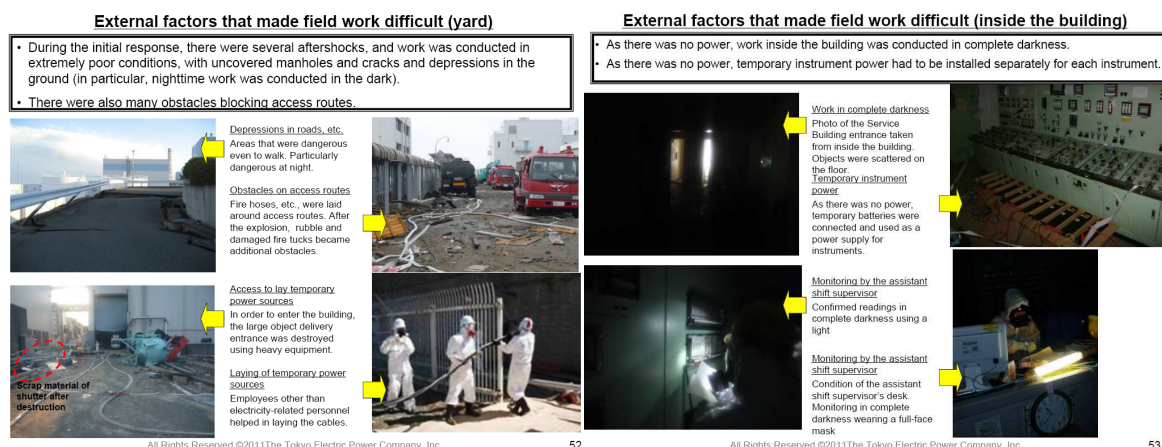


圖07-影響救災之外部因素

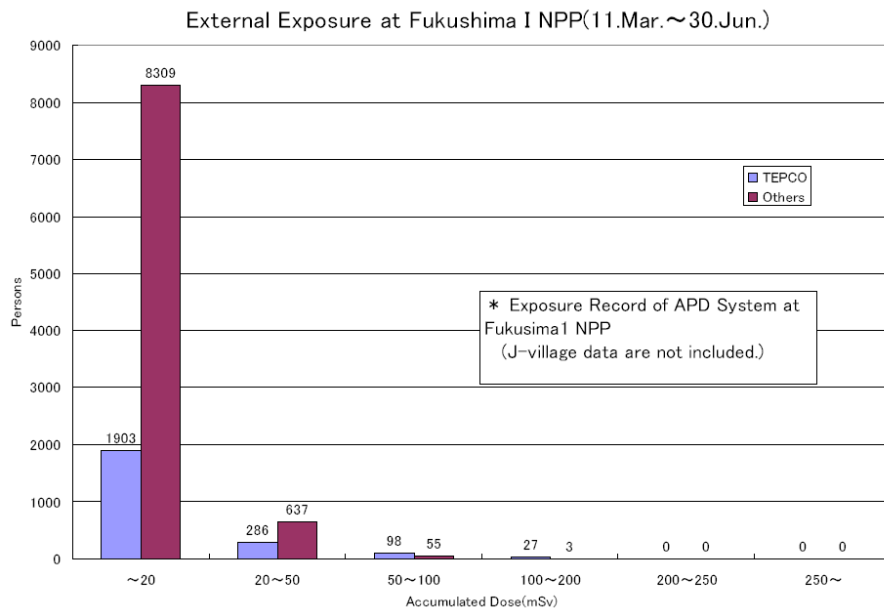


圖08-福島第一核電廠人員累積之曝露劑量

### (三) 議程二：福島事故後重新檢視核能安全對策

此議程由台灣電力公司徐懷瓊副總經理主持，分別由中部電力公司角木孝暢先生 (Mr. Takanobu Kakuki) 發表「Urgent (Short-Term) and Middle-Long Term Countermeasures for Tsunami at Hamaoka Nuclear Power Station based on the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake」、本會鄧文俊科長發表「Safety Re-assessment of Taiwan's Nuclear Power Plants after Fukushima Daiichi Accident」、台灣電力公司林志鴻副處長發表「Proactive Plans & Countermeasures to Beyond Design Basis Accident (BDBA) of Nuclear Power Plant」、台灣電力公司楊騰芳組長簡報「Reevaluation of the Impact of Earthquakes and Tsunami on Nuclear Power Plants in Taiwan」。茲將日方簡報內容摘要如下：

#### 1. 2011 年日本東北太平洋沿岸地震，濱岡核電廠短、中、長期因應對策：

福島核能一廠因 2011 年日本東北太平洋沿岸地震造成所有交流電源喪失、所有爐心冷卻功能喪失、所有用過燃料池冷卻功能喪失。

針對以上三點，中部電力公司之防止爐心及燃料池受損緊急安全對策，緊急狀況下保持供電正常：安裝新的電池組、利用天災專用緊急發電機供電給安全釋放閥以降低爐心壓力。



緊急狀況下保持餘熱移除功能正常：添置可攜式泵以確保水的來源、利用補水泵浦(由天災專用緊急發電機供電)、可攜式泵注水以保持反應器水位、當一次圍阻體壓力升高時進行一次圍阻體排氣、利用補水泵(由天災專用緊急發電機供電)、可攜式泵注水以保持燃料池水位。

### Urgent Countermeasures on Safety at Hamaoka NPS



Even if 3 functions ((1) All functions to supply AC power source (2) All functions to cool reactor facilities (3) All functions to cool spent fuel storage pool) are lost by tsunami, damages of core and spent fuel storage pool are prevented through countermeasures

①～⑥

#### Securing of power supply in emergency

- ① Prevention of battery loss by newly installed 'generators for disaster'
- ③ Power supply to SRV used to reduce reactor pressure by 'generators for disaster'

#### Securing of heat-removal function in emergency

- ② Securing water source by newly procured 'portable pumps'
- ④ Keeping reactor water level by injecting water through make-up water pump and portable pump which get electricity from 'generators for disaster'
- ⑤ Ventilation from PCV when PCV pressure increases
- ⑥ Keeping water level of spent fuel storage pool by injecting water through make-up water pump and portable pump which get electricity from 'generators for disaster'

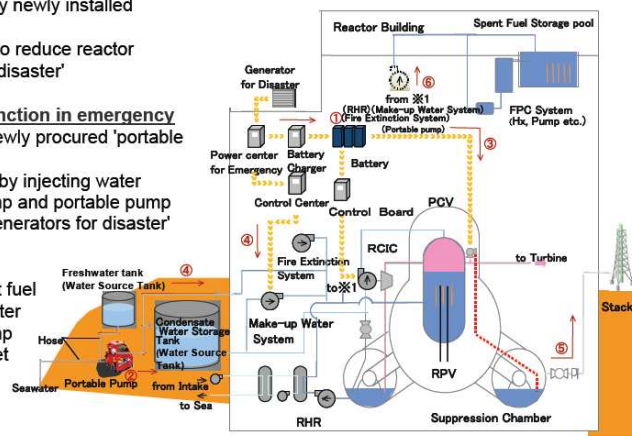


圖09- 中部電力公司防止爐心及燃料池受損之緊急安全對策

## 2. 設置天災專用緊急發電機及配線以防止喪失交流電源：

喪失所有交流電源時，爐心隔離冷卻系統(RCIC)、所有監測系統、反應爐及燃料池注水系統將由天災專用緊急發電機供電，四號機的天災專用緊急發電機直接設置於建築物頂樓位置。

## Securing of Power Supply in Emergency

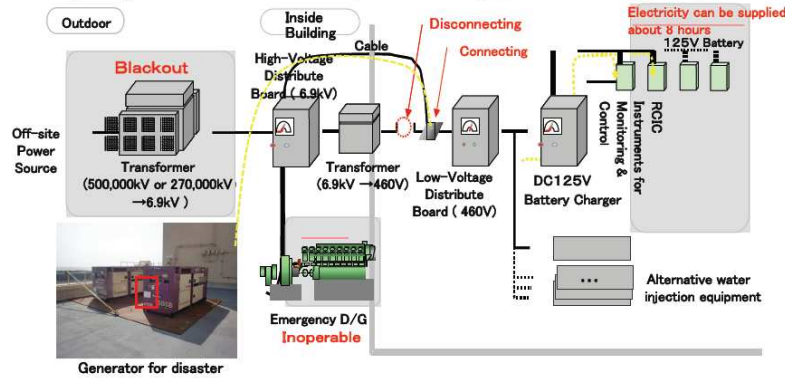


### ■ Securing of 'generators for disaster'

To secure power supply in the case all AC power sources are lost, generators for disaster and cables were disposed. (completed on April 19, 2011)

- Even if all AC power sources are lost, electricity necessary for RCIC and its monitoring system is supplied by generators for disaster.

Electricity to inject water to reactor and spent fuel storage pool is also supplied by them.



【 Number of disposition 】 Unit.1,2 : 1 respectively Unit.3,4 : 2 respectively Unit.5 : 3 (Back-up) Height in Hamaoka site: 3

© 2011 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved. 6

圖10- 設置天災專用緊急發電機及配線以防止喪失交流電源

3. 利用可攜式泵補水方式確保爐心冷卻系統之爐心供水正常：

當爐心冷卻系統水源切換由冷凝器蓄水槽(CST condensate storage tank)供水時，可攜式泵則對冷凝器蓄水槽注入清水或海水以確保冷凝器蓄水槽水位正常。

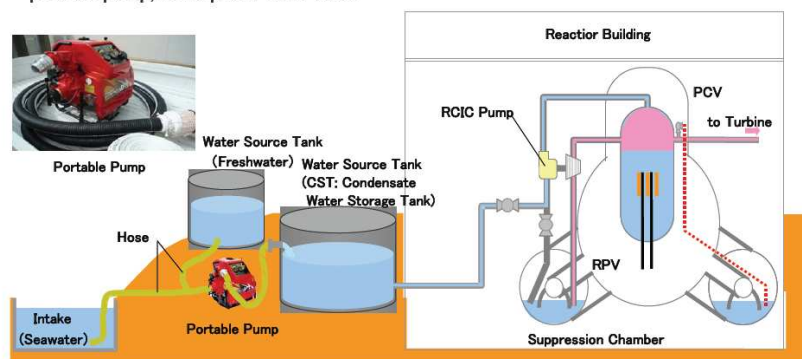
## Securing of Heat Removal Function in Emergency (1/4)



### ■ Securing water source by portable pumps

To secure water source for RCIC to continue injecting water to reactor, portable pumps and hoses etc. were disposed. (completed on April 19, 2011)

- When water source of RCIC is switched from suppression chamber to CST (water source tank), cooling water is supplied from freshwater tank or intake chamber (sea water ) driven by portable pump, to keep CST water level.



【 Number of pump disposition 】 Unit.1, 2 : 2 Unit.3~5 : 2 respectively \* one set of fire-fighting hoses were disposed for each pump ( 20m length 6 hoses / set ) (Back-up) Height in Hamaoka site : 4

© 2011 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved. 7

圖11- 利用可攜式泵補水方式確保爐心冷卻系統之爐心供水正常

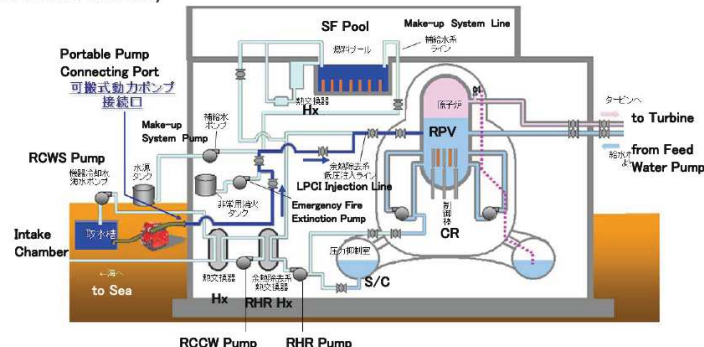
4. 反應器喪失冷卻能力時可利用可攜式泵對爐心進行注水。

## Securing of Heat Removal Function in Emergency (2/4)

### Alternative injection to reactor

In preparation for the loss of all cooling functions of reactor and spent fuel storage pool, portable pumps and hoses etc. were disposed to inject water alternatively. (completed on April 19, 2011)

- Alternative injection water to cool reactor is supplied with portable pump from water source (fresh water tank etc.)



[Number of disposition] Unit.1&2 : 2 Unit.3-5 : 2 respectively \* one set of fire-fighting hoses were disposed for each pump (20m length 6 hoses / set) (Back-up) Height in Hamaoka site : 4

圖12- 利用可攜式泵進行爐心注水(反應爐喪失冷卻能力狀況)

## 5. 圍阻體排氣：

即排除管路及壓力槽的氣體，藉此可以防止圍阻體蓄積過大的壓力，在燃料未大規模受損前，圍阻體排氣所釋放出的放射線物質是很微量的。

## Securing of Heat Removal Function in Emergency (3/4)

### Ventilation of PCV

In preparation for necessary PCV ventilation in station blackout, nitrogen bomb etc. are disposed so as to correspond to it promptly. (completed on April 19, 2011)

- Ventilation means to exhaust air in piping and vessels. In PCV ventilation, heat (steam) in PCV and in suppression chamber is exhausted by opening valves, to prevent excessive rise in pressure.
- The amount of radioactivity discharged at ventilation is much lower than 'target value\* on discharge management per 1 year' defined in Hamaoka NPS based on safety regulation, even if the discharge continues for 1 year. ('Target value on discharge management' is 0.05mSv / year at boundary of Hamaoka NPS site)

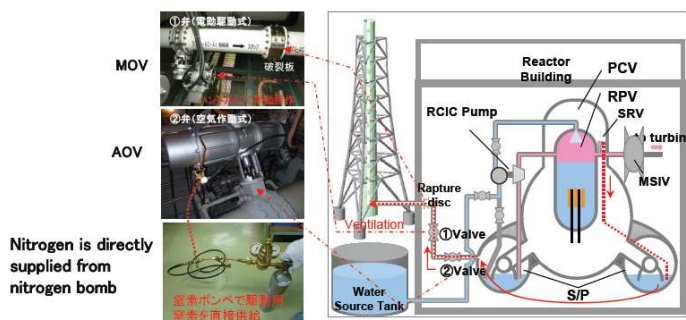


圖13- 圍阻體排氣

## 6. 燃料池喪失所有冷卻功能時，利用可攜式泵對燃料池注水。

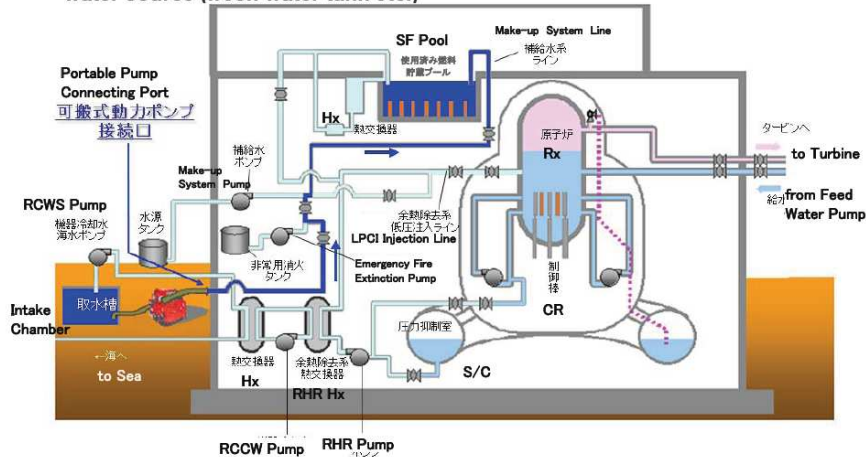


## Securing of Heat Removal Function in Emergency (4/4)

### ■ Alternative injection to spent fuel storage pool

In preparation for the loss of all cooling functions of spent fuel storage pool, portable pumps and hoses etc. were disposed to inject water alternatively. (completed on April 19, 2011)

- Alternative injection water to cool the pool is supplied with portable pump from water source (fresh water tank etc.)



© 2011 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved. 10

圖14- 利用可攜式泵對燃料池注水(燃料池喪失所有冷卻功能狀況)

### 7. 當緊急海水泵馬達失效而喪失海水冷卻時：

備用馬達可替代損壞的馬達並恢復海水冷卻的功能，戶外輕油傳送泵遭海嘯衝擊無法使用時，利用可攜式輕油泵對柴油發電機供油，輪式推土機用以移除雜物及清空通道。

## Execution of Other Voluntary Countermeasures

- In preparation for the loss of the function of sea water system by flooding of pump's motor, spare motors were secured and their replacement procedures are developed as means to recover the function early.
- In preparation for the loss of the function of outdoor light oil transfer pump of emergency diesel generator by tsunami, light diesel oil transfer pumps were disposed.
- To remove debris and to secure access route, heavy equipment (wheel loader) was disposed. (completed on April 19, 2011)

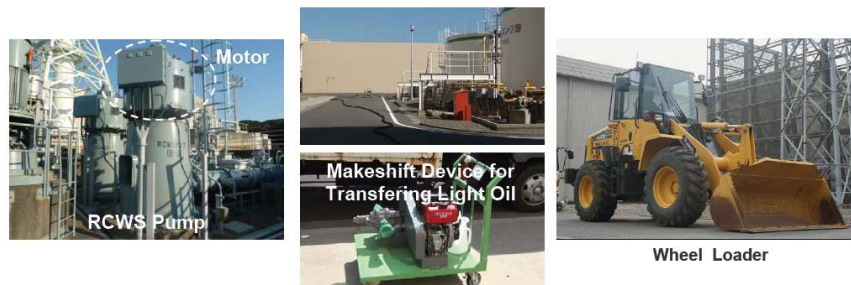


圖15- 緊急海水泵浦馬達失效而喪失海水冷卻狀況之因應

### 8. 訓練人員在全黑時機組受地震以及大規模海嘯衝擊情況下，利用可攜式泵對爐

心、燃料池注水及確保水源；電源系統則新建緊急發電機。

### Execution of Training to Secure Safety in Emergency

- Assuming that Hamaoka unit.1 - 5 are stricken simultaneously by tsunami, trainings for Individual measures in emergency were held by utilizing procedures and capital machine parts based on emergency plan, and effectiveness of the trainings was confirmed. Necessary improvement was carried out. (completed on April 19, 2011)
- Trainings will be regularly executed in the future.



< Individual (night) training (Completed on April 15) >



< Integrated training (Completed on April 19) >

#### Trainings for Individual Measures

- Alternative water injection to reactor
- Alternative water injection to spent fuel storage pool
- Securing water source with portable pump
- Power supply with newly installed generator for emergency etc.

