

出國報告（出國類別：其他）

台日核能安全管制資訊交流會及福島 一廠及鄰近地區參訪出國報告

服務機關：核能研究所

姓名職稱：廖俐毅 研究員

派赴國家：日本

出國期間：102年7月27日~102年7月31日

報告日期：102年9月2日

摘要

原能會蔡春鴻主任委員率領之代表團於 102 年 7 月 27 日赴日本福島縣地區考察及參加 7 月 30 日於日本東京召開之「台日核能安全管制資訊交流會議」，同行的有財團法人核能科技協進會陳勝朗首席顧問、駐日代表處徐秘書鼎昌（協助翻譯及庶務事宜）、核技處徐明德處長、綜計處王重德副處長、核管處張欣副處長、物管局鄭維申組長、核能研究所廖俐毅主任等一行共 14 人，由於會議與多項拜會活動之時間重疊，每一個人分配的任務與參加的會議場次不盡相同，本人參與之活動為：參加台日第十屆核能安全管制資訊交流會議、參加與日本核能管制單位原子力規制委員會長官會談、參訪日本東京電力公司福島第一核電廠、赴日本福島縣地區考察及拜會磐木市副市長。其他活動請參閱原能會的出國報告。

今年東京電力公司開放福島核電廠供參訪，為進一步取得第一手有關福島電廠的訊息，原能會透過與日本原子力安全基盤機構（JNES）召開雙邊核安管制資訊交流會議的時機，於 7 月 29 日前往參訪福島第一核電廠，並於 7 月 30 日參加台日第十屆核能安全管制資訊交流會議。該資訊交流會議由日本原子力安全基盤機構與我國財團法人核能科技協進會合辦，地點於日本原子力安全基盤機構新辦公大樓。本次研討會議，議程包括 8 項，其中日方一共簡報 5 項，分別為「福島核能一廠現況與日本新規制基準概要說明」、「福島事故後之日本新規制基準現況說明」、「福島核能一廠廠內、廠外放射性廢棄物之處理現況」、「放射性廢水之減量與管理」、「日本新緊急應變之概念」，我方一共簡報 2 項，分別為「臺灣核能電廠重要事件經驗回饋與管制議題」、「福島事故後緊急應變之強化」、另外有共同項目 1 項為「雙方合作成果回顧與未來合作議題」。透過各項技術議題深入研討，可瞭解福島核能一廠現況及處理放射性廢水所面臨之困境及方法、日本新規制基準之內容與修訂理念，藉此檢討目前核電廠應付超越設計基準事故的能力與因應措施、強化現行緊急應變作業程序，更可由事故所造成環境輻射與心理影響，反思如何進一步保障民眾安全、降低社會衝擊。

目次

摘 要.....	i
目次.....	ii
一、目 的.....	1
二、過 程.....	2
三、心 得.....	25
四、建 議 事 項.....	28
五、附 錄.....	29

一、目的

原能會蔡春鴻主任委員率領之代表團於 102 年 7 月 27 日赴日本福島縣地區考察及參加 7 月 30 日於日本東京召開之「台日核能安全管制資訊交流會議」，同行的有財團法人核能科技協進會陳勝朗首席顧問、駐日代表處徐秘書鼎昌（協助翻譯及庶務事宜）、核技處徐明德處長、綜計處王重德副處長、核管處張欣副處長、物管局鄭維申組長、核能研究所廖俐毅主任等一行共 14 人，由於會議與多項拜會活動之時間重疊，每一個人分配的任務與參加的會議場次不盡相同，本人參與之活動為：參加台日第十屆核能安全管制資訊交流會議、參加與日本核能管制單位原子力規制委員會長官會談、參訪日本東京電力公司福島第一核電廠、赴日本福島縣地區考察及拜會磐木市副市長。

此次出國行程中，透過相關核能機構參訪、拜會日方核能管制單位及參與核能安全管制資訊交流會議，對各項技術議題進行深入的研討，一方面對福島事故後日本所採行之各項因應措施、管制作為及善後處理措施有進一步之瞭解，有助於核能研究所研發計畫之執行，對未來協助核管工作亦有直接效益。另一方面，也可藉此機會進一步強化台日雙邊在核能安全領域之各項合作與交流。