#### Integrated Training

- Integrated training in case of total black out and all units simultaneously stricken by earthquake, and under massive tsunami warning

圖16- 全黑時機組受地震以及大規模海嘯衝擊情況之人員因應

### 9. 濱岡核能電廠對海嘯襲擊中長期計畫：

建立 12 公尺或以上之混凝土防海嘯牆。福島電廠的海水泵遭海嘯淹沒，因此需建造 1.5 公尺高的金屬防水牆保護戶外海水泵浦，防止海水泵遭海嘯襲擊。

### Countermeasures to Enhance Safety Margin to Tsunami (1)

#### ■ Construction of breakwater wall at the seaside of Hamaoka NPS site

Breakwater wall will be constructed to prevent tsunami intrusion to the site.

- T.P.+12m or more height of concrete breakwater wall will be constructed in the site at back side of frontal dune (partially including the flank).

(The preparatory work has begun since April 5, 2011)

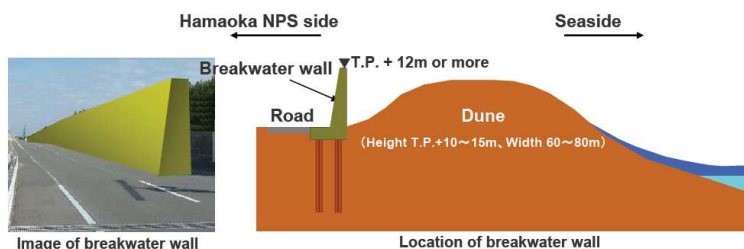


圖17- 建立12公尺或12公尺以上的混凝土防海嘯牆

### 10. 增加防洪之水密門的可靠性：

冷卻爐心必須有電源及相關電源組件，因此利用水密門保護緊急柴油發電機不受洪水襲擊。

11. 安裝備用緊急交流發電機(氣渦輪發電機)在海嘯無法襲擊的高度：

在海嘯襲擊時因此組發電機不會受海嘯影響，故可利用此發電機為爐心冷卻系統供電。

#### Countermeasures to Enhance Safety Margin to Tsunami (3)

##### ■ Installation of emergency backup AC power units

Emergency backup AC power supply units (gas turbine generators) will be installed on the height in Hamaoka site where tsunami will not have any influence on them.

- In preparation for loss of off-site power and emergency diesel generators, emergency backup AC power units will be installed on the height in Hamaoka site where tsunami will not hit them, and supply power promptly to equipments of reactor core cooling system etc.

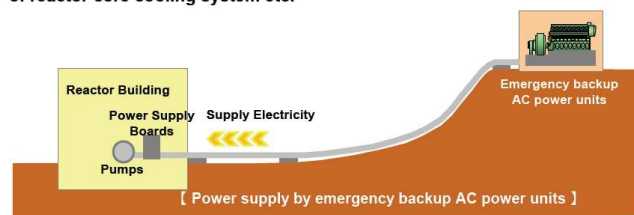


圖18- 安裝備用緊急交流發電機(氣渦輪發電機)於高地之上，避免海嘯襲擊

12. 增加蓄電池容量：

當喪失外部電源、備用柴油發電機電源時，利用蓄電池提供所需電力。

13. 控制室因喪失交流電源而使緊急空調系統無法運作引起控制室劑量增加，因此需額外購置發電機供應控制室緊急空調系統以維護控制室的適居環境。

14. 購置現場通訊設備。

15. 購置高劑量輻射防護衣。

16. 在反應器建築上方開孔防止氫爆，並加裝偵測器及通風設施。

17. 添購重機具用以移除通道上的障礙物。

#### (四) 議程三：福島事故對環境的影響

此議程由本會徐明德副處長主持，日本放射線醫學總合研究所（National Institute of Radiological Sciences, NIRS）吉田聰博士發表「Behavior of radionuclides in the environment and impacts of Fukushima Dai-ichi NPP」，本會輻防處李若燦處長發表「Radiation Protection Measures in Response to Japan's

Fukushima Nuclear Accident」，本會輻射偵測中心劉祺章博士發表「Review of Environmental Radiation Monitoring Implementation in Taiwan」。相關簡報摘要如下：

第一篇由日本放射醫學總合研究所吉田聰博士報告「放射性核種在環境中的變動與福島第一核電廠事故的影響」。吉田博士首先由輻射生態學的角度介紹基於過去環境偵測的經驗，不同放射性核種在環境中的遷移的特性。例如銫 137 在土壤中移動的速度比銪 90 慢。除受到土壤特性影響外，也會受地形、化學型態、生物活動、降雨等因素影響，而在不同地區有些許差異。然而由車諾比事故的調查結果顯示，一般來說放射性銫容易進入植物的有機循環，因此會維持在表土而不易滲入較深的土壤中。由植物的種類來說，蕨類與蕈菇類最容易吸收放射性銫。不論是台灣和日本，這兩種植物均為民眾喜好攝食的蔬菜種類，因此在核子事故發生時，便是值得採集偵測的樣品。

福島核子事故發生後，藉由各式度量方法建立劑量率分布圖，也對於疏散區域依量測劑量率的結果加以調整。土壤中所測得放射性銻、銪、銫、碘，由同位素比值顯示為核燃料所釋出。食物樣品中發現竹筍與嫩茶葉含銫為意外發現，因來自土壤吸收應該不會這麼快，而預期污染沉積應該在老葉上，研判應該是來自葉部纖毛的吸收所致，相關機制值得探討。海洋污染因洋流影響，目前測得結果顯示污染均侷限在日本福島海域，並未大幅擴散，因此短期內對其他區域不會有影響，也不會影響台灣，但是長期趨勢則需持續關心監測。目前有部分玉筋魚、鰈魚測得超出標準，已加以管制。目前就福島核子事故對環境影響而言，尚未有結論，未來對於農作產品的管制仍需有效管理，森林與海洋生態的調查與量測仍需持續，民眾的輻射劑量評估則需各方合作，彙集相關資料來審慎推算。



## Behaviour of radionuclides in the environment

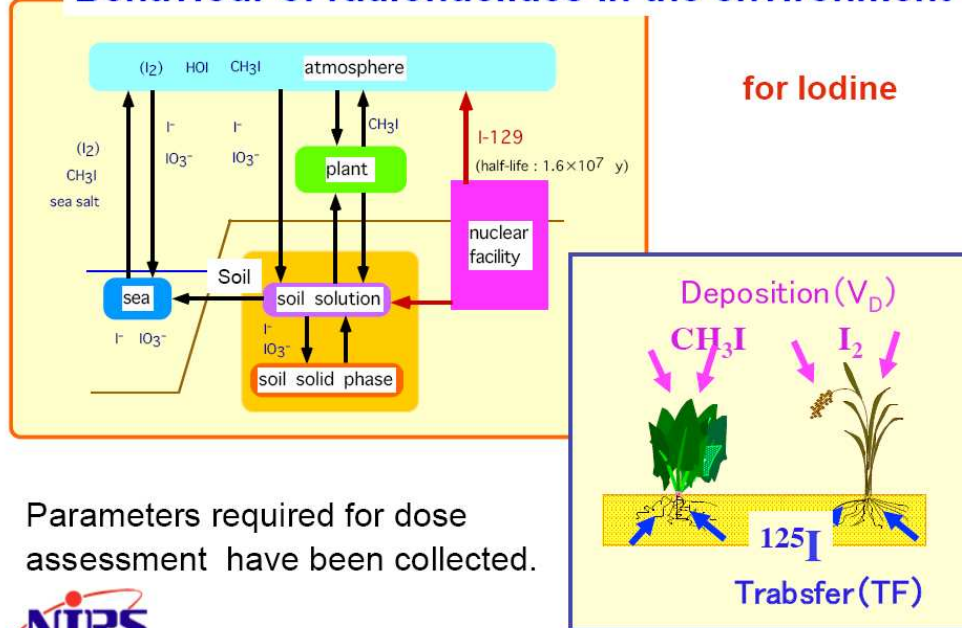


圖19- 放射性碘進入環境之過程

## Depth distributions of $^{137}Cs$ and $^{90}Sr$ in soil (Total activity = 100%)

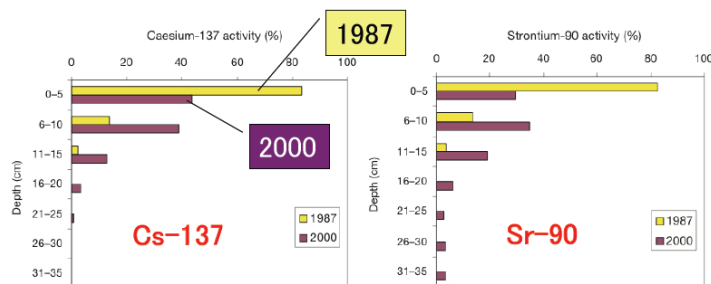


FIG. 3.19. Depth distributions of  $^{137}Cs$  and  $^{90}Sr$  measured in 1987 and 2000 in a soddy gley sandy soil (in per cent of total activity) in the Gomel region of Belarus [3.46].

圖20- 白俄羅斯不同深度土壤於1987年及2000年Cs-137與Sr-90活度比較圖

## Forms in soil (Total activity = 100%)

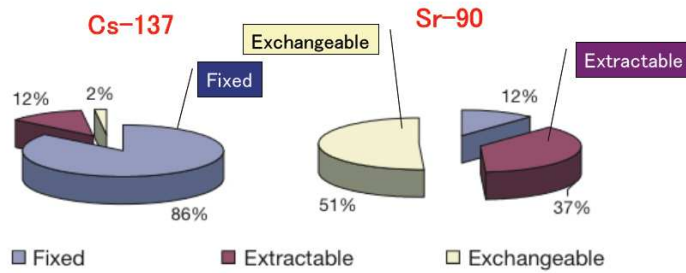


FIG. 3.18. Forms of radionuclides in soddy podzolic loam sand soil of the Gomel region of Belarus in 1998 [3.46].

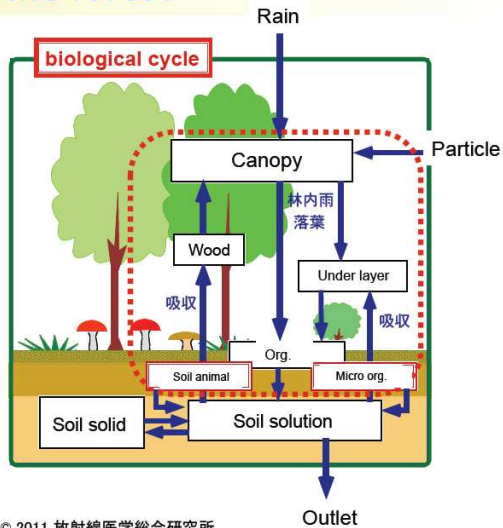
圖21- 1998年白俄羅斯土壤中Cs-137與Sr-90核種形態轉換之情形

## Radiocesium in the forest

### Distribution in the equilibrium condition

Plants  
< 20 %

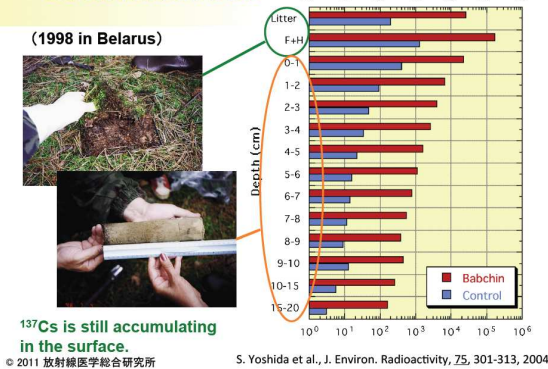
Soil  
org~5 cm : > 75 %  
5 cm~ : < 5 %



© 2011 放射線医学総合研究所

圖22- 銫在生態圈之循環

### <sup>137</sup>Cs in forest soil



### <sup>137</sup>Cs in plants and mushrooms

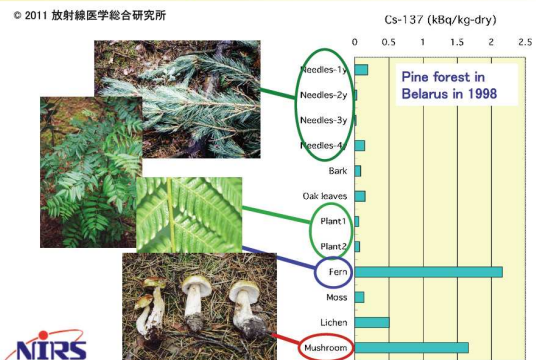


圖23- 不同土壤深度(左)及植物吸收(右)之Cs-137活度濃度分佈

圖 24 為福島事故後地表輻射劑量分佈及居民避難規劃，圖左為福島事故發生後於 4 月 29 日量測地表輻射劑量分佈情形，在超過 30 公里的範圍仍可量到較高劑量的輻射；圖右為附近居民疏散規劃，西北方向區域為計畫的避難區域，其依據 ICRP 和 IAEA 建議緊急曝露在每年 20~100 毫西弗時應考量進行輻射防護，故日本在年劑量率超過 20 毫西弗的區域規劃為計畫性避難區域，西南方向區域為緊急時避難準備區域，緊急時將要求該區居民待在家中或自行進行緊急避難。日本在超過 20 公里且年劑量率超過 20 毫西弗的區域，規劃非圓形計畫性避難區域，避免疏散人員與幅員過大，社會資源無法承擔，此種規劃需結合氣象與擴散分析軟體支援。

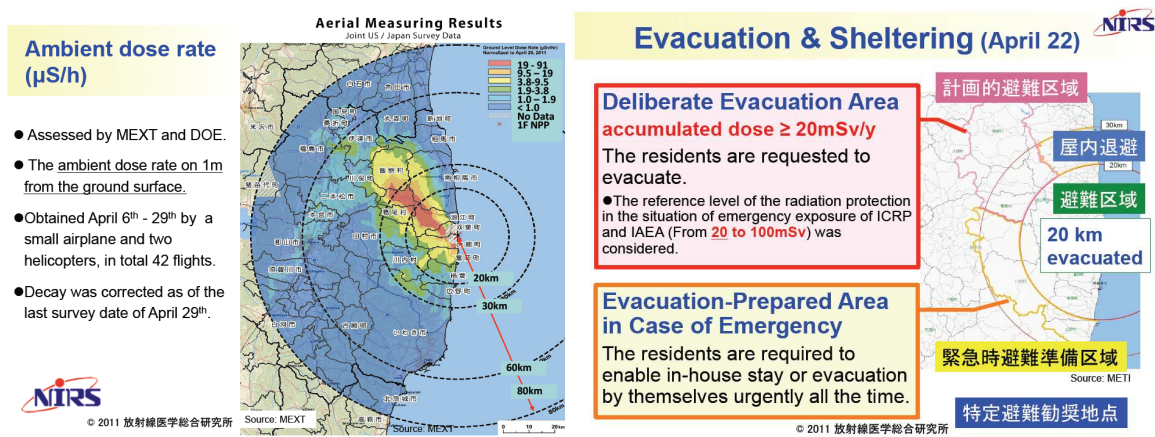


圖24- 福島事故後地表輻射劑量分佈及居民避難規劃

圖 25 為日本福島沿岸海水中銫和碘隨時間變化的活度濃度分佈情形，福島事故後，其 1、2、3 號機的汽機廠房、反應器廠房及低窪處發現遭受污染之水，東京電力公司評估 2、3 號機分別溢出約 520 公噸及 250 公噸的受污染水，釋放出的活度分別約 4,700 TBq 和 20 TBq，遠遠超過廢棄物處理場的排放標準 0.15 TBq。

## $^{137}\text{Cs}$ and $^{131}\text{I}$ in coastal sea water

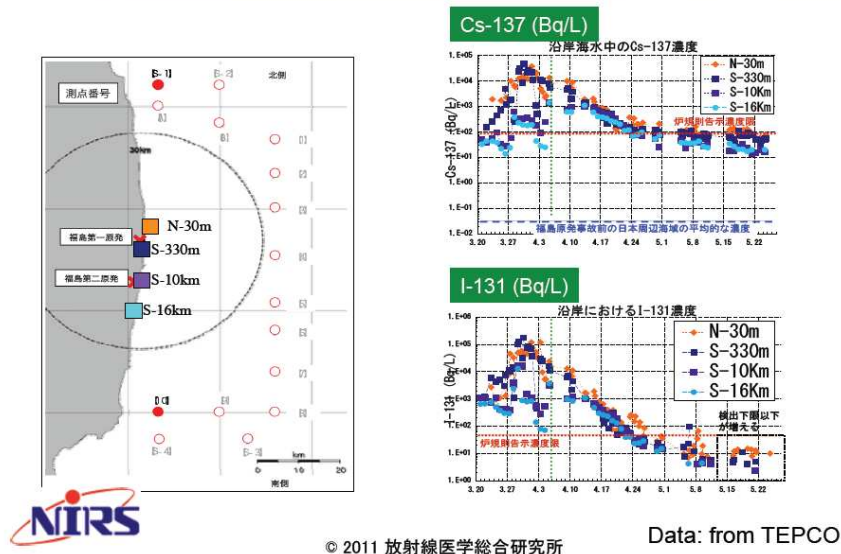


圖25- 日本福島沿岸海水中銫和碘隨時間變化的活度濃度分佈情形

因部份核種半衰期較長，目前日本在福島事故後仍持續進行環境監測，以追蹤事故對環境的影響。

第二篇由本會輻防處李若燦處長報告「因應日本福島電廠事故我國輻射防護作為」。首先介紹台灣媒體對於福島事件的重視，因此事故後即不斷透過各種管道彙集各項相關資訊。3月15日在機場對返國旅客進行偵測，共計超過20萬人次，僅測得輻射污染人數45人，皆為輕微污染，經簡單清除後再偵測即無污染反應。5月1日後依國際民航組織建議停止偵測。環境輻射監測也加強進行，透過氣象局與核能研究所每天對於污染擴散與劑量進行評估，增加5個即時監測站，在3月30日後空浮樣品測得微量碘-131與銫137。植物樣品也測得微量碘131，清洗後即無殘留。此外，各部會也依職責合作進行各項進口與國內農漁產、食品、飲品、商品與海洋偵測。法規方面除原有管制法規外，也建立如停班與停課防護基準、受放射性落塵污染食品或農漁產品等銷毀處理等暫行準則草案。在公眾溝通方面每天均舉行記者會，將最新的資訊公開給民眾，也藉由與胸部x-光暴露的比較教育民眾輻射劑量的觀念，並藉機說明各種輻射術語如貝克、西弗等。