二、過 程

此次赴日公差行程，係自 102 年 7 月 27 日至 7 月 31 日計 5 天，詳細行程如下：

日期	行程	工作紀要
7/27(六)	桃園→日本東京	去程
7/28(日)	日本東京→磐城	行程
7/29(一)	福島→東京	參訪福島第一核電廠暨福島縣地區考察
7/30(二)	東京	參加第十屆核能安全管制資訊交流會議
7/31(三)	日本東京→桃園	返國

(一) 公差歷程

1. 行前準備

日本新規制基準是本次公差的重點項目之一，因此，出發前事先蒐集相關資料，並摘譯為中文。蒐集之資料包括：

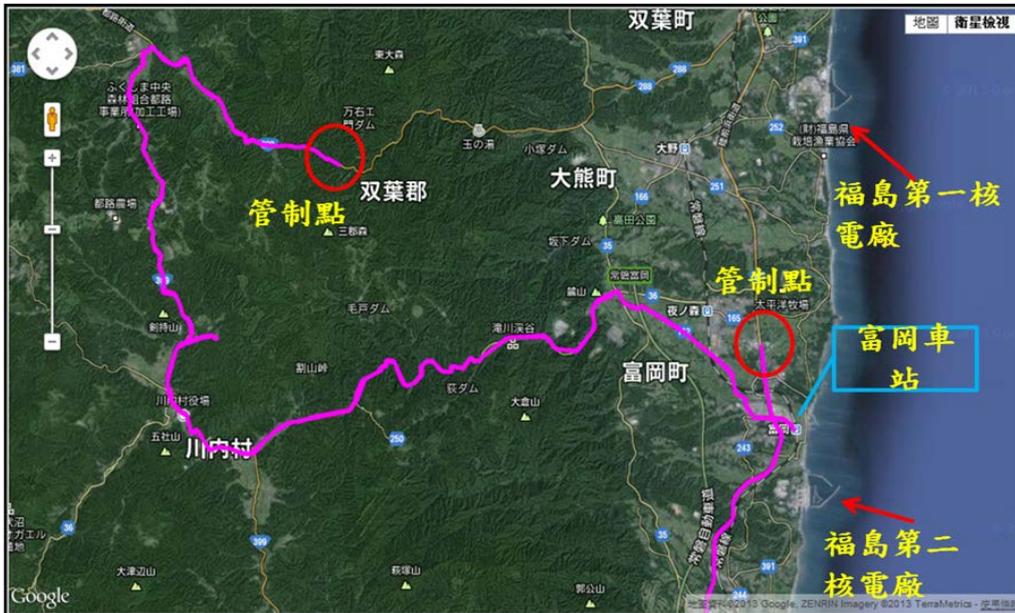
- (1) Outline of New Regulatory Requirements (Design Basis)
- (2) Outline of New Regulatory Requirements For Light Water Nuclear Power Plants (Earthquakes and Tsunamis)
- (3) Outline of New Regulatory Requirements For Light Water Nuclear Power Plants (Severe Accident Measures)
- (4) Toyoshi Fuketa, 2013, Proposed Regulatory Requirements in Japan, in Regulatory Information Conference
- (5) 實用發電用反應爐新管制基準-概要

2. 福島一廠及鄰近地區參訪

近來國內報章雜誌報導許許多多關於福島災民心聲和災區輻射劑量的大小事，諸如災民無法回鄉居住、商業活動停滯、農田受到汙染無法再耕種、生活失去方向等，這些報導顯示若核災預防做的不夠好，一旦發生事故其影響非常大，赴日本福島縣地區考察除直接感受地震和海嘯的破壞力，也給予我們很大的警惕作用，驅動我們再次檢視在核災預防上，是否仍存有尚未發掘出的弱點、以及還有哪些地方須要再強化。除了參考先進國家的經驗回饋和策略外，透過深入福島一廠與鄰近災區，以及經與東京電力公司第一線人員的訪談，有助於使我國核能安全能夠得到更佳之確保。