未來希望能進一步進行經驗交流的項目，包括日本建立整合緊急環境輻射偵測能

力的作業方式、擴增疏散區之決策機制、事故後復原期的各項因應作為：包括污染處理方式與學童劑量管制等、如何有效的與民眾溝通了解災區民眾所關心之主要議題等，都是台灣準備核子事故應變值得參考的寶貴經驗。也希望藉由這些經驗交流，提供我們有價值的學習經驗，以幫助臺灣強化輻射防護能力，保護民眾的健康與安全。

第三篇由輻射偵測中心劉祺章技正報告「台灣環境偵測作為之檢討」，首先就目前作業原則，以潛在暴露風險作為規劃的方向，再依核種特性與暴露途徑規劃取樣時機、頻次與樣品量。但是在這次福島事件發生後，發現原本規劃的方式必須加以補強，因為在技術上雖可以確保民眾的健康安全，但是對於社會心理與合併極端自然災害的複合性核子事故卻仍有改進的必要。例如有很多明知無污染的樣品，為求社會安心與經濟的穩定，還是必須進行度量以便商家提出把關證明，讓消費者安心。然而這些樣品數量是數十倍於原先規劃高度潛在污染的樣品數量。結果導致實驗室人力與儀器設備均不足以應付這樣的需求。電力的需求也必須考量，增加設備的節能設計、規畫虛擬伺服器與備用鏡像、改進不斷電系統效能等都是未來規劃進行的方向。

吉田聰博士提到這次由文部科學省(MEXT, Ministry of Education, Culture, Sports, Science & Technology in Japan)委請日本原子力研究開發機構(JAEA, Japan Atomic Energy Agency)，集合大學、地方政府、防衛省、電力公司等人力支援進行緊急偵測，由於具有保健物理與輻射生態的專業人員有限，所以與核物理等相關專長人員也一起投入。例如人員疏散時的人員偵測，多是由地方醫院醫事人員與機電人員執行。

吉田博士也表示這次事故的疏散原則還是依據度量結果來加以調整。目前西北方20~30 公里的部分區域，已由原本設定為準備或依意願疏散區域，調整為要求強制疏散，即是根據量測結果推估年劑量可能超過 20 毫西弗所做的決策。

另外，朱鐵吉教授也關心食品如竹筍的污染機制與管制，核能研究所保健物理組組長張柏菁博士也問到目前新聞所報導輻射牛肉的污染途徑。吉田博士表示，目前竹筍的污染原因還在調查，葉部吸收的機制只是推估。至於牛肉的污染主要是去年的乾稻草，因雨季較長而有部分曝曬後未能及時收入倉內。而一旦雪融後必須將這些稻草



盡快喂食，結果導致有污染的乾稻草未能及時查覺而混入草料中。未來採用新鮮且經由污染管制的草料喂食後，只要經數個生物半化期，牛體內的輻射污染物質便會因排出而下降，因此並不需要立即撲殺有污染的牛隻。至於已經流入市面的肉品，則須進行適當的管制程序。

## (五) 議程四：福島事故所造成的社會衝擊

此議程由日本原子力產業協會石塚昶雄常務理事主持，首先由核能資訊中心朱鐵吉董事長發表「福島事件對台灣社會的衝擊與影響(Fukushima Accident - A view from Taiwan and effect to the Taiwan's public opinion)」，接著由專題討論報告人簡報，分別由關西大學土田昭司教授(Prof. Shoji Tsuchida 報告「Crisis Communication in the Fukushima Accident」；原子力產業協會北村俊郎參事(Mr. Toshiro Kitamura, Consultant, JAIF)報告「From the perspective of NPP Siting Area」；台電公司徐懷瓊副總經理報告「福島事故對台電核能發電的影響」；本會核能研究所廖俐毅主任報告「福島核事故教訓及其對研發計畫之影響」。相關簡報摘要如下：

### 1. 核能資訊中心朱鐵吉董事長簡報福島事件對台灣社會的衝擊與影響：

- (1) 台灣取得福島事件資料管道：NHK 網站新聞、日本共同社網站新聞、日本原子力產業新聞網站、日本放射線醫學綜合研究所、東京電力公司網站、CNN 網站、NHK 電視台、台灣的電視台。
- (2) 台灣媒體報導：台灣媒體報導除了報導地震海嘯帶來的傷亡之外，相當大的篇幅著重在輻射危機。事件發展告一段時間後，是否廢核也引起廣泛的討論。
- (3) 台灣採取的因應措施：日本發生福島事故之後，我國政府立即下令，台電公司必須在 5 月 11 日前提出所有核電廠的安全總體檢報告，結果備受國人關注。初期的 11 項評估報告於 6 月底前完成，中程的整體評估則預定於今年 12 月底完成。初步評估報告項目如下：耐震能力、防海嘯能力、短程體



檢項目、後備與救援電源及水源、用過燃料池救援、救援資源整備、機組斷然處置。

- (4) 立即舉辦核安演習：日本發生福島事故後，我國政府及一般民眾都非常關切我國核電廠的安全，立即要求全面檢討複合式災變的災害防救，以及核電廠的安全因應措施。因此，新北市於 5 月 17、18 日舉行核安第 17 號演習。這次演習最主要的目的，就是要檢驗台電公司針對複合式災變所研擬建立的「斷然處置作業程序」，在喪失緊急海水系統及所有廠內、外電源的情況下，採取斷然處置的措施，以維持反應爐爐心冷卻、確保圍阻體完整、維持燃料池用過燃料的淹蓋，以保護民眾生命財產的安全。

假想的演習狀況為：5 月 17 日 8：20 距離核二廠東北東方 342 公里處發生芮氏規模 8 的強震，震源深度 10 公里，北部地區震度 5 級，隨後出現 15-20 公尺高的海嘯。核二廠因強震與海嘯侵襲，廠內多重電源與水源逐一失效，最後執行斷然處置程序，利用各種補水方式及途徑，將水注入反應爐及用過燃料池，完成降溫。

- (5) 原能會公聽會：

- a. 4 月 21 日核電廠緊急事故整備與應變公聽會，行政院長吳敦義蒞臨參加。會中有環保團體前來抗議，記者並進行採訪。
- b. 5 月 31 日核能安全公聽會。

- (6) 台灣民意與核能政策的改變：

- a. 民調：

- (a) 國內最大入口網站雅虎於事故後一週，在線上做民意調查，題目為「日本核電廠爆炸引發輻射危機，你贊成核四即刻停工嗎？」，64.9 %贊成。
- (b) 台灣智庫於 318 作民意調查，58%認為核四廠應停止興建、重新檢討。
- (c) 反核的民進黨民調指出，76.5%認為核四需停工總體檢。

(d) TVBS 民意調查中心：52%反對「核四不商轉」。

b. 反核遊行：

環保團體發起 430 向日葵反核活動，全台各地約有 6,000 人參加。訴求為：不要核四、核一二三除役、零核災零恐懼。

c. 立法院通過核四 140 億預算案：

6 月 13 日立法院通過核四 140 億預算案，民進黨訴求全部刪除，但最後仍獲通過。場外有數百位民眾聚集抗議。

d. 福島事故前後 核電廠的營運方向：

事故前：核一核二申請延役、核四可在 2011 年底商轉。

事故後：核一二延役申請暫停，核四商轉以安全優先、不設日期。

e. 兩岸核安協議，今年可望商定：

兩岸目前正洽談包括核電安全協議、投資保障協議及爭端解決機制協議，還有貨品協議與服務貿易協議，但後二項需時甚久，今年應不致有成果。7、8 月間江陳第七次會一旦召開，黨政高層表示，比較可能簽成的協議只有共識甚高的核電安全協議，而投保協議及爭端解決機制仍有待努力。



圖 26- 核能資訊中心朱鐵吉董事長簡報

2. 關西大學土田昭司教授報告「福島事故後的危機溝通」，內容摘要如下：

(1) 當危機發生時與社會大眾共享訊息並獲得訊息，什麼是社會大眾？社會大眾可分成幾類：行政機構、新聞媒體、廣大市民、研究機構、相關企業與行業、海外顧問公司。不同的溝通對象要採取不同的方式、不同的語言表達。

(2) 危機溝通是必要的，危機溝通的目的包括：

- a. 善盡企業道德責任，就算危機發生僅止於公司內部。
- b. 建立大眾的共識，防止恐懼與誤解，形成正確與正面的輿論。
- c. 幫助大眾，公佈風險，由大眾協助散播正確資訊，防止恐懼與誤傳。
- d. 獲得大眾的合作，資訊散播後的回饋。
- e. 如果大眾有足夠的資源/或能力，請求大眾給予協助。
- f. 在福島事件中出現了未尋求協助的情況。

在危機發生時需要溝通，了解社會大眾需要什麼並提供有用的訊息給他們，但收聽廣播時會發現東京電力公司和核能相關單位都只釋出對於自己有利且保護自己的訊息，這些處置方式都是錯誤的。



圖27- 關西大學土田昭司教授簡報

(3) 主管者必須明白 Security 和 Safety 之差異，Security 是減少事故發生機率的措施，而 Safety 則是減少損害程度發生的措施；在最壞假設的情況下做好訓練及準備可以將傷害降到最低。

(4) 危機溝通時，什麼資訊應該被提供和提供到什麼程度？給予對方訊息時需要考慮到對方的理解程度，不考慮受助者理解資訊能力的溝通就不算危機溝通。

(5) 對於福島事件的經驗可以知道所謂的「安全專家」是需要兼顧 Security 和 Safety，過去核電廠安全措施僅在促進 Security，但從未假設會有意外發生，也因此對於 Safety 的準備不足，日後須在思考方向上有重大改變。

3. 台電公司徐懷瓊副總經理簡報福島事故對台電核能發電的影響：

- (1) 台電公司落實「核安第一」，以日本福島事故作為借鏡，以謙卑審慎的態度進行核能電廠安全防護總體檢，並儘速完成相對應之改善措施：短程 12 大項(63 細項)、中程 1 項(4 細項)、成立 3 個專案小組。
- (2) 依總體檢結果，規劃因應與強化方案，共分為四類：耐震能力檢討、防海嘯能力檢討、救援能力檢討(包括後備及救援電源、後備及救援水源(含熱沉)、用過燃料池救援、救援資源整備)、機組斷然處置檢討。
- (3) 未來龍門(核四)電廠燃料裝填前，將邀請「世界核能發電協會(WANO)」組團到廠執行起動前同業評估，待前述評估及審查通過後，原子能委員會才會同意核發燃料裝填許可。
- (4) 說明核電廠斷然處置措施，其目的為確保反應爐與用過燃料池燃料受水淹蓋、避免放射性物質外釋及大規模的民眾疏散、保障民眾健康與安全。

以往電廠皆以 EOP、SAMP 因應機組暫態與事故，採機組徵候(Symptom-basis)作為各項行動的啟動時機，一切都依賴機組狀況參數作為行動準則。台電公司從日本福島核子事故的經驗中，學到了當電廠遭遇超出設計基準的複合式天災時，機組狀況參數已不可靠，此時最重要是在最短時間內，將有限的人力、資源快速投入 Line-up 水源(廠內生水、廠外溪水或海水)、執行反應爐緊急洩壓及做好圍阻體排氣工作之準備，就是台電公司所擬訂的「機組斷然處置程序指引」。

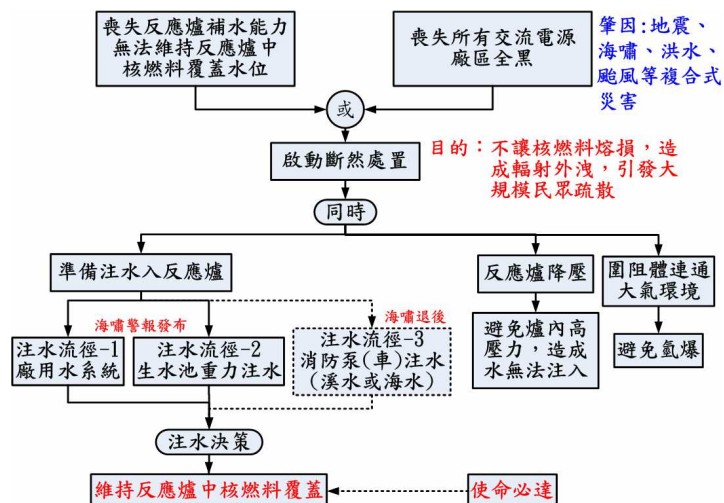


圖28- 台電公司所擬訂機組斷然處置程序

(5) 台電公司核電廠防災演練：



圖29- 台電公司核電廠防災演練

(6) 我國能源政策在確保「能源安全」前提下，兼顧「經濟發展」與「環境保護」，創造能源、環保、經濟三贏之情境下，廣納各方意見以評估核一、二、三廠是否延役，當政府確立未來之能源政策後，台電公司將努力達成政府交付之任務。



圖30- 台電公司徐懷瓊副總經理簡報

#### 4. 核能研究所廖俐毅主任簡報福島核事故教訓及其對研發計畫之影響：

##### (1) 前言：

在政策層面上，馬英九總統於國家安全會議 311 專案第 5 次會議裁示：「3 座運轉中核電廠及 1 座興建中核電廠，應再予以總體檢」。因此，行政院原子能委員會於 2011.04.19 提出「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」，內容包含「核能安全防護措施」、「輻射防護及緊急應變機制」兩部份。本篇簡報簡介福島核事故對社會的衝擊與原則性的教訓與省思，並將重點放在福島核事故對台灣研發計畫之影響。

##### (2) 福島事件對社會之衝擊：

福島事件對社會之衝擊可以由 google trend 看出來：

如果以中文字「福島」進行搜尋，依地區排名，可以看出日本是第一位，台灣是第二位，中國大陸因為採用簡體字「福島」，因此未出現於排名中。

如果還是以中文字「福島」進行搜尋，但是將地區侷限於台灣，可以看出，以 subregion 排名，前 3 名分別為新竹、桃園、台北、以 cities 排名，前 3 名分別為竹東、中壢、內湖。新竹、桃園、中壢、內湖均為台灣出口主要城市，可見還是產業界進行最多主動搜尋，也最關心福島核事故之影響，一般大眾主要接受媒體報導。



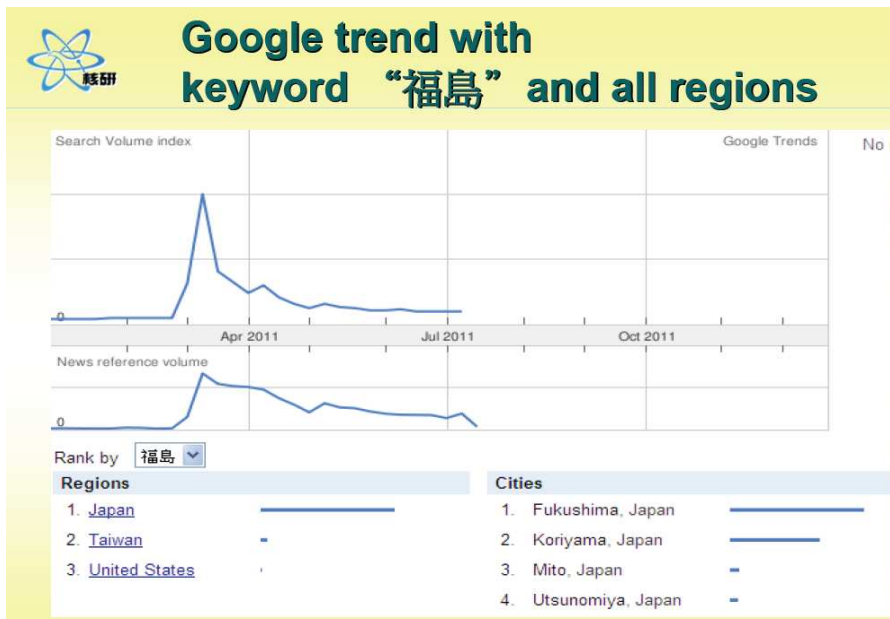


圖 31- 上條曲線是關鍵字「福島」之搜尋流量趨勢  
下條曲線是關鍵字「福島」之新聞流量趨勢



圖 32- 台灣 Google 關鍵字「福島」各地區搜尋量

在福島核事故發生前，搭配全球核能復甦，原來我國規劃發展核能零組件產業。在福島核事故發生後，相信不論台灣或日本，未來發展之路都將面臨眾多艱難困境。日本產業規模大，台灣產業規模小，但是能發揮互補作用。面對相同困難，如果雙方能夠合作，可以創造雙贏局面。中國大陸在福島核事故發生前，積極發展核能發電，未來如果持續發展，商機很大。台日雙方如果能夠有很好的合作，從東京到北京最近的路將是經由台北。



圖 33- 核能研究所廖俐毅主任簡報

### (3) 福島核事故之教訓：

福島核事故給了我們許多教訓與省思，其中有兩點值得特別強調：

- a. 針對地球暖化、環保節能以及給後代子孫留下一個適合居住的環境，核能電廠仍應是一個重要的選項。
- b. 科學技術可促進人類文明的發展，改善人類的生活，但面對大自然，人類應以更謙卑的態度，針對大自然的力量，重新審視既有電廠設計之妥適性，至於新電廠則應採取更嚴格的設計準則。

### (4) 對台灣研發計畫之影響：

福島核事故對台灣研發計畫之影響主要反應在兩大計畫中，這兩項計畫分別為：「全國性核能技術主軸計畫」與「核安管制技術研發計畫」。以下所說明的計畫變更屬於規劃階段，視未來經費、人力、與時程之狀況，計畫內容可能還會調整。另外，兩項計畫間不免也有一些細項重疊。

#### a. 對「全國性核能技術主軸計畫」之影響：

全國性核能技術主軸計畫是由原能會、台電、清大、核研所、以及國內外廠商/機構共同參與之國家型計畫，計畫分 6 大分項，每一分項下又有若干子項，因應福島核事故，將調整計畫範圍，規劃新增工作項目，

以下將分別介紹調整後新增的工作項目：

(a) 福島事件發展追蹤及後續分析改善資訊蒐集、整理與研究：

- 建置福島事件資訊中心、舉辦技術研討會、參加國際或兩岸研討會等

(b) 核電廠耐震與補強方法研究(係加強已有相關研究計畫)：

- 營運中核電廠之一級安全建築結構耐震損害度分析方法論研究

- 營運中核電廠之重要設備、組件結構耐震損害度分析方法論研究

- 日本 KK 核電廠耐震評估與補強方法經驗回饋研究

- 日本東北 311 地震福島、女川與東海核電廠後續耐震評估與補強方法經驗回饋研究

(c) 核電廠海嘯(及水災)危害度評估及補強方法以及用過核子燃料貯存池安全提昇研究：

- 海嘯對核電廠重要設施破壞評估法規研究與技術建立

- 核電廠海嘯危害度評估應用技術研究

- 核電廠之土石流災害(液化邊波滑動土石流)風險評估方法論研究

- 用過燃料貯存池 RELAP5 3D 分析

- 用過核子燃料貯存池結構完整性評估

(d) 核電廠嚴重事故安全分析：

- 事故狀況下，燃料(或用過核子燃料)與護套溫度在不同條件下(包含 Film Boiling, CCFL, Evaporation and Condensation, Natural Circulation, etc.)暫態特性研究

- 核二廠與核三廠氫氣爆炸對圍阻體完整性威脅探討

- 氫氣擴散與遷移之三維濃度實驗研究及分析模式建立(CFD 與 GOTHIC Code)與驗證

(e) 核電廠嚴重事故安全分析：

- 高溫熔渣於 pressure vessel 內與穿越 vessel 後之擴散、遷移與凝結等特性研究

- SBO 事故下，現有電廠相關 EOP 之分析驗證與強化

- SBO 事故下，爐心冷卻 EOP 之重擬與分析驗證嚴重事故下，廠外劑量評估與研究之精進

(f) 核子事故緊急應變相關研究：

- 建立亞洲區域之核子災變輻射劑量評估技術

- 核子事故緊急應變法規、規劃、劑量評估程式、整備、演練及管理體系研究與修訂

- 建立兩岸核事故聯繫管道與機制

(g) 核子事故緊急應變相關研究：

- 建置緊急事故時電廠 SPDS 系統與中央災害應變中心連線並能即時顯示系統

- 日本福島核能電廠事故演變過程與應變措施之瞭解、探討及相應安全改善措施之評估與分析

- 開發遙控及輻射遙測技術在電廠緊急事故之應用

b. 對「核安管制技術研發計畫」之影響：

核安管制技術研發計畫也有相對應之調整。此計畫目前由核能研究所執行，其下共 3 個分項計畫分別為：輻射防護及緊急應變機制、放射性廢棄物管理與核安管制。

(a) 輻射防護及緊急應變機制：

#### ■境外核災

爲了因應鄰近國家地區萬一發生核子事故，政府部門需具備能力判斷輻射與放射性影響狀況，及評估對國民健康與社會經濟層面之衝擊，保障民眾生活福祉。主要工作內容：

- 境外核災之輻射塵影響評估與監控技術建立

- 境外核災長程大氣擴散模式運跑實驗室建立與參數精進研究

- 境外核災之輻射塵影響評估技術建立

-環境放射性與輻射之取樣與偵測作業能力建置

-空間分布分析及資訊整合與展現平台

#### ■生物劑量

一般民眾並未佩戴劑量配章，爲了分析民眾接受之輻射劑量，有必要發展生物劑量評估技術，並建立一完整現代化之生物劑量實驗室，做爲事故發生後必須採取的醫療照護行動之參考。主要工作內容：

-生物劑量與輻射防護醫學技術開發

-國家級生物劑量核心實驗室之建立

-體內除污劑技術發展

#### ■核災評估技術研究

爲讓應變決策基礎更堅實，將執行核災損失評估研究，以瞭解事故對社會經濟長期影響與損失。主要工作內容：

-國際核災評估方法探討

-核災評估標準程序建議

-核災後經濟衝擊參數研究

#### (b) 放射性廢棄物管理：

核子事故發生後將產生大量的污染與除污廢棄物，爲權衡應急措施，須立即採取最適切方法以降低對環境後續不利的影響。主要工作內容：

-核子事故之低放射性廢棄物管制方案研究

-復原期核設施及土地清理之解除管制研究

#### (c) 核安管制計畫修訂：

考慮核能電廠喪失所有電源，進而喪失用過燃料池冷卻系統，造成燃料可能裸露之事故。主要工作內容：

-喪失用過燃料池冷卻之用過燃料及附屬元件熱流分析

-喪失用過燃料池冷卻之用過燃料臨界安全分析

考慮用過燃料池喪失冷卻循環功能後，燃料棒護套鋁合金溫度上升，

並逐漸暴露在空氣環境下，當鋁合金溫度上升達 1000℃ 以上時，鋁合金與空氣中氧進行劇烈氧化反應，其反應熱足以引發「自持性的氧化反應」，即外觀上看到鋁合金燃燒現象。為瞭解此現象，將進行鋁合金與空氣之氧化反應研究。主要工作內容：

- 評估發生燃燒之條件
- 模擬與驗證燃料護套燃燒條件

## (六) 研討會閉幕式

會議閉幕式首先由原子能委員會蔡春鴻主任委員致閉幕詞，其表示此次研討會進行福島事故成因及事故後安全檢討技術討論，亦探討社會面之議題及溝通意見，福島事故受到國際間高度重視，均審慎檢視核能設施之安全強化問題，德國、瑞士、義大利決定放棄核能，其他大部份核能發電國家仍維持使用核電，亦有目前未採用核能發電國家規劃於未來使用核電，一部份國家維持原決定，一部份國家則轉為觀望。無論如何，強化核能安全為共同共識，尤其針對地震、海嘯、颱風等複合式災害更是共同面臨之課題。由於核能政策及核電在能源政策的角色關係國家利益非常重大，牽涉層面亦廣，必須要有周全考量及充分理性的討論溝通，才能對核電發展的步調作出最適當的決定。



圖 34- 行政院原子能委員會蔡春鴻主任委員閉幕致詞



台日在能源輸入依賴度均高，在確保能源供應安全方面均相當脆弱，能源政策的決定會對國民負擔及產業界造成很大的影響，未來面臨能源政策重新討論，須在理性的情形下才能作出正確的決定。開幕致詞提及福島事故經驗回饋，納入對於現有核電廠之總體檢，例如壓力測試目標在於能夠保障類似福島電廠的事故不會再次發生，不只不會在日本再次發生，也不會在台灣發生，這是目前已經在做的事情，可是更重要的是將這些成果及所做的努力，透過加強與民眾溝通，讓民眾瞭解我們做了那些改進，為什麼我們有把握類似福島電廠事故不會再次發生，與民眾溝通不容易，希望重建民眾於福島事故前對核能安全的信任更不容易，可是一定要做，而且必須由我們帶頭去做，專題討論議程中提到要用更謙卑、誠實、誠懇的態度來做溝通。

此次研討會中，雙方針對福島事故的原因及相關改進措施，進行廣泛且深入的討論，由技術面來說，有助於台日雙方於核能營運安全的提昇，但技術上安全度的提昇，無法讓民眾於短時間內感受到，在未來的溝通中要盡量讓他們瞭解，但溝通的技巧與經驗是未來須加強的項目。



圖 35- 日本原子力產業協會服部拓也理事長閉幕致詞

接著，JAIF 理事長服部拓也先生致閉幕詞，其說明此次研討會所討論議題，並強調民眾溝通之重要性，尤其相關安全措施應讓民眾瞭解，研討會最後並提出此次會議之台日雙方共同聲明，詳如附件 4。

#### 四、拜會我國駐日代表處

7 月 27 日下午本會蔡春鴻主任委員率核能研究所馬殷邦所長、本會綜計處饒處長、石門環技正、輻防處李若燦處長等前往我駐日代表處拜會馮寄台大使，就台日雙方未來如何在核能安全方面加強合作交換意見。內容概要如下：

(1)日本交流協會與我國亞東關係協會已於 7 月 14 日召開共同記者會，發布「支援東日本大震災復興、促進觀光－台日厚重情誼倡議」，其內容中第（六）項為：雙方持續進行核能安全領域相關情資共享。此為台日雙方強化核安交流合作之好機會。

(2)對於希望日本能夠協助我國參加 IAEA 與日本聯合主辦或 IAEA 委託日本在日本舉辦之核能相關技術會議等事宜，本會將與駐日代表處密切配合。

(3)福島第一核電廠事故後，日本政府將採取包括核能管制組織再造在內之短、中、長期強化核安措施，國家能源政策亦將慎重檢討、調整。我國亦面臨同樣課題，未來台日雙方在核能及能源之國家政策方面可加強合作交流。

#### 五、參訪日本原子力研究開發機構（JAEA）東海村核能研究設施

7 月 28 日參訪位於日本茨城縣東海村之高功率質子加速器設施(The Japan Proton Accelerator Research Complex J-PARC，大強度質子加速器計畫)及高放射性廢棄物地層處置實驗室，J-PARC 園區亦升起我國國旗，竭誠歡迎我方代表團之到訪。由於遭受大地震影響，加速器設施內、外均有受到損害，目前正積極整修中，現場參觀 J-PARC 設施僅進入物質暨生命科學實驗設施概觀實驗設備。

##### (一) 高功率質子加速器設施(J-PARC)

J-PARC 是由日本原子力研究開發機構(JAEA)和高能加速器研究機構(High Energy Accelerator Research Organization，簡稱 KEK)共同合作之計畫，第一期計畫由 2001 年 4 月至 2009 年春季，建造期程計 8 年，有三部質子加速器，包含線性加速器、3 GeV 同步輻射加速器及 50 GeV 同步輻射加速器；J-PARC 有三座利用百萬瓦等級高功率質子

射束及其產生之中子、介子(mesons)等之研究設施，強子實驗設施(Hadron Experimental Facility)、物質暨生命科學實驗設施(Material and Life Science Experimental Facility)及第二期計畫興建之核轉換(Nuclear transmutation)設施。

J-PARC 於規劃建設初期，正值東海村核燃料處理工廠(Japan Nuclear Fuel Conversion Co., 簡稱 JCO)發生鈾燃料臨界(Criticality)之意外事故時期，儘管 J-PARC 加速器設施與核燃料或核電廠沒有直接關係，但是東海村居民的反對聲浪極大，堅決反對在原子能研究所內建設新設施，而後經過不斷的溝通，並站在對方的立場進行說明，持續辦理參觀活動，當地居民的態度才逐漸改變，最終取得了當地自治團體東海村和茨城縣居民的理解，此間花費了大約 1 年的時間，得到了居民對建設 J-PARC 的理解。

2001 年開始興建，建設工程進展順利，2008 年 5 月正式運作。J-PARC 利用脈衝式中子源裝置(JSNS)，將 3GeV 脈衝質子打進水銀靶引起核分裂生成中子，利用氫氣減速劑(hydrogen moderator)減緩速度後，產生之脈衝式中子源，可應用於觀測粒子微觀物質的結構、生物生命科學的大分子物質和蛋白質組成，及磁性粒子物理等研究領域。

此外，J-PARC 不止開放給日本國內的科學家或研究單位，也開放給所有想利用此一裝置展開科學實驗的國外科學家和產業界。JAEA 歡迎世界各地的頂尖科學家研提使用設施的計畫書一同參與研究，據瞭解目前利用 J-PARC 進行的尖端研究計畫有：應用中子束流和  $\mu$  粒子(Muon)束流從事物質科學和生命科學的研究，以及應用 K 介子束流和微中子束流(Neutrino)從事原子核和粒子物理的研究。J-PARC 是名副其實的多功能、多使用目的之複合式實驗裝置。



圖 36- J-PARC 計畫及中心目前狀態簡報



圖37- J-PARC園區升起我國國旗歡迎我方代表團之參訪



圖38- 直線加速器設施外柏油路面與路基遭受311地震損壞情形



圖39- Kato先生帶領解說設施內各項設備





圖40- 參觀物質暨生命科學實驗設施

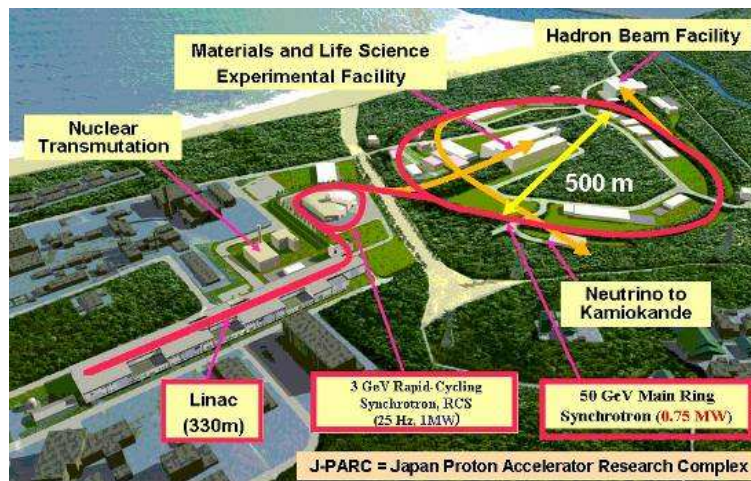


圖 41- J-PARC 質子加速器及研究設施鳥瞰及配置圖

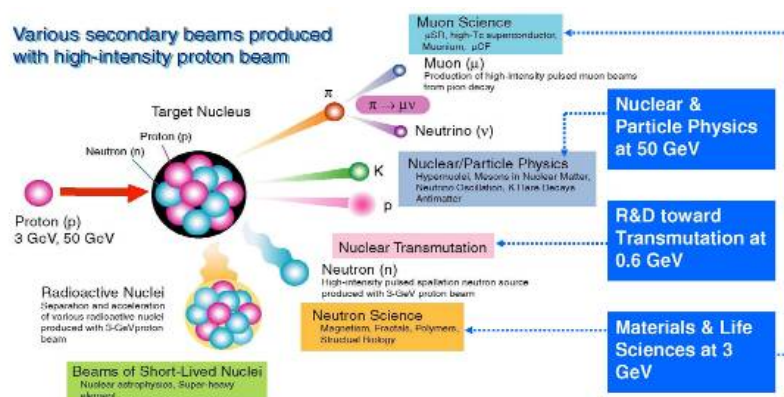


圖 42- 高功率質子加速器所產生質子、二次粒子之基礎及應用研究



## (二) 高放射性廢棄物處置地質實驗室

本項參訪之保安程序較為嚴謹，須傳送個人資料及護照影本事先申請，進入園區大門亦須逐一核對以換發通行證，進入核燃料循環工學研究所時日方告知不能使用任何攝影照相器材。

對於核能發電後產生之用過核子燃料，日本係採行再處理回收有用之鈾、鈾資源後，將再處理產生之殘餘物，以玻璃固化形成高放射性廢棄物。該類廢棄物日本採用深地層處置的方式，藉由玻璃固化廢棄物，多層包裝與緩衝材料(成份為 70%膨潤土與 30%矽砂)構成人工障壁，最外圍則為天然障壁，將廢棄物內之放射性核種與民眾生活環境隔絕。目前日本另有兩處深地層處置鑽井的研究計畫，一是深度 500 公尺的幌延研究設施，另一則是深度 1000 公尺的瑞浪研究設施。

東海村的地質實驗設施於 1993 年 8 月即設置一套系統 Engineering-scale Test and Research Facility(ENTRY)，進行模擬全尺寸深地層處置場多重障壁的變化情形，(包括膨潤土障壁材料的長期變化、地下水移動、溫度分布變化、地球化學反應、無氧環境之材料鏽蝕等)；另於 1999 年 8 月設置完成 Quantitative Assessment Radionuclide Migration Experimental Facility (QUARITY)實驗設施，模擬放射性核種在深地層處置場人工與天然障壁的遷移情形。該實驗室將各項研究成果結合安全評估電腦程式，可模擬展示高放射性廢棄物處置場的長期安全性。目前東海村地質實驗室每年相關研究設備的運轉與維護費用約為 4 億日圓。

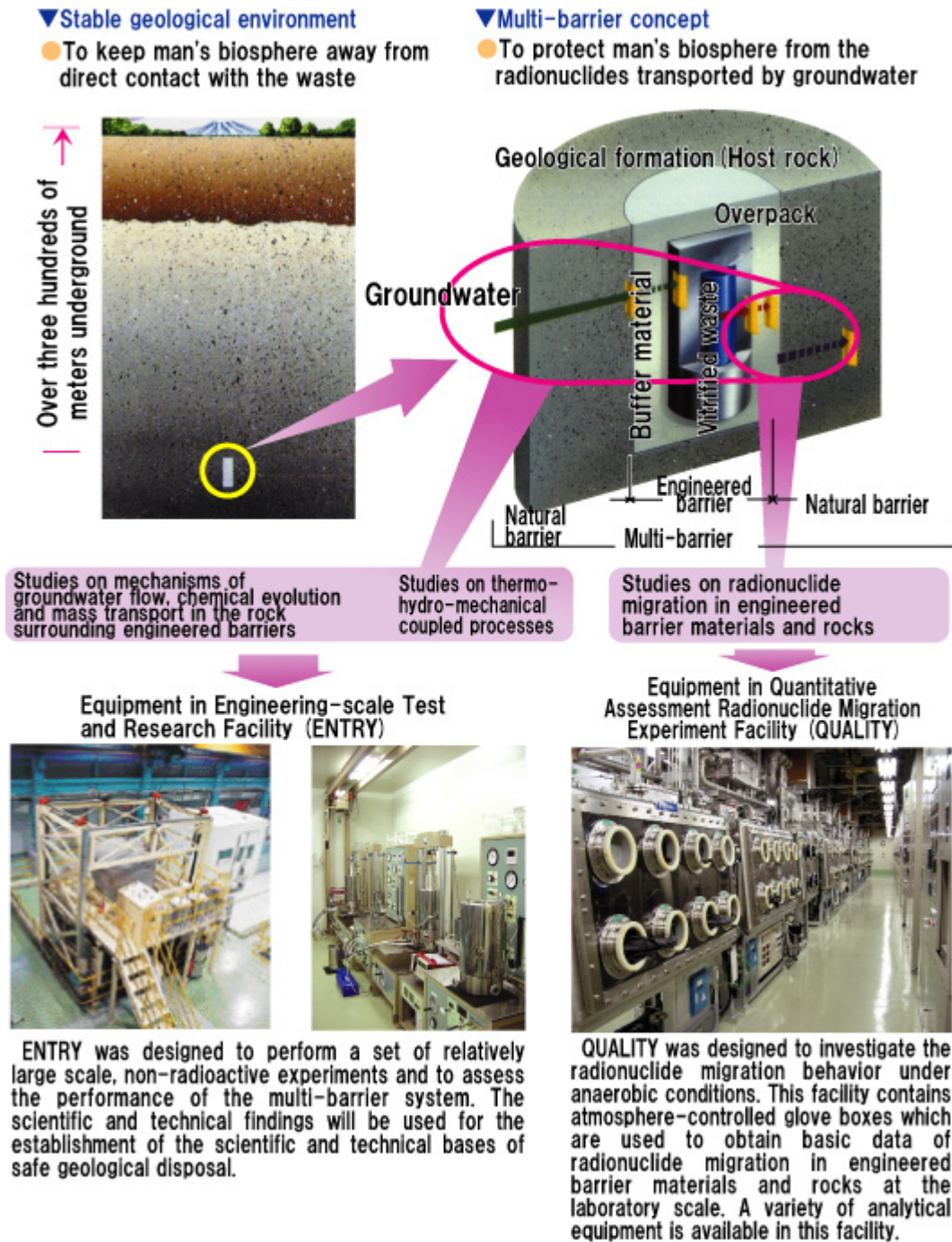


圖 43- 高放射性廢棄物深地層處置示意圖

## 六、參訪日本原子力技術協會（JANTI）

7 月 29 日，核能科技協進會(Nuclear Science and Technology Association, NuSTA)歐陽敏盛董事長、謝牧謙常務董事、原子能委員會徐明德副處長、鄧文俊科長、石門環技正、熊大綱技士，核能研究所廖俐毅主任聯袂拜會日本原子力技術協會，討論日本福島電廠事件演進與其他核電廠後續各項緊急對策。