此次原能會深入福島災區一行，係由原能會蔡春鴻主任委員率團，同行的有我駐日代表

處徐秘書鼎昌（協助翻譯及庶務事宜）、核能研究所廖俐毅主任、核技處徐明德處長、綜計處王重德副處長、核管處張欣副處長、物管局鄭維申組長等一行共 11 人。7 月 28 日（星期日）一行人搭乘租來 20 人座中巴從東京出發，走常盤自動車道到達福島縣後，前往災區位於福島一、二廠之間但未受管制的富岡町火車站（離福島一廠約 10 公里）。車子行進路線如下圖粉紅色線條：



沿途從國內帶來的輻射偵檢器測量值約為每小時 0.1-0.3 微西弗，雖高於一般背景值（我國平時背景值為每小時 0.05-0.08 微西弗），但是仍在加強偵測調查值之內如下所示。

0.2微西弗/時以下：一般背景輻射範圍

0.2 ~ 20微西弗/時：加強偵測調查

20微西弗/時以上：執行輻射緊急偵測

目前福島一廠南方的警戒區已向內縮至約 6-8 公里，警戒區外住民白天可隨時進入整理家園，但晚上仍必須離開。因此在我們坐的車子駛向電廠的路上，幾無人煙，沿途某些區域堆放著一包包裝著廢土的黑色塑膠袋，大多為剷除土壤上層一定範圍的污染物，富岡町選定這些區域做為臨時污染廢土棄置場。目前福島縣的污染，先暫時存放在福島縣內 30 年，周圍的千葉、埼玉、宮城縣則先找一個地方掩埋。



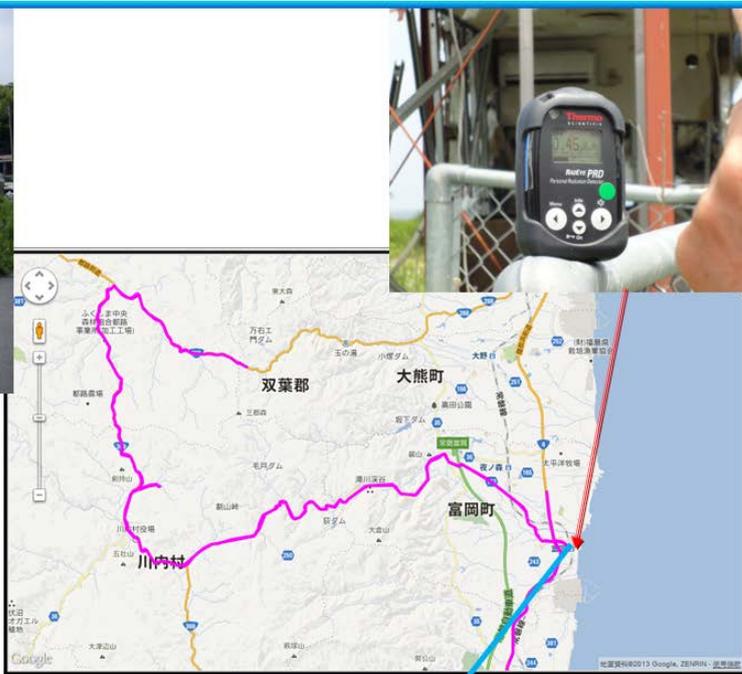
進入富岡町地區，越靠近海邊越感受大自然的威力。映入眼簾的皆是地震及海嘯造成的損壞，許多房屋一樓摧毀得支離破碎，也有房屋倒塌，有些連二樓也遭受摧殘，到達富岡火車站更是看見車子停留在火車軌道上。天橋及電桿皆扭曲變形，一路上人煙稀少，但仍可偶爾看見有人進出當地。整個富岡町因遭受地震、海嘯及核災的影響，生活機能不足。



經測量，富岡車站的劑量率為每小時 0.45 微西弗，如下圖：



0.2微西弗/時以下：一般背景輻射範圍
 0.2 ~ 20微西弗/時：加強偵測調查
 20微西弗/時以上：執行輻射緊急偵測



富岡車站



日本政府復原的做法原則上從離福島一廠較遠處開始，再逐步往內處理，待富岡町區域做完整體規劃後，預計會逐步清除該地區損毀的建築以及毀損的車輛等雜物，目前看起來仍須花費一段時間處理。離開富岡車站，往北朝大熊町方向走，到達管制地點可見有 8 到 10 人在三面路口管制車輛及人員進出，管制站人員告知須事先申請獲得許可才可進入，改走另一條山路沿著管制區邊界行進，車子沿著山區道路，剛進入雙葉郡即可見管制人員，到達管制站後折返。