日方參與討論的成員包括：前任 JANTI 理事長現為最高顧問石川迪夫、技術顧問和三個部門(strategic planning division, safety culture division, codes and standards division)的部長(general manager)，會議議程包括雙方簡報與技術討論。首先我方由鄧文俊科長介紹我國核電廠現有安全防護體制全面體檢之規劃以及初步評估結果，日方對於我國核電廠近期採取的緊急措施非常感興趣，並且十分關切改善完成時程。而後 JANTI 簡報題目為法規與因應措施之關係(Relationship between regulation and measure)。在福島事件發生之後，JANTI 綜合各方提出之因應措施包括：(1)地震海嘯與廠區全黑(station blackout)之因應措施、(2)事故處理(accident management)之強化、(3)歐盟的壓力測試(stress test)、(4)美國因應 911 恐怖攻擊之後，所提出之 B5b/NEI06-12 改善行動，於簡報中提出下圖說明各項因應措施之重點及彼此間的關係。

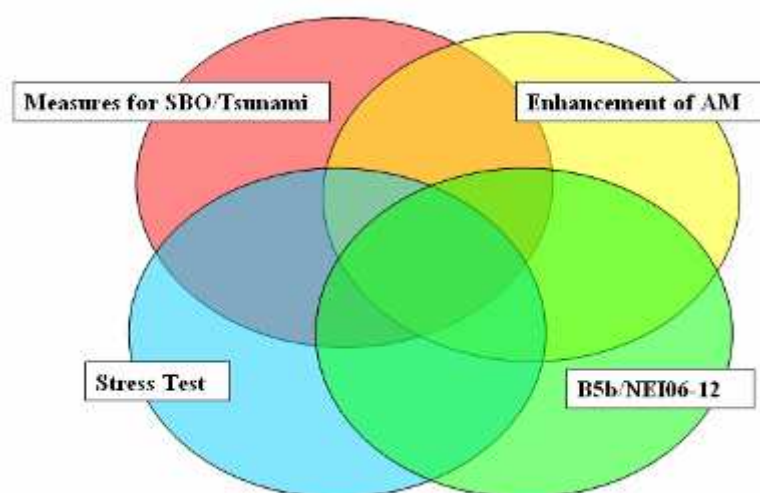


圖 44- 日本福島事件後世界核能電廠各項因應措施重點及彼此間關係圖

(1)地震海嘯與廠區全黑之因應措施:NISA 於 3 月 30 日提出要求，其具體內容包括：

一個月內之短期措施，例如：可移動電源供應、消防引擎(Fire Engine)等，長期措施則包括：防海嘯高牆(sea wall)之改善與廠房內預防淹水措施之改善(Enhancement of Flooding Prevention inside the Building)等。

(2)事故處理之強化方面:NISA 於 6 月 18 日提出要求，其具體內容包括：保衛控制室的環境(Securing the Environment in the Control Room)、緊急在地通信(Emergency On-site Communication)、物質與裝備例如防護高劑量之衣物(Material & Equipment like high dose protective Clothing)、預防氫氣爆炸(Prevention of H<sub>2</sub> explosion)、清除瓦礫的機具(Rubble Removing Machinery)。

(3)歐盟的壓力測試：NISA 於 7 月 22 日提出要求，其具體內容包括：第一階段針對設計餘裕的評估(容許應力上限相對於計算應力)與第二階段針對評估可承受的極端自然災害。

(4)B5b/NEI06-12 改善行動：NISA 於福島事故發生前尚未瞭解 B5b 改善措施，6 月由 INPO 得知此資訊，目前之現況為：由各電力公司向 INPO 詢問詳細之改善措施、NISA 積極與美國核管會聯繫並比較日本改善措施與美國 B5b 改善措施之差異。

日本原子力技術協會表示以上 4 項要求多半有具體的時程要求，可是 4 項要求在內容上又彼此重疊，而且，時程的要求前後不一致，另一方面，這些要求目前也都缺乏法規之基準。日本原子力技術協會對此頗有微詞。

進入技術討論議程時，我方和日方討論了許多技術議題，包括：(1)針對福島一廠一號機所採用之隔離式冷凝器(isolation condenser)設計理念與事故期間是否發揮應有之功能進行討論；(2)針對歐盟的壓力測試日方的作法，包括壓力測試的範圍、接受準則、以及結果的分享；(3)防海嘯圍牆(sea wall)的高度與其他可能的替代作法；(4)針對事故處理之強化，則討論是否要發展或採用較為強韌的監測儀器，例如：採用不同原理的水位計；(5)此次日本福島事故輻射污染擴散與蘇聯車諾堡事故情形之差異比較。

另外，JANTI 最高顧問石川先生則致贈其個人於福島事故後所撰寫的情勢評估文章與著述提供我方參考。拜會活動結束後，雙方並於協會總部前合影留念。



圖 45-台日雙方於日本原子力技術協會總部合影留念

## 七、參加第 8 屆 JNES-NuSTA 核能安全管理資訊交換會議

### (一)議程安排

8 月 1 日至 4 日召開第 8 屆 JNES-NuSTA 台日核能安全管理資訊交換會議，議程安排如下表所示：

| 8 月 | 地點                                | 時間            | 項目                                                                                               | 負責人            |
|-----|-----------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1 日 | 東京<br>JNES<br>總部<br>4C<br>會議<br>室 | 09:30 - 09:45 | 拜會 JNES 理事長                                                                                      | 理事長            |
|     |                                   | 10:00 - 10:15 | 開幕致詞                                                                                             | —              |
|     |                                   | 10:15 - 11:15 | 過去 1 年發生事件及福島事故回顧<br>(日本)                                                                        | 宇井淳<br>(JNES)  |
|     |                                   | 11:15 - 12:15 | 過去 1 年發生事件及管制動向(台灣)                                                                              | 徐明德<br>(AEC)   |
|     |                                   | 12:15 - 13:15 | 午餐                                                                                               |                |
|     |                                   | 13:15 - 14:30 | 日本東北地方太平洋沖地震與海嘯<br>對核能電廠所造成的損害<br>(以耐震及損害狀況為報告主軸)                                                | 坂上正治<br>(JNES) |
|     |                                   | 14:30 - 15:45 | The safety Re-assessment of<br>Taiwan's Nuclear Power Plants<br>after Fukushima Daiichi Accident | 鄧文俊<br>(AEC)   |
|     |                                   | 15:45 - 16:00 | 休息                                                                                               |                |
|     |                                   | 16:00 - 17:15 | 福島第 1 核電事故演進                                                                                     | 坂本一信<br>(JNES) |
|     |                                   | 17:15 - 17:30 | 今後合作事項討論                                                                                         | AEC/JNES       |

|     |      |               |              |            |
|-----|------|---------------|--------------|------------|
|     |      | 17:30 – 17:45 | 閉幕致詞         | —          |
|     | 東京   | 18:00 – 20:30 | 晚宴           | JNES 主辦    |
| 2 日 | 宮城   | 13:30 – 16:00 | 參訪女川核電廠      | 東北電力       |
| 3 日 | 茨城   | 13:30 – 16:00 | 參訪東海核電廠第二號機組 | 日本原電       |
| 4 日 | JNES | 09:30 – 16:00 | 耐震安全相關提問討論   | JNES 耐震安全部 |

本項會議我方安排相對參加人員如下表所示。

| 單 位                | 姓 名     | 日 期    |        |        |        |
|--------------------|---------|--------|--------|--------|--------|
|                    |         | 8/1(一) | 8/2(二) | 8/3(三) | 8/4(四) |
| 核能科技協進會<br>(NuSTA) | 歐陽敏盛董事長 | ○      | ○      | ○      | -      |
|                    | 謝牧謙顧問   | ○      | -      | -      | -      |
| 核能研究所<br>(INER)    | 廖俐毅博士   | ○      | ○      | ○      | -      |
| 原子能委員會<br>(AEC)    | 徐明德副處長  | ○      | ○      | ○      | -      |
|                    | 鄧文俊科長   | ○      | ○      | ○      | -      |
|                    | 石門環技正   | ○      | ○      | ○      | ○      |
|                    | 熊大綱技士   | ○      | ○      | ○      | ○      |
| 合 計                |         | 7 人    | 6 人    | 6 人    | 2 人    |

註：標記符號為「○」者表示出席。

## (二)8 月 1 日會議過程

8 月 1 日一早，首先拜會 JNES 曾我部捷洋理事長，他對於日本發生福島事件造成全世界的困擾表示致歉之意，而事件發生後，台灣各界的關懷與援助，他則深表感謝，雙方互贈紀念品後於理事長辦公室合影，而後開始技術交流會議，主辦單位 JNES 非常貼心的安排了兩位翻譯人員，有效協助雙方於會議進行期間的技術研討與溝通對話。

會議期間，我方由本會徐明德副處長簡報「我國核能電廠過去 1 年績效與各項管制動向」；本會鄧文俊科長則簡報「福島事件後臺灣核能電廠總體檢與採取的強化措施」，日方對於我國核二廠於大修期間採用何種技術與方法清理抑壓池污泥，感到非常有興趣；另外，也對核能電廠近期採取的強化措施進行熱絡的討論。





圖 46-第 8 屆 JNES-NuSTA 台日核能安全管制資訊交換會議召開情形

日方第一場簡報係由 JNES 宇井淳先生就「過去 1 年發生事件及福島事故回顧」進行報告，首先簡介 JNES 在日本核能界扮演的技術支援角色（Technical Support Organizations, TSO），而後概略介紹 3 月 11 日日本東北地方太平洋沖大地震後對東部沿岸核能機組（包括：女川、福島第一、福島第二及東海第二核能電廠）的影響與福島事故後對環境的輻射擴散情況、其他核電廠採取的緊急安全措施，並介紹事件發生後，JNES 為日本原子力保安院（NISA）提供必要的技術支援與專家諮詢工作，包括：用過燃料池水位評估、氫爆、嚴重事故分析、INES 事件分級與對國際之聯繫，並協助撰寫日本政府致國際原子能總署的國家報告部分初稿，簡報末並揭示 JNES 未來對於地震模擬、耐震實驗與海嘯模擬分析之研究方向。

日方第二場簡報由坂上正治先生介紹「日本東北地方太平洋沖地震與海嘯對核能電廠所造成的損害」，他表示：一般認為此次地震係由太平洋海洋板塊以每年平均 8.5 公分的速度隱沒並擠壓北美洲大陸板塊長期累積之能量瞬間釋放所致，本次地震規模達 9.0、深度僅 24 公里的大地震發生位置近於日本海溝，屬於典型的板塊邊緣型地震，根據日本氣象廳（JMA）測報資料推估，破裂面積範圍長度高達 450 公里，寬度達 200 公里，震源機制為典型的逆衝斷層，劇烈的錯動下造成海床大量的抬升，故而引發劇烈的海嘯；事實上，在 311 地震發生之前，日本地震研究推動本部（Headquarters for

Earthquake Research Promotion, HERP) 進行的長期地震評估工作，對於日本沿岸地區潛在的地震與海嘯威脅早有研究結果，但此次地震破裂面積與錯動量遠遠超越了原先的預估；另外，坂上正治先生亦從地震觀測資料與外海海嘯觀測資料，進一步解析 311 地震與海嘯的特性，其中透過外海的海嘯儀器觀測到共有七次之多的海嘯波峰，格外令人印象深刻。

至於地震與海嘯對核能電廠所造成的損害，綜合坂上的簡報資料，我們將其重點摘要整理如下表示。

由表中可以清楚瞭解，311 強震首先摧毀核能電廠的外電迴路，隨後而來的海嘯又造成備用柴油發電機不可用，進而使部分核電廠機組喪失最終熱沉，最終導致嚴重核子事故；另外根據各核電廠反應爐基座所設置的地震儀實測值資料分析結果可知，在福島第一與女川核電廠有部分機組承受的地震已經超越了原先設計基準地震值。

| 核電廠  | 機組 | 電功率 (MWe) | 地震時機組狀態 | 地震後機組狀態 | 地震、海嘯侵襲後電力受損情況                                          | 是否超越設計基準地震（基座位置地震加速度實測值（註*1）） |
|------|----|-----------|---------|---------|---------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 福島第一 | #1 | 460       | 運轉      | 自動急停    | 地震造成 4 條外電全部喪失。<br>海嘯造成 8 部備用柴油發電機全部不可用。                | 否                             |
|      | #2 | 784       | 運轉      | 自動急停    |                                                         | 是（註*2）                        |
|      | #3 | 784       | 運轉      | 自動急停    |                                                         | 是（註*2）                        |
|      | #4 | 784       | 大修      | -       |                                                         | 否                             |
|      | #5 | 784       | 大修      | -       | 地震造成 2 條外電全部喪失。<br>5 部備用柴油發電機因海嘯造成 4 部不可用。              | 是（註*2）                        |
|      | #6 | 1100      | 大修      | -       |                                                         | 否                             |
| 福島第二 | #1 | 1100      | 運轉      | 自動急停    | 4 條外電有 1 條正在維修，另 2 條因地震而喪失。<br>12 部備用柴油發電機因海嘯造成 9 部不可用。 | 否                             |
|      | #2 | 1100      | 運轉      | 自動急停    |                                                         | 否                             |
|      | #3 | 1100      | 運轉      | 自動急停    |                                                         | 否                             |
|      | #4 | 1100      | 運轉      | 自動急停    |                                                         | 否                             |

|      |    |      |    |      |                                                            |        |
|------|----|------|----|------|------------------------------------------------------------|--------|
| 女川   | #1 | 524  | 運轉 | 自動急停 | 5 條外電有 4 條因地震而喪失；#1 的起變受損。<br>#2 有 3 部備用柴油發電機因海嘯造成 2 部不可用。 | 是（註*3） |
|      | #2 | 825  | 起動 | 自動急停 |                                                            | 是（註*4） |
|      | #3 | 825  | 運轉 | 自動急停 |                                                            | 是（註*4） |
| 東海第二 |    | 1100 | 運轉 | 自動急停 | 地震造成 3 條外電全部喪失。<br>3 部備用柴油發電機因海嘯造成 1 部不可用。                 | 否      |

註\*1：目前所有地震儀量測值僅為初步結果，未來可能會進一步校正或修正。

註\*2：EW 方向加速度超越設計值，且反應譜在週期大約 0.2-0.3 秒區間超越設計反應譜。

註\*3：EW 與 NS 方向加速度超越設計值，且反應譜在週期大約 0.3-1.0 秒區間超越設計反應譜。

註\*4：EW 方向加速度超越設計值，且反應譜在週期大約 0.3-1.0 秒區間超越設計反應譜。

日方第三場簡報由坂本一信先生介紹「福島第 1 核電事故演進」，坂本首先聲明表示事故後有些監控儀表失去準確度（尤其是水位計讀數），目前只能依據十分有限且無法確認準確性的資料，作有限的分析研判；而後介紹 1 號至 3 號機組爐心壓力、水位變化、注入海水時機、以壓縮空氣手動開啓安全釋壓閥（SRV）之釋壓過程，另外根據水質檢驗分析、照片及 JNES 內部模擬結果，初步研判 4 號機用過燃料池並未如外傳有池水乾涸燃料外露的狀況；簡報末則介紹日本政府對國際原子能總署提出之福島事故國家報告，列舉的 28 個經驗教訓，內容涵蓋：設計基準、超越設計基準應變強化、長期全黑對策、喪失最終熱沉、嚴重事故後之復原等要項。

簡報結束後，隨即進行雙邊技術討論，以下摘錄技術討論內容：

(1) 在福島事故發生初期，JNES 提供了哪些專業諮詢？JNES 表示事故發生第一天就向 NISA 提出可能發生嚴重核子事故的警告，第二、三天就針對用過燃料池冷卻的必要性提出建議。另外，除了參加內閣與保安院有關之會議外也針對用過燃料池再臨界的顧慮進行評估。

(2) 在福島事故發生過程，ERSS（Emergency Response Support System, ERSS）

系統發揮了哪些功效？JNES 表示 ERSS 系統並未發揮其預定功效，最主要的問題是 ERSS 沒有收到應該收到的數據，猜測可能是光纜受到破壞，JNES 表示 ERSS 的數據傳輸系統，日後應該強化抗災害的能力。這一點十分值得我國借鏡。

(3) 在福島事故發生過程，再臨界與冷卻何者應該優先考慮？JNES 表示應該優先考慮冷卻，因為，只有特定條件下才可能再臨界。即使再臨界，反應器壓力槽與圍阻體也都可以發揮屏蔽作用。

(4) 在福島事故中，消防水注入爐心的流量非常低，大約只有 8.8~80 gpm，為什麼流量如此低？JNES 表示除了消防水頭與背壓需要考慮外，注入路徑接了許多軟管，路徑上的壓力降也必須列入考慮。這一點十分值得我國借鏡。

(5) 在新潟中越沖(NCO)地震發生後，日本各核能電廠都進行耐震再評估與補強，福島一廠也不例外，只是我們想了解，福島一廠的補強工作是否已經執行。JNES 表示已經執行。

(6) 福島二廠有一條外電存活，為何沒有利用它來協助挽救一廠？JNES 表示一廠與二廠間相距 10 公里，一廠發生氫氣爆炸，無法靠近，電源車開不進去，地震持續發生，只能仰賴既有電源。

(7) 在福島事故中，儀器測量值是否有足夠可靠性？JNES 表示許多儀器之讀數並不正確，特別是水位計，從 3/14 到 3/16 水位讀數為-1700 mm，事實上是空的。事故後之儀器測量應該要加以注意。

最後，議程進行 NuSTA-JNES 臺日雙邊今後合作事項討論，包括：用過燃料運輸與乾式貯存設施安全管理研討會、龍門電廠視察工作建議及明年度台日雙邊技術交流年會舉辦事宜，順利圓滿結束第一天的技術交流討論。