福島縣管制站



國道6號管制站



國道288號管制站

期間經過川內村某處用午餐，餐廳附近增設的即時環境輻射監測器顯示當下的輻射強度為每小時 0.126 微戈雷(0.118 微西弗)。

川內村(0.118微西弗/時)



7月29日一早，依照原先規劃行程前往福島事故後做為電廠應變處理工作人員重要中繼站的J-Village (J村)，J村原為日本國家足球隊的訓練場地，福島事故後政府徵收做為應變人員中繼站兼管制站。所有要進入福島一廠的工作人員均須在此地安全檢查與著裝，並佩帶足夠的防護裝備，工作完成後再回到此處卸裝與休息。J村位於福島縣廣野町和檜葉町之間，距離福島一廠約20公里，距離福島二廠約8公里。進入電廠之管制站剛開始時設置於J村，今年6月30日起安檢地點已由J村移至位於福島一廠之新建物。

在日本東京電力公司安排下，福島一廠菅沼希一副所長先在J村為我們做簡報說明電廠現況及參訪路線，下圖為簡報前的拍照。



我們被告知相關禁止規定，包括照相、手機等電子設備禁止攜入，甚至個人與參訪無關的物品（包括錢）也不要隨身攜帶，要求我們把手機、相機等具照相功能的器材留在 J 村，一行人改搭東電公司的接駁車前往福島一廠。



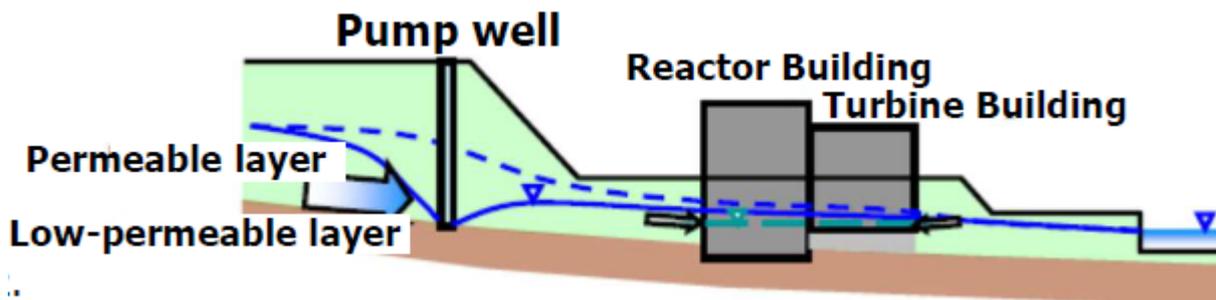
遵照廠方規定，僅攜帶簡要文件進入電廠，在這方面日本執行狀況確實比國內嚴格多了。一行人在通過類似國內核電廠般的安全檢查及金屬探測器後，在接待人員指引下穿戴安全帽、簡單手套、鞋套、口罩，然並未要求穿上防塵衣，仍舊穿著自己的長袖上衣（來訪前日方要求當日穿長袖上衣），想必東電已做過輻射評估，防塵衣並不需要。事實上，當我們離開福島一廠輻射管制區時，確實也未受到污染。

為我們說明。



福島一廠目前最棘手的問題是地下水滲入的問題，1 號機與 3 號機反應器廠房結構受損，附近山坡的地下水水位高於廠區，因此，每日有 400 噸地下水滲入反應器廠房，成為帶放射性之廢水，目前福島一廠已貯存 32 萬噸污染廢水，逼近其 34 萬噸的貯存容量，因此福島一廠，採用三種方法，積極設法減少廢水：