### **(三)8 月 2 日參訪女川核電廠**

8 月 2 日一行人參訪女川核能電廠，由渡部廠長親自進行簡報，說明 3 11 大地震對女川核能電廠所造成的損害情形和今後的各項因應策略。

此次地震在女川核能電廠造成之震度達 6 弱級（註：日本氣象廳震度分級 6 弱代表地表加速度介於 250-315 gal.之間），同時造成女川電廠整體地盤下沉約有 1 公尺，海堤高程由原設計的 14.8 公尺瞬間降為 13.8 公尺，所幸仍高於日本時間 15：29 來襲的超大海嘯高度 13 公尺，因此廠區沒有發生海嘯全面性淹沒情況，但是海嘯仍然經由海水泵旁邊的潮位計灌入緊急海水泵室，然後再經過管路通道與管路穿越器流入了 2 號機輔機廠房內輔助冷卻水系統熱交換器室，淹水高度達 2.5 公尺，造成 2 號機的 B 串緊急柴油發電機和 H 串（即高壓爐心噴灑系統 HPCS）緊急柴油發電機不可用，而 A 串之緊急柴油發電機則是正常的。

在外電情況方面，女川核能電廠有 275 KV 供電線（雄鹿幹線 2 條，丸松島幹線 2 條）4 線路，66 KV 供電線 1 條，總計 5 條，地震發生後，其中 4 線路無法供電，只剩 1 線路可以正常供電。

地震發生當時，1 號機和 3 號機正滿載運轉，2 號機則剛完成抽棒正在起動中，地震發生後，所有機組都自動急停，1 號機和 3 號機的 RCIC 系統與 RHR 系統均正常運作，並於約 10 到 11 小時後到冷停機，而 2 號機在地震後隨即達到冷停機狀態，此外，各輻射偵檢儀器均無異常的指示。

電廠方面亦檢討了 311 強震海嘯侵襲之下，女川核電廠能夠倖免於難的最大原因，包括：

- （1） 防海嘯堤防高度有足夠的餘裕，免於受海嘯淹沒。
- （2） 地震後尚保有一條迴路的外電，且多部緊急柴油發電機仍為可用，因此電源得以確保。
- （3） 地震前三部機組共計施作了 6600 個支撐基座的加固改善，耐震能力得以提升。
- （4） 平時精良與扎實的訓練成效。
- （5） 電廠的緊急對策室電腦與通訊設備一應俱全，因此正確的資訊收集與傳遞得以有效進行。

簡報同時也介紹了女川電廠今後的緊急安全對策，包括：

對策 1：電源確保(電源車配置→大容量電源設備配置→常設緊急用發電設備高地設置)

對策 2：防止海嘯所造成的淹水，包括加強門的水密性能、海水泵加裝防海嘯壁、以及將現有的 13.8 公尺防海嘯堤再加高至高程 18 公尺。

對策 3：透過消防車，提供核反應器與用過燃料池的冷卻水

對策 4：圍阻體過壓防止對策

對策 5：海水泵備用馬達的配置等

簡報結束之後到現場實際瞭解地震與海嘯所造成之損害，包括：1 號機重油槽倒塌、2 號機海水泵室、2 號機輔助冷卻水系統熱交換器室、緊急安全封策：電源車、消防車及參觀 1、2 號機中央控制室等。現場參觀結束後，隨即回到簡報會議室進行技術討論，針對電源車配置、大容量電源設備、消防車、注水管路等議題交換意見。

另外，特別值得一提的是由於地震與海嘯的影響，女川核能電廠附近許多道路受損(如下圖)，造成核能電廠與村落之孤立，地震海嘯造成電廠周邊村落民房大量損壞與流失，再加上下雪天氣嚴寒，女川核能電廠於是開放電廠內體育館接受避難人民，核能電廠員工與避難人民合計一千數百人，分享了有限資源(毛毯，水，食品)。在體育館接受避難人民，人數最多時約 360 名，時間最長者約 3 個月，之後避難人民移往二次避難場所或親友家，圓滿離開核能電廠，當地媒體更曾經報導。由此經驗顯示：具有充分抗地震海嘯安全設計的核能電廠，除了可以主動避免嚴重核子事故的發生，確保區域居民免於輻射污染與擴散的威脅，更可以提供劇烈天災後之臨時性緊急避難戶所。





圖 47-於女川核能電廠聽取簡報並進行技術交流討論

#### (四)8 月 3 日參訪東海核電廠第二號機組

8 月 3 日則是參訪東海第 2 核能電廠，首先由電廠進行簡報。地震時在東海村造成震度為六弱級，隨後海嘯侵襲高度約 5~5.3 公尺，電廠在地震之後喪失兩條外電，除了海水泵室外，其餘部分並未受到淹水的損害。事實上，海水泵室在 311 大地震之前已經著手進行海嘯防範的工程，在海水泵週圍已經興建高度 6.1 公尺的新分隔牆，防海嘯牆在此次事故中發揮了極大的功效，但是海水仍是從 cable pit 灌入，並進一步淹沒了備用柴油發電機冷卻用水之泵浦及馬達，造成一台緊要海水泵不可用，電廠方面應既定程序操作，終於在 3 月 15 日凌晨時分將機組帶至冷停機狀態。另外，廠方特別播放海嘯來襲當時經由保安監視器所攝錄下來的海嘯影片，但基於保安理由，廠方無法直接提供珍貴的錄影檔案，我方則建議日方可將海嘯來襲時的時間全部記錄，作為日後研究海嘯提供海嘯波之週期重要佐證，根據錄影畫面分析共計有七波較大的海嘯侵襲，與先前介紹外海之海嘯觀測儀紀錄一致。

在應變對策方面，除了在重要設施周圍設置防海嘯牆之外，廠方亦十分重視各種

水密門、緊急電源車設置等工作，簡報結束後，實地參觀海嘯侵入位置、海水泵室新設置分隔牆、電源車及水密門，而後於簡報室針對爐心隔離冷卻系統（RCIC）手動操作程序書、用過燃料池水質狀況與用過燃料棒是否交錯配置等議題，進行技術討論。



圖 48-於東海第二核能電廠聽取簡報並進行技術交流討論

#### (五)8月4日與日本原子力安全基盤機構 JNES 研討核能電廠地震海嘯議題

8月4日由本會綜計處石門環技正與核管處熊大綱技士兩位再度訪問 JNES，與 JNES 耐震安全部地震及海嘯專家針對地震再評估、專家會議、核電廠耐震餘裕評估與檢討、電廠開關場耐震性、濱岡核電廠停機、311 海嘯調查研究、地震海嘯預警等議題，進行充分的技術交流與深度討論，以下為討論結果摘要。

在地震方面：

1. 儘管日本近期的地震發生後所測讀的地震加速度紀錄屢創新高，例如：濱岡電廠、柏崎刈羽電廠與福島第一核電廠等實測地震加速度紀錄均有超越設計基準地震的情況，現階段日本方面並未規劃新一波的設計基準地震再評估作業（backcheck），原先所訂定的設計指針也沒有進一步的修訂計畫。據日方

人員表示，目前仍是以所謂的壓力測試（Stress Test）工作為主，進行設備耐震餘裕與整體電廠的耐震餘裕檢討。

2. 地震危害度分析結果研判時，地震衰減律採用的公式、參數、各公式的權重等因素影響甚大，一般皆會以所謂的「專家會議」作廣泛而週延的討論以取得共識，但在日本耐震設計指針內容當中並沒有「專家會議」的硬性規定，對於電廠所提交的設計基準地震評估，原子力保安院（NISA）會採行類似「專家會議」的方式，由 20 至 30 人所組成的專案委員會進行審查。
3. 日本目前並沒有全國核能電廠統一適用的耐震性能評估分析或補強的參考指針或技術規範，電廠只要最終能夠符合原子力安全委員會（NSC）所制訂的核能電廠耐震設計審查指針（2006 年版）之要求即可，但在社團法人日本電器協會（The Japan Electric Association）有出版耐震設計技術指針（JEAG 4601-2008）可以做為參考；另外，JNES 通常會協助 NISA 作 cross-check，用更精確的分析模式瞭解關鍵參數的影響。
4. 核能電廠耐震性能評估所需之經費、人力及時程安排，並不在管制機關或 JNES 的管轄範疇，但對於耐震餘裕評估、補強設計、補強施工計畫，都要經過審查，補強施工結果更需要 NISA 與 JNES 的檢查；此外，倘若有重大事件發生時，也必須對電廠執行各項視察。
5. 現今日本核能電廠之開關場（switch yard）因為不在安全相關的範疇之內，所以抗震能力仍屬於一般耐震等級，福島事故發生後，目前暫時以準備電源車的方式，作為電力的補強工作，可見的未來也沒有制定暫時性的指引或技術方針的計畫。
6. 今年五月間，日本首相菅直人無預警要求日本中部電力公司所屬的濱岡核電廠全面停止運轉，目前初步已知其考量的重點包括：專家研判 30 年之內東海地震有 87% 的發生機率、濱岡核電廠與東京的距離及一旦發生事故疏散範圍人口數目等因素，但是日本專家們表示並不了解日本政府對於命令運轉中的核電廠全面停機的決策過程，他們認為這是一項政治性的判斷與決策，而

不是專業技術審查後的結果，而且這項決定目前也缺乏法律依據。對於已全面停機的濱岡核電廠日後倘若需要申請全面恢復運轉，JNES 專家們認為設計基準地震動值與防海嘯高度應該是考量的兩大重點。

在海嘯方面：

1. 造成海嘯的起始條件之一是海底引發大規模的強震，有鑒於今年 3 月 11 日日本東北部太平洋沖地震造成重大危害，日本海洋研究開發機構（JAMSTEC）已經在作 311 大地震震源海域地區的調查，預計先作海底地形掃描，然後將派研究人員搭乘研究潛艇下沉至 6500 公尺執行深海調查與目視調查，未來對於其他板塊邊緣型的可能震源區域也將會類似的調查研究。
2. 日本核能電廠所在地之海嘯高度評估，乃是根據日本土木學會（JSCE）海嘯評估規範基於核能電廠所在地歷史海嘯紀錄所作的分析，由「日本被害津波總覽」一書可知，日本東北地方平均每十餘年就會有一次海嘯，而東海與東南海沿岸則是約 100 年有一次，日本海沿岸則較少有海嘯發生的情況。福島第一與第二核電廠所在地因為在歷史海嘯紀錄當中沒有受災的記載，所以海嘯高度評估結果也較低，例如：1896 年發生的明治三陸沖地震海嘯，在福島地區就沒有受災的記載。福島事故之後，有學者對於只看過去三百餘年的有限紀錄，來評斷可能的海嘯威脅是否足夠提出反思，未來希望能藉由海嘯考古學的調查研究，發掘更多更古老的海嘯災害紀錄。
3. 日本核能電廠在防海嘯牆（sea wall）的設防高度需要經過 NISA 審查與同意，但是 JNES 專家同時也坦承目前各核電廠宣稱將設置防海嘯牆的設計高度並沒有明確的根據，而各抗海嘯工程結構物設計指針目前也只有原則性的規定，並無細部設計規範。
4. 對於未來日本的海嘯預警系統可能有哪些重大的更新方面，JNES 專家表示目前很難表示意見，原因為 311 海嘯發生前夕，日本氣象廳的海嘯預警內容一改再改，電廠與一般民眾均可接收到一樣的海嘯警訊，今後海嘯之預警，JNES 專家一致認為關於日本的海嘯預警系統，未來仍有很大的改進空間。

5. 海底底床抬昇與海嘯生成有直接關係，也是驗證地震斷層機制解的最好方法之一，但現今對於 311 大海嘯究竟是由地震造成的海床抬升所致，亦或是由於地震引致海底邊坡發生大崩場所造成，目前日本學界尚未有定論，仍有待進一步的科學證據調查。
6. JNES 於耐震安全部門下成立海嘯專案小組，成員約有十餘人，其中專責負責海嘯分析研究的專家有兩位，台日雙方皆熱烈期盼未來能夠在地震與海嘯評估技術等專業議題上，展開更進一步的合作與交流。



圖 49-與 JNES 專家進行地震/海嘯特定技術議題研討

## 六、與日本原子力技術協會商討核電廠地震與海嘯相關議題與對策

8 月 5 日由本會綜計處石門環技正與核管處熊大綱技士兩位再度訪問 JANTI，與 JANTI 核能電廠耐震設計專家今野孝昭等人對於地震及海嘯各項議題進行充分的技術交流與深度討論，以下為討論過程與結果摘要。

1. 日本中部電力公司所屬的濱岡核電廠於今年五月間的全面停止運轉，JANTI

專家咸認為是一項政治性的判斷與決策，而不是基於專業評斷後的結果，他們也表示並不了解日本政府對於命令運轉中的核電廠全面停機的決策依據。

2. 日本核能電廠耐震設計規範與美國有所不同，例如：兩者在考慮耐震設計地震的輸入位置即有很大的不同，我國與美國核能電廠係以反應爐基座基礎高程位置為設計基準面，作為設計地震（即安全停機地震，Safe Shutdown Earthquake, SSE）的輸入位置，進而進行各項結構物耐震設計與設備的耐震驗證分析；而日本規範則是將設計基準地震（Design Basis Ground Motion, Ss）—「基準地震動」放在較深層且具有某種強度以上（即剪力波速  $V_s$  等於 700 m/s 的岩盤）的工程岩盤位置，兩者位置點並不相同。
3. 日本核能電廠耐震設計規範所定義的設計基準地震動 Ss，其設計的目的在於免於地震時核電廠結構物與近地表層土壤結構互制效應的干擾，純粹以理論彈性波傳遞的觀點，評斷核電廠所需的設計地震值，一旦波傳遞接近核電廠基礎岩盤，則另以更精細的分析模式（例如：有限元素模型）分析近地表岩盤或土層的地震反應與工程結構物的受震反應，並進行耐震設計。
4. JANTI 專家們對於我國核能電廠潛在海嘯威脅評估與抗海嘯設計等議題非常關切，遂臨時由核管處熊大綱技士進行簡報，介紹目前我國國科會所推動的海溝型海嘯評估及各核電廠抗海嘯設計地表高程，並逐一答覆 JANTI 專家們的各項提問。





圖 50-與 JANTI 專家進行日本核電廠耐震設計基準等技術議題研討

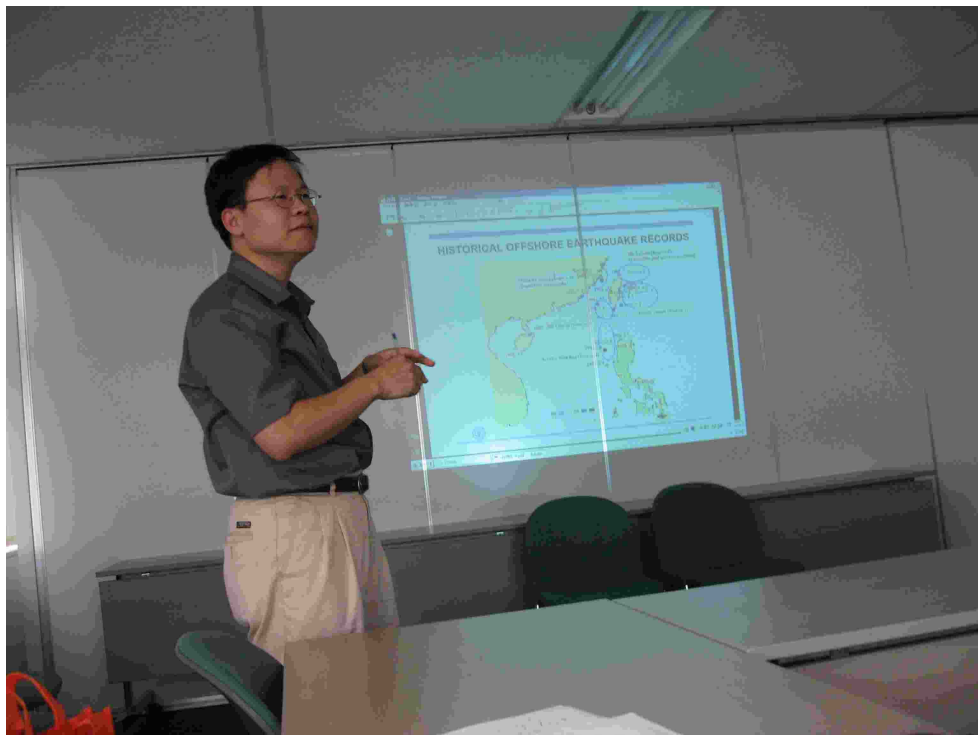


圖 51-向 JANTI 專家簡報台灣海溝型地震引發之潛在海嘯威脅評估

## 參、心得：

1. 此次訪日期間，談論的主題多以福島事故相關議題為主，在與日方人員交流互動的過程中，可以明顯感受到日方誠懇的歉意與虛心檢討的態度，日方也一再重申對於事故的資訊透明化與國際公開的原則，讓世人能充分記取福島事故各項寶貴的經驗，作為未來核能安全發展的重要改善起點。
2. 日本與台灣地理位置接近，自然地質與地體構造環境類似，人文風情也相仿，過去雙方基於密切的交流與互動，已建立起許多良好的聯繫的管道，此次交流訪問期間，充分感受到日方對我友好的態度，日方亦十分關切我國核能安全與發展的各項動態。核能安全無國界，未來在後福島事故時期，相信雙邊之交流互動一定更為頻繁密切。
3. 此次福島電廠附近居民在疏散時即遭遇嚴重的交通阻塞，根據國際原子能總署對福島事故的建議，應改進核子事故緊急計畫規劃，除了核子反應爐的斷然處置機制外，對於疏散道路的規劃與演練尤應加強。此外，第一時間掌握輻射擴散資訊極為關鍵，如此才可通知居民疏散至正確的方向。因此，應在最短時間內確實掌握氣象資料，以確定輻射塵擴散的方向，迅速決定正確的疏散路線即收容地點，此項回饋甚為重要，國內在平時整備時即應加以落實。
4. 訪日期間與日方人員談到食品輻射的問題，多數人員皆表示對於日本的食物安全管理程序十分有信心，但對於地震與海嘯導致的房屋損壞與重建問題，或進一步引發經濟衝擊問題，才是更讓他們憂心的議題。另外，當地震的影響逐漸平息後，長期的魚產與海洋輻射污染問題亦是目前環境生態學者所擔心的，未來對於漁產方面及海洋水體仍須進行較長期的監測。
5. 日本東北電力公司女川電廠與福島電廠一樣位於日本東北部海岸，但是於強震發生前即已持續不斷地進行耐震能力提升的改善，並主動而保守的加高了防海嘯堤防的高度，在 311 日本強震與大海嘯的侵襲之下才得以倖免於難，參訪期間並充分感受到電廠工程人員謙虛誠懇的態度，面對未來地震海嘯的侵襲風險，該廠表

示仍將持續投入各項準備工作，例如：防海嘯海堤擬保守的進一步加高至高程 18 公尺的高度。由此可知，面對自然災害的不確定性，應以務實的態度，嚴格貫徹簡單而保守的工程設計策略，才能夠確保工程設施之安全。

6. 我國核能電廠設計規範均沿襲美國核能相關法規或技術規範，在核能電廠耐震設計部分亦為如此，而日本核能電廠耐震設計規範之精神與考慮的重點，確實與美國規範有所不同，因此，今後倘若要引用日本核能電廠耐震設計相關資料與我國核電廠相互參照時，應格外慎重，審慎查證。
7. 受到東海村核燃料處理工廠發生鈾燃料臨界事故之影響，J-PARC 計畫之規劃建設之初，安全性議題受到當地民眾的強烈質疑，為消弭民眾對於該設施之疑慮，持續辦理各項溝通說明並開放民眾參觀訪問之作法，才能獲取民眾的認同與信任。此外專業溝通應站在對方的立場，並善用民眾日常周遭事物做簡單的類比對照說明，如此更可讓民眾容易接受，深奧難懂的專業術語則應盡量避免。

## 肆、建議：

1. 核能安全無國界，日本福島事故後，開啓了我國擴大參與區域及國際合作的契機。台日雙邊核能合作與交流可透過日本交流協會與我國亞東關係協會簽署的「支援東日本大震災復興、促進觀光——台日厚重情誼倡議」進一步加強，本會已將「建立台日核安管制單位緊急事故的通報機制」納入預定今年 11 月下旬召開的台日經貿會議提案項目，將配合相關部會全力推動。
2. 核能安全總體檢的做法和結果，應與國際接軌，採用國際共通的評估標準。因此，我國仍須積極爭取參與國際間各項核能安全與緊急應變相關的技術性會議，基於日本福島事故的經驗回饋，未來仍應積極聯繫各方管道，主動參加國際組織於日本召開或委請日本主辦之核能安全相關議題，包括：地震、海嘯、耐震補強、緊急應變、輻射防護、安全度評估……等之國際會議。
3. 福島事故後，核安管制單位的獨立性成為國際討論的焦點之一。日本已於 8 月 15 日內閣會議決定將於明年 4 月成立「原子力安全廳」取代現有的 NISA 和原子力安全委員會（NSC），韓國政府亦接受 IAEA 核安體制服務團（IRRS，Integrated Regulatory Review Service）之審查意見，宣佈該國計劃在今年 10 月，將核能管制的職掌自教育部移出，設立獨立的核能管制機關 Nuclear Safety Commission（NSC），同時將國家實驗室 KINS 歸屬於 NSC 以強化核安管制的技術能力。英國亦於 4 月立法通過整合原在衛生安全部和運輸部分管的管制部門，成立新的獨立管制機關 Office for Nuclear Regulation；中國大陸亦將依據 IAEA 核安體制服務團建議，規劃成立位階介於二級部會與三級機關之間獨立運作的「核安全局」。適逢我國政府組織改造期間，未來有關核安署的規劃能否與後福島時期核能安全管制機關變革之國際趨勢接軌，以符合國際一致的標準，攸關社會大眾對核能安全的觀感和接受度，值得重視。建議相關單位在立法程序尚未完全底定前，能再一次集思廣益尋求朝野共識，共同討論一個較佳的因應方案。
4. 根據日本核電廠之經驗，建議核電廠廠內應該規劃免震建築物一棟，作為技術支

援中心 (technical support center, TSC)，以滿足面對事故擴大發生後，廠區內的緊急應變需要，該棟建物應設置堅固防震、具適當屏蔽、空調、通訊配備、食物與飲用水、緊急電源的良好後勤支援或後備指揮中心，以作為容納緊急應變工作人員之工作待命場所，亦能安全防範受到外部事件如洪水、海嘯的侵襲，這些中心需要有充足的補給品，規模能確保維持事故管理工作人員的後勤支援和輻射防護。

5. 福島事故中，由於失去全廠與控制室照明，運轉人員在黑暗中產生極端的恐懼，所以緊急運轉程序書、嚴重事故管理指引及其相關程序書，應將儀器、照明、電力等不可用以及包含電廠狀態和高輻射等異常情況之心理恐懼因素納入平日訓練時考慮。此外，必須強化系統、通訊、監測儀器資訊等，在嚴重事故時能提供廠內外必要資訊。
6. 參考本次福島事故疏散區域規劃經驗，應結合輻射監測、氣象條件與擴散分析軟體之強力支援，做為決策依據，進一步導入類似日本福島「非圓形(不規則)緊急疏散區，不規則緊急疏散區應依環境監測與電腦程式預測分析訂定」、和「預備疏散區域」的觀念，作有效的緊急疏散，使能夠在特定的情境中讓電廠外的緊急計畫和應變更有效；日本在超過 20 公里且年劑量超過 20 毫西弗的區域，規劃計畫性避難區域，避免疏散人員與幅員過大，社會資源無法承擔。
7. 針對吸收特定放射性同位素能力特別好之植物(例如：茶葉、竹筍吸收放射性銫；蕨類及蘑菇吸收銫-137)可進行深入調查及研究，不但於事故後可作為瞭解放射性污染狀況之指標生物，若為國人經常攝用之食物，更可於第一時間施行輻射管制之干預措施，減少進入人體之放射性物質，降低所可能造成之體內曝露。
8. 國內目前並無類似 J-PARC 的高功率加速器與中子實驗設備，考量科技資源的有效整合與利用，避免不必要的重複投資，加上台日地理位置鄰近的優勢，建議相關單位可以鼓勵國內的研究團隊加強與日本 JAEA 進行跨國研究計畫合作，透過優質的研究構想，利用日本 J-PARC 的實驗設施，提升國內基礎研究的能量。
9. 依據日本高放射性廢棄物最終處置計畫，目前正徵求自願候選場址，預定於 2040

年左右開始運轉。由於台灣與日本的天然環境類似，均位處板塊運動活躍的地區，建議國內在推動用過核子燃料處置計畫時，可參考日本高放射性廢棄物最終處置的研發策略與經驗，篩選本土必要的實驗設施及研發項目，編列相關研發經費，並與日本相關研究機構洽談合作計畫與人員交流訪問計畫，以逐步建立用過核子燃料本土化安全處置之技術能力。

## 伍、附件：

1. 第二十六屆台日核能安全研討會議程
2. 第二十六屆台日核能安全研討會我方代表團團員名單
3. 第二十六屆台日核安研討會本會蔡春鴻主任委員發表之專題演講稿
4. 第二十六屆台日核能安全研討會共同聲明（中、日文對照版）



## 附件1-第26屆台日核能安全研討會議程

### 第一天(7/26)議程

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>100 年 7 月 26 日(星期二)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b><u>Opening Session (9:30-10:10)</u></b><br>“The changes in Japanese nuclear industry from the previous seminar” (20 min.)<br>Mr. Takuya Hattori, President, JAIF<br>“Outline of government activities in response to the Japan earthquake” (20 min.)<br>Dr. Chuen-Horng Tsai, President, Chung-Hwa Nuclear Society                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b><u>Session 1: Outline of Fukushima Accident (10:40-11:50)</u></b><br>Chairperson: Prof. Kazuhiko Kudo, Professor, Kyushu University<br>[Presentation from Japan]<br>“Effects of the Earthquake and Tsunami on the Fukushima Daiichi and Daini Nuclear Power Stations” (50 min.)<br>Mr. Masayuki Ono, General Manager, Process Improvement Group,<br>Nuclear Quality & Safety Management Dept., Tokyo Electric Power Co., Inc.<br>[Discussion with the floor] (20 min.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b><u>Session 2: NPP Safety Review after Fukushima Accident (14:00-15:35)</u></b><br>Chairperson: Mr. Hwai-Chiung Hsu, Vice President, Taiwan Power Company<br>[Presentation from Japan]<br>“Urgent (Short-Term) and Middle-Long Term Countermeasures for Tsunami at Hamaoka Nuclear Power Station based on the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake” (30 min.)<br>Mr. Takanobu Kakuki, Assistant Manager, Design & Engineering Group,<br>Nuclear Power Dept., Nuclear Power Div., Chubu Electric Power Co., Inc.<br>[Presentation from Taiwan]<br>“Safety Re-assessment of Taiwan’ s Nuclear Power Plants after Fukushima Daiichi Accident” (15 min.)<br>Mr. Wen-Chun Teng, Section Chief, Department of Nuclear Regulation,<br>Atomic Energy Council<br>“Proactive Plans & Countermeasures to Beyond Design Basis Accident (BDBA) of Nuclear Power Plant” (15 min.)<br>Mr. Chih-Hung Lin, Deputy Director, Department of Nuclear Generation,<br>Taiwan Power Company<br>“Reevaluation of the Impact of Earthquakes and Tsunami on Nuclear Power Plants in Taiwan” (15 min.)<br>Mr. Teng Fung Yang, Taiwan Power Company<br>[Discussion with the floor] (20 min.) |
| <b><u>Session 3 Fukushima Accident: Radiation Effects to the Environment (16:00-17:20)</u></b><br>Chairperson: Mr. Ming-Te Hsu, Deputy Director, Atomic Energy Council<br>[Presentation from Japan]<br>“Behavior of radionuclides in the environment and impacts of Fukushima Dai-ichi NPP” (30 min.)<br>Dr. Satoshi Yoshida, Planning and Promotion Unit Leader,<br>Research Center for Radiation Protection,<br>National Institute of Radiological Sciences (NIRS)<br>[Presentation from Taiwan]<br>“Radiation Protection Measures in Response to Japan’ s Fukushima Nuclear Accident” (15 min.)<br>Dr. Ruoh-Tsann Lee, Atomic Energy Council/ Dept. of Radiation Protection<br>“Review of Environmental Radiation Monitoring Implementation in Taiwan” (15 min.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

Mr. Chi Chang Liu, Radiation Monitoring Center, Atomic Energy Council  
[Discussion with the floor] (20 min.)

## 第 26 屆台日核能安全研討會第二天(7/27)議程

100 年 7 月 27 日(星期三)

### Panel Session: Fukushima Accident - Impact to the Society (9:00-11:40)

Chairperson: Mr. Nobuo Ishizuka, Senior Managing Director, JAIF

[Keynote Presentation] (20 min.)

“Fukushima Accident - A view from Taiwan and effect to the Taiwan's public opinion”

Dr. Tieh-Chi Chu, President, Nuclear Information Center

[Short Presentation from the Panelists] (4 panelists, 15 minutes each)

- “Crisis Communication in the Fukushima Accident”

Prof. Shoji Tsuchida, Faculty of Safety Science, Kansai University

- “From the perspective of NPP Siting Area”

Mr. Toshiro Kitamura, Consultant, JAIF

- “The Impacts on Taipower Nuclear Power Plants after Fukushima Accident”

Mr. Hwai-Chiung Hsu, Vice President, Taiwan Power Company

- “Lesson-Learned from Fukushima Accident and It’ s Impact on Related Research Program in Taiwan”

Dr. Lih-Yih Liao, Director, Nuclear Regulatory Technology Support Center,  
Institute of Nuclear Energy Research

[Panel Discussion] (30 min.)

[Discussion with the floor] (20 min.)

### Closing Remarks (11:40-11:50)

- Dr. Chuen-Horng Tsai, President, Chung-Hwa Nuclear Society

- Mr. Takuya Hattori, President, JAIF

## 附件 2、第二十六屆台日核能安全研討會我方代表團團員名單

|                                                                                     |                                                                                                                   |                                                                                     |                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | 蔡英文(團長)<br>行政院原子能委員會<br>委員長<br>Tsai, Chen-Hung<br>Minister of Atomic Energy<br>Council (AEC)                      |    | 李敏<br>國立清華大學教授<br>Lee, Min<br>Professor of NTU                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                              | 戴大鵬<br>行政院原子能委員會<br>核能管制處處長<br>Tseng, Kang<br>Assistant Specialist,<br>Department of Nuclear<br>Regulation, AEC                  |                                                                                                                                          | 林志鴻<br>台灣電力公司<br>核能發展處副處長<br>Lin, Chih-Iung<br>Deputy Director,<br>Dept. of Nuclear Engineering,<br>TPC                               |
|    | 曾慶境(副團長)<br>台灣電力公司副總經理<br>Hsu, Hwei-Chiang<br>Vice President,<br>Taiwan Power Company (TPC)                       |    | 許文勝<br>國立清華大學教授<br>Hsu, Wen-Sheng<br>Associate Professor of NTU                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                              | 廖國毅<br>行政院原子能委員會<br>核能研究所主任<br>Liao, Li-Yun<br>Director of Nuclear Regulatory<br>Technology Support Center,<br>NER               |                                                                                                                                          | 梅勝芳<br>台灣電力公司<br>核能發電處主任<br>Wang, Jing-Feng<br>Section Chief,<br>Dept. of Nuclear Engineering,<br>TPC                                 |
|    | 馬啟明(團長)<br>行政院原子能委員會<br>核能研究所所長<br>Ma, Hui-Ping<br>Director of Institute of Nuclear<br>Energy Research (INER)     |    | 楊大衛<br>行政院原子能委員會<br>綜合計畫處處長<br>Yang, David<br>Director, Department of<br>Planning, AEC                               |                                                                                                                                                                                                                                                                              | 張炳寬<br>行政院原子能委員會<br>核能研究所所長<br>Chang, Bon-Kang<br>Deputy Director of Health<br>Physical Division, INER                           |                                                                                                                                          | 康智誠<br>台灣電力公司<br>核能安全處所長<br>Kang, Jee-Chang<br>Section Chief,<br>Dept. of Nuclear Safety, TPC                                         |
|    | 戴鴻銘<br>核能科技協會理事長<br>Dayang, Min-Shen<br>Chairman of Nuclear Science<br>and Technology Association<br>(NUSTA)      |    | 劉淑清<br>行政院原子能委員會<br>核能防護處處長<br>Liu, Bush-Iuam<br>Director, Department of<br>Radiation Protection, AEC                |                                                                                                                                                                                                                                                                              | 劉萬忠<br>行政院原子能委員會<br>核能防護中心副主任<br>Liu, Chi-Chang<br>Technical Specialist of<br>Radiation Monitoring Center,<br>AEC                |                                                                                                                                          | 黃秉綽<br>台灣電力公司<br>核能發電處所長<br>Huang, Bing-Shou<br>Subsection Head,<br>Dept. of Nuclear Generation,<br>TPC                               |
|   | 謝政謙<br>核能科技協會常務理事<br>Shieh, Mu-Cheng<br>Association Board Director of<br>NUSTA                                    |   | 許明德<br>行政院原子能委員會<br>核能管制處副處長<br>Hsu, Ming-Te<br>Deputy Director, Department<br>of Nuclear Regulation, AEC            |                                                                                                                                                                                                                                                                             | 邵國柱<br>行政院原子能委員會<br>核能燃料管理處副處長<br>Shiao, Kuo-Tzu<br>Deputy Director of Fuel Cycle<br>and Materials Administration<br>(FCMA), AEC |                                                                                                                                         | 林建雄(團長)<br>台灣電力公司<br>核能試驗室主任<br>Lin, Chen-Chung<br>Head of Test Division Sec. of<br>MAHSHAN Jobsite Team<br>Radiation Laboratory, TPC |
|  | 蔡素芬<br>國立清華大學教授<br>Tsai, Tzu-Fen<br>Professor of National Tsing<br>Hua University (NTU)                           |  | 唐文進<br>行政院原子能委員會<br>核能管制處所長<br>Tang, Wen-Chun<br>Chief, Department of Nuclear<br>Regulation, AEC                     |                                                                                                                                                                                                                                                                            | 葉世文<br>台灣電力公司<br>核能發展處所長<br>Yen, Shih-Wen<br>Executive Secretary,<br>Nuclear Emergency Planning<br>Executive Committee, TPC      |                                                                                                                                        | 朱毓昌<br>核能資訊中心董事長<br>Chu, Yuen-Chi<br>President of Nuclear<br>Information Center                                                       |
|  | 鍾玉娟<br>核能資訊中心所長<br>Chung, Yu-Chun<br>Chief of Nuclear Information<br>Center                                       |  | 黃同朝<br>亞細亞機械股份有限公司<br>總經理<br>Huang, Tung-Chih<br>President of CTD Machinery<br>Corporation                           |                                                                                                                                                                                                                                                                            | 石門環(執行幹事)<br>行政院原子能委員會<br>綜合計畫處處長<br>Shih, Men-Huan<br>Technical Specialist,<br>Department of Planning, AEC                      | <div>第 26 屆台日核能安全研討會<br/>第 26 回台日原子力安全セミナー</div> <div>List of Taiwanese Delegation<br/>2013 年 7 月 25 日~29 日<br/>日本東京</div> <div></div> |                                                                                                                                       |
|  | 黃水清<br>中華核能學會常務理事<br>Huang, Shui-Tsing<br>Association Board Director of<br>Chinese Nuclear Society<br>Association |  | 倪臣華<br>亞細亞機械股份有限公司<br>副總經理<br>Ni, Chen-Hua<br>Senior Manager of Asia CTD<br>Engineering Co., LTD                     |                                                                                                                                                                                                                                                                            | 蘇凡皓(幹事)<br>行政院原子能委員會<br>核能燃料管理處技士<br>Su, Kuo-Hao<br>Associate Technical Specialist<br>of FCMA, AEC                               |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                       |
|  | 龔錦山<br>中興工程顧問股份有限公司<br>總經理<br>Kung, Chen-Shen<br>President of Sinotech<br>Engineering Consultants, LTD            |  | 賴玄奎<br>台灣核能專業技術協會<br>秘書長<br>Lai, Hsuan-Chin<br>Secretary General of TNA                                              | <div><br/>中國核能學會</div> <div>地址：台北市臨江街一段 80 號 7 樓<br/>7F, No.80, Sec. 1, Chungking Rd.,<br/>Xinyue District, New Taipei City,<br/>Taiwan, 23152, R.O.C.<br/>Tel: +886-2-821-1571<br/>Fax: +886-2-821-1805<br/>Web: http://www.cns.org<br/>E-mail: cns35@yahoo.com.tw</div> |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                       |
|  | 陳嘉如<br>中興工程顧問股份有限公司<br>工程師<br>Chen, Chiao-ku<br>Engineer of Sinotech Eng.<br>Cont. LTD                            |  | 王立華<br>工業技術研究院工業科技<br>工程師<br>Wang, U-H<br>Branch Supervisor of<br>Industrial Technology<br>Research Institute (ITRI) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                       |
|  | 江憲宗<br>中興工程顧問股份有限公司<br>工程師<br>Chang, Hsien-Chung<br>Engineer of Sinotech Eng.<br>Cont. LTD                        |  | 蔡建輝<br>工業技術研究院<br>工程師<br>Tsai, Chien-Ping<br>Engineer of ITRI                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                       |
|  | 許文都<br>台灣核能專業技術協會<br>理事長<br>Tsai, Wen-Du<br>Chairman of Taiwan Nuclear<br>Industry Association<br>(TNAI)          |  | 劉育偉<br>亞細亞機械股份有限公司<br>客戶經理<br>Liu, Yu-Wei<br>Customer Manager of CTD                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                       |

## 附件 3-第二十六屆台日核安研討會本會蔡春鴻主任委員發表專題演講稿

### 講題：原能會對福島事故因應措施之說明

100.07.26

大會主席…理事長、台日雙方代表團團員、各位女士、各位先生，大家好！

首先，本人要代表台灣政府和人民向今年 3 月日本東部大地震、強烈海嘯、以及福島核電廠事故的所有受災人民表達最誠摯的關懷及慰問。尤其是在第一時間投入福島核電廠受損機組的搶救團隊，以「犧牲小我」的勇氣在極高風險的環境下，努力確保機組的安全，全世界都深為感動，並給予最大的祝福；而在面臨前所未有巨大災變時，日本國民所表現出來的冷靜沉著與秩序井然的應變，透過台灣媒體的報導，也讓台灣人民敬佩，紛紛發起募款捐助活動，以表達我們對日本人民的支持！

目前事故發生已超過 4 個月，國際原子能總署及各個有核電國家的政府均積極就福島核電廠事故的經驗進行深入的探討，希望從中學習教訓，並針對自己國家的核能電廠進行體檢或壓力測試，提出加強改善核電安全的措施，這些措施有一個共同的目標，那就是「類似福島電廠的事故不會再次發生」，以期讓世人重拾對核電安全的信心。

台灣、日本兩國地理位置十分接近，多年以來彼此核能界也已建立了良好的核能技術合作及經驗交流管道。在福島核電廠事故發生 4 個多月後，今天在日本召開第 26 屆台日核能安全研討會，也更具有時代的意義。以下本人謹就行政院原子能委員會（簡稱原能會）及相關機關對福島事故相關因應措施提出簡要說明，敬請指教。

#### 一、啓動國家緊急應變機制

台灣政府為因應日本強烈地震後所引發海嘯的侵襲，於 3 月 11 日 15:10(台灣時間?)成立行政院層級的中央災害應變中心，隨著福島事故的惡化，次日原能會也迅速成立應變小組。而屬於總統府層級的國家安全會議，也自 3 月 13 日開始，針對日本核能事故之發展，召開多次專案會議，掌握最新事故狀況，並要求各相關部門從境外、邊境及境內三個面向，落實各項因應處置作為。

#### 二、境外因應措施

##### （一）掌握境外核能相關單位資訊及媒體報導

透過台日雙方及和其他國家所建立的資訊交流管道，持續蒐集相關報導，以隨時掌握福島核電廠事故機組狀況及廠內外環境輻射資訊。

## （二）預測福島一廠外釋放射性物質漂浮軌跡

台灣中央氣象局每天根據日本氣象資料可預測未來 5 天的氣流速度及軌跡，同時與核研所合作加入輻射源與擴散模式可預估萬一輻射塵漂到台灣時的輻射劑量。

## （三）指派船艦赴台灣地區外海監測輻射值

為早期瞭解台灣周邊地區環境輻射監測值，派遣船艦進行台灣東北、南部及海峽等區域之輻射強度偵檢。至 4 月 8 日止，測得數值皆在安全範圍內。

## 三、邊境管理措施

### （一）國際機場日本入境旅客輻射偵測

原能會自 3 月 15 日起至 4 月 30 日止，於台北松山、桃園及高雄小港等三座國際機場設置門框式輻射偵檢器，提供自日本入境旅客輻射偵測服務，共檢測了超過 20 萬人次，僅 45 人超過儀器設定值，經清理後均無污染顯示。

### （二）日本進口食品及貨品之管制與檢測

#### 1、食品檢測

原能會配合行政院衛生署食品藥物管理局，進行進口食品檢測。截至 5 月 30 日止，完成 3,800 餘件送驗日本食品的檢測，結果皆符合規定。原能會並訂定「輻射塵污染食品或農漁產品等銷毀處理導則」，提供銷毀處理程序。

#### 2、工業產品及重要零組件之管制與檢測

經濟部標準檢驗局自 3 月 22 日起針對日本進口機械類、電機類、電子類及化工類共 658 項應檢驗品目，配合抽批查核，執行輻射偵檢，共抽檢超過 500 批，未發現輻射污染情形。

#### 3、港口貨櫃輻射檢測

利用大港倡議（Mega Port）計畫，針對港口進出口及轉口貨櫃進行全面性檢測。

### （三）監控台灣漁船作業海域及檢測漁撈產品

#### 1、監控台灣漁船作業海域

行政院海岸巡防署利用衛星船位監控系統持續監控漁船作業情形，及引導遠離事故臨近海域。

#### 2、檢測漁產品及沿近海漁船作業海域之水體

自 3 月 24 日起，原能會與農委會合作進行國內農、漁、牧產品檢測，並就 12 處魚市場自太平洋海域作業捕撈之魚類，以及自市場中採得農畜產品，抽樣進行分析。另原能會會同行政院海岸巡防署及漁業署，自 4 月 1 日起針對台灣東北部海域與特定漁場分別採取海水樣品進行檢測分析，檢測結果均符合安全規定。

### 3、**檢測秋刀漁場水體**

行政院農業委員會水試所派船遠赴北海道外海秋刀漁場進行水體、浮游生物及魚體取樣，送回原能會核能研究所檢測，到目前為止均未檢出人工放射性核種。

## **四、境內處置措施**

### **（一）進行台灣地區環境輻射監測**

透過既有的 30 處環境輻射監測站及空氣、土壤、植物、落塵、海水取樣，進行環境輻射監測，偵測結果並立即公布，結果均在正常背景值。自 3 月底起全省的空氣樣品中雖陸續測得微量的碘-131，但是經過評估，對民眾健康不會有危害。

### **（二）執行核電廠安全總體檢**

原能會參酌國際組織及世界核能先進國家對現有機組所採行的改善措施，訂定「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」，對台灣現有核能機組因應事故之能力以及天災發生之後救災過程中，潛在可能發生設備喪失功能的危險要項進行檢視，以強化現有核能機組抗地震、抗山洪、抗海嘯之機制，確保台灣核電廠的運轉更加安全，並讓民眾安心。

體檢方案的內容區分為「電廠安全防護措施」與「廠外輻射防護及緊急應變機制」兩大部分；在時程上，則分近期（2011 年 6 月底前完成）與中程（2011 年 12 月底前完成）兩階段推動。目前第一階段台電公司自我檢討和原能會評估作業已完成，並由行政院邀請國內外專家學者所組成的專家小組，做進一步的檢視。

### **（三）媒體處理及溝通宣導**

#### **1、透過記者會及公聽會等向外說明**

透過即時召開記者會、發布新聞稿及公布澄清說明稿等方式，對外說明日本核災最新狀況和國內相關因應情形等外，並安排行政官員及學者專



家接受各電視台及廣播節目訪問。

## 2、電子媒體宣導

透過全國 LED 電視牆，及洽請電視台廣播電台，分別播出「核子事故緊急應變民眾防護篇」30 秒短片及「核子事故防護行動」廣播帶，以宣導民眾輻射防護常識。前面所提到境內環境輻射的偵測結果每 5 分鐘更新公布於網站，同時各大電視台新聞節目也都會隨時顯示各地輻射背景值。

## 3、設置網頁說明專區

福島事故發生後，原能會立即在機關網站中建置「日本福島核災專區」及「Actions on Japan Earthquake, AEC」中、英文專區，提供福島核電廠之事故最新發展及影響評估等資訊，讓民眾即時掌握最新的訊息。而在核電廠總體檢作業開始推動後，亦在機關網站中建置「核能電廠總體檢專區」，將原能會執行核電廠總體檢各項作業現況、成果及民眾所關心問題之答復說明，儘量以通俗簡明的方式讓社會各界及時瞭解。

## 4、免費演講服務

原能會近幾年來爲了推廣正確的核能及輻射安全資訊，邀請許多核能界具專業且豐富經驗的資深志工共同設立「輻射你我她」免費演講服務機制，福島事故發生後，社會各界對本項服務的需求大增，截至目前已排定或辦畢的場次爲去年全年的 2.5 倍，讓民眾有機會得到更真實、正確的說明。

## （五）辦理複合式災害緊急應變演習

此次福島電廠事故導致大規模的居民疏散撤離，顯示做好核電廠周邊地區因應緊急應變的規劃及演練，絕對是各使用核電國家必須慎重思考的課題，尤其是針對複合式災害（由地震、海嘯導致核災）的應變演習，更顯重要。因此，原能會在福島事故後立即規劃以日本大地震與海嘯引發核災的案例爲想定基礎，分階段採取「兵棋推演」及「實兵演練」的方式，辦理大規模的核電廠緊急應變演習。透過二階段兵棋推演，第一次結合行政院中央災害應變體系與核子事故緊急應變機制，以複合式災害功能編組設計地震、海嘯、核子事故等狀況進行因應作為之推演，以探討複合式災害應變指揮機制之整合及運作，藉由跨機制、跨機構、跨層級協調整合，強化我國對核災應變體系之整備。

廠內實兵演練假設核電廠發生超出設計基準之嚴重核子事故，反應爐喪失冷卻水之灌水降溫、設備與電力之搶修、事故消息傳遞與民眾資訊公開等實兵演練。廠外民眾防護實兵演練則包括在 EPZ 5 公里半徑內地區實施警報發放、交通管制、居家掩蔽、民眾集結、疏散等實地演練，以及擴大疏散演練範圍至半徑 10 公里地區，選定汐止與瑞芳演練使用鐵路、船隻為載具之民眾疏散，另外選定於台北港（20 公里半徑外）舉行定點集中示範演練，動員新北市警消、衛生局、社會局與國軍、原能會相關應變人員，以及 1600 位民眾共同參與災民收容安置、人車偵檢除污、環境輻射監測、災情偵蒐、碘片發放、檢傷後送等實作項目，並展示應變相關設備，以提供應變人員演訓平台。

台灣目前尚在進行各核電廠的總體檢工作，也會陸續向外界說明各階段的評估結果；日本除了 19 部運轉中的機組之外，尚有近 30 部機組殷切等待執行應力測試後可恢復啟動。回顧全世界核能發電的歷史，1979 年的美國三哩島核能事故、1986 年的前蘇聯車諾堡核能事故、以及今年日本福島核電廠事故，雖帶給我們核能從業人員相當大的震撼與挫折，但也提供了核能安全技術研究及實務運作許多寶貴的經驗與教訓。福島事故的經驗回饋（Lessons Learned）在 6 月底國際原子能總署（IAEA）主辦的部長級會議有深入的報告，這些經驗回饋我相信都會納入台日雙方的總體檢或壓力測試項目，不過我想趁這個機會提出來，尚有些福島事故的啓示值得核能界再更深入作研究或檢討的，譬如說：在核電廠安全設計理念中，共因失效對於傳統多重性、多樣性和深度防禦原則的衝擊；過去 IAEA 所推動的「核安文化」是否有所不足，或者因前兩次事故時間久遠，安全文化的落實已稍有鬆動。

以三哩島核能事故及蘇聯車諾堡事故的檢討經驗，各國（包括日本在內）及各核能組織（IAEA、OECD/NEA 等）對福島核電廠事故的檢討，仍然會持續相當長的時間，並將會透過各種學術會議來集思廣益或尋求共識，並對外公布。以台日雙方如此緊密的核能交流，本人深切期盼彼此在後福島事故期間，更能提升合作關係及交流層次，特別是對核電廠安全防護機制的檢討評估，除了雙方更密切交換資訊及經驗外，更期能共同協力參與國際間的相關活動，讓多年來台日核能安全研討會所奠定的合作基礎，更加延伸及擴大，共同促進全世界之核能安全，重建民眾對核能發電的信心，這將會是一條艱困而長遠的路，仍有賴大家的堅持和努力，讓我們彼此加油打氣。謝謝！

## 附件 4-第二十六屆台日核能安全研討會 共同聲明(日文版)

### 日台原子力安全セミナー 共同声明

平成23年7月27日  
社団法人 日本原子力産業協会  
中華核能学会

1986 年以来、毎年開かれてきた「日台原子力安全セミナー」が、今年は7 月26、27 の両日、東京で開かれた。26 回目となる今年は、3 月11 日に発生した東日本大震災と、福島第一原子力発電所事故に関する技術的・社会的な諸問題について、包括的な討論が行われた。

福島事故は、1979 年の米TMI 事故、86 年の旧ソ連チェルノブイリ事故と並ぶ、極めて重大かつ深刻な事故である。今回の事故は、原子力安全への信頼を根底から損ない、また台湾を含めた多くの国・地域の原子力開発計画に大きな影響を与えることとなった。日本側からは近隣の台湾に対して、多大な迷惑をおかけした事へのおわびと、震災からの復興に向けて台湾から寄せられた多大な支援に対してのお礼が述べられた。

福島事故の発生後、各原子力発電国は原子力安全を最重要視し、自国内の原子力発電所の安全性について慎重にレビューを行っている。ほとんどの原子力発電国は今後とも原子力を利用し続ける一方、ドイツなど少数の国は脱原子力へと政策を見直している。原子力政策は、国民の利益に幅広く影響を及ぼす重要な問題であり、適切な政策決定のためには、徹底的な検討と十分な議論が必要である。

日本、台湾はともにエネルギー資源に乏しく、エネルギー供給をほぼ海外に依存しており、エネルギー安全保障上、脆弱な構造である。日本や台湾において、エネルギー政策が体系的に議論されないまま、脱原子力依存政策が検討されていくとすれば、それぞれの社会・経済に大きな悪影響を与える恐れがある。エネルギー政策については、国民負担と産業界への影響に加え、地球環境問題やエネルギー安全保障などを、長期的かつ総合的な観点から国民的議論を通じて検討すべきである。

日本と台湾との間では、工業製品のみならず農林水産物の貿易が盛んである。セミナーでは、食品中の放射性核種に関わる規制値が日本と台湾でほぼ同等であり、この規制値に基づき、日本では福島県産の一部食品と一部地域の茶葉を除いて、農産物の規制措置が解除されていることが明らかにされた。日本・台湾双方は、今後とも福島事故とその環境影響に関する情報交換を盛んにし、国際的な風評被害を防ぐことで、農林水産物の貿易を健全かつ発展させる必要がある。もちろんそのため

には、正確、客観的かつわかりやすいデータを積極的に公開・発信していく必要があり、また教育等を通じて放射線に関する正しい理解を進めることも重要である。

今回のセミナーでは、福島事故の発生原因、影響および今後の改善策について、日台双方が広範かつ深い議論を行い、これを将来の原子力安全に役立てることを確認した。また福島事故を教訓として、より高い安全基準を達成した原子力利用を進めていく必要性も再認識された。日本と台湾は、エネルギー安定供給と地球温暖化防止対策のため、国民の理解と信頼を得ることを前提として、安全な原子力利用と、原子力による経済・社会への更なる貢献を目指すべきことを再確認した。

次回の日台原子力安全セミナーは、来年、台湾で開催する予定である。

以上

## 第二十六屆台日核能安全研討會 共同聲明(中文版)

台日核能安全研討會 共同聲明

2011 年 7 月 27 日  
社團法人 日本原子力產業協會  
中華核能學會

1986 年以來每年皆舉行的「台日核能安全研討會」，今年於 7 月 26、27 兩日在東京召開。第 26 屆的今年，對於 3 月 11 日發生的東日本大震災及福島第一核電廠事故，就技術面與社會面等諸多議題進行綜合性的討論。

福島事故與 1979 年美國的三哩島事故及 1986 年舊蘇聯的車諾比事故，同樣都是極其嚴重之核子事故。這次事故徹底破壞了民眾對於核能安全的信心，亦對於包含台灣在內的諸多國家、地區之核能開發計畫造成了莫大影響。對於鄰近台灣造成的極大困擾，日本深表歉意；對於台灣及時提供賑災與援助，亦藉此表達感謝與敬佩之意。

福島核災事故發生後，各核能發電國家均高度重視並審慎檢視其核能設施的營運安全。截至目前，大多數國家維持使用核電，只有如德國等很少數的國家修正其核電政策。由於核電發展政策，關係國家利益至鉅，且涉及的層面甚廣，需要週全的考量及充分討論溝通後，才能做出對國家及人民福祉最適切的政策性決定。

日本與台灣均屬能源資源缺乏的國家，大部分能源幾乎都依賴進口，在能源安全確保的結構上是非常脆弱的。至今日本與台灣均未對能源政策進行整體性的議論，若僅就擁核或非核議題進行討論，將可能對社會與經濟造成不良的影響。由於能源政策的決定，會對國民負擔與產業界造成重大影響，因此應考量全球環境問題、能源安全確保等因素，以長期性、綜合性的觀點，以及與民眾充分的溝通討論後，審慎決定之。

日本與台灣之間不僅是工業產品，就連農林水產品之貿易均非常盛行。研討會中，對於食品中放射性核種的管制標準，日本與台灣幾乎相同，依據這標準值，除了日本福島縣產的部分食品及部分區域出產的茶葉，其餘農產品均解除了管制措施。日台雙方今後應積極就福島事故與其對環境造成的影響，進行相關資訊交流，從防止國際貿易受損的角度，促進雙方農林水產品貿易的健全發展。當然為了達到這個目的，雙方

必須積極提供正確、客觀且容易理解的數據，此外更重要的是，藉由教育推廣有關輻射的正確知識。

本次的研討會，雙方針對福島事故發生的原因與影響及相關檢討改進措施，進行廣泛且深入的討論，深信必有助於兩國未來核能營運安全的提昇。經由福島事故的教訓，讓雙方都深刻的體認到核能運用與其安全確保的重要性。日本與台灣為求安全穩定的能源供給及防止全球持續暖化，再次體認到應以得到國民的理解及信賴為前提，朝著安全使用核能及讓核能對於經濟與社會提供更大貢獻的目標邁進。

下一屆的台日核安研討會，明年預定將由台灣舉辦。

以上