(1) .減少流入廠房的地下水，在廠房上游挖井，抽除地下水，如下圖；



(2) .使用多核種移除系統來處理汙水（每日約可處理 500 噸），該系統除氬之外，可移除其他所有核種(包括 Rb, Sr 和 Co 等)；

(3) .增加廢水貯存槽容量，目標為擴充至 80 萬噸（預計二年內先增加至 70 萬噸）。下圖灰色桶槽即為廢水貯存槽，另外還有藍色廢水貯存槽。



至於反應器之處理，1-4 號機中，優先處理 3 & 4 號機，然後再處理 1 & 2 號機。4 號機用過燃料池的外壁經調查仍完整沒有傾斜，用過燃料池的支撐已經利用鋼筋水泥完成強化改善。由於 4 號機反應器廠房上部損壞嚴重，因此計畫移走 4 號機用過燃料池內之燃料。目前正緊鄰其旁興建另一建物，準備移出 4 號機用過燃料池內之核燃料，預計今年秋天可興建完工，11 月開始移出，為期一年。下圖左方為 4 號機反應器廠房，右方為新蓋建物，新蓋建物延伸至 4 號機反應器廠房上方，但不直接接觸反應器廠房。



3 號機因輻射量高，人員無法靠近工作，只能以遙控方式操控怪手進行清理作業，並將加臨時外罩，以便後續進行燃料移出工作。1 號機先前已加罩，但未來移出燃料時需將現有外罩打開，改以臨時外罩，方能進行燃料移出工作。至於 2 號機因廠房結構最完整，如何移出燃料反而最困難。



免震重要棟係具有輻射屏蔽的建築物，是我們此行觀察重點之一。福島一廠免震重要棟在 311 福島核災前三個月才剛完工啓用，事故期間免震重要棟做爲工作人員居留休息處所，扮演決策執行重要的功能，也慶幸當時有免震重要棟才使事故得以減緩。免震重要棟原設計之生活機能爲供 300 人緊急時使用三天，但在事故發生後曾有約 750 人住在裡面，有一段時間一天一人只能喝一瓶水、吃一餐。免震重要棟在福島事故期間，因爲受爆炸影響，門被炸壞產生縫隙，另外也可能因爲人員進出造成污染，因此，免震重要棟有一段時間其實是被污染的。我們訪問時，免震重要棟非常乾淨，是因爲後來經過一番清理的結果。目前免震重要棟內白天仍有 200 多人，晚上則有 80 人值勤，主要爲監視 1-4 號機組狀況，有問題時可立刻派員處理。在免震重要棟內我們也見到日本核能監管機構原子力規制委員會（NRA）的 7 位視察人員，晚上他們也會有 1 位同仁值夜班。

現在福島一廠白天約有 3,000 多位工作人員，其中約一半爲東電公司員工，另一半爲協力廠商人員。工作人員一年健康檢查一次，不過每半年會抽血一次。

所長說明討論後即進行廠區巡視行程，搭專車繞廠區一週，過程中不下車，眼前仍可看到地震和海嘯攻擊後的殘跡，譬如海水泵室旁儲油槽扭曲變形、鐵塔受地震作用導致基座倒塌造成外電喪失、3 和 4 號機二次圍阻體受到氫爆造成屋頂掀開等。





此外，過程中也看到東電已擇一塊區域做為暫時性用過燃料乾式儲存區；而裝載污染水的儲存槽幾乎到處可見，以及一些救援設備和臨時搭設廠房等。參訪路徑中，輻射強度隨著廠房之靠近而逐漸上升，其中最高值為 3 號機汽機廠房靠近海邊的道路上，開車經過時顯示達每小時 1.3 毫西弗，已屬正常運轉核電廠中的高輻射區域。現場巡視約 40 分鐘，我們每人約接受 0.01-0.02 毫西弗的劑量。

福島一廠 6 部機組中，1~4 號機位處 10 米高程區域，而 5~6 機所處地面高程為 13 米，雖均在同一廠區內但高程不同，且後備緊急柴油發電機所處位置高低也不同，在受到相同海嘯攻擊後即顯出不同的結果。儘管觀察到東電正積極從各種面向去解決目前所面臨問題，包括避免污染水流入大海、3 號機高輻射瓦礫清除、核子燃料從廠房濕式儲存池移至廠區乾式貯存、污染水輻射核種清除和減量等。不可諱言的是，廠房內劑量應遠高於我們所觀察廠區環境劑量，加深後續處理推展的困難度，這也是東電在復原路途上一大急需克服障礙。

福島一廠善後的工作看起來艱辛又漫長，要處理的問題很多，而輻射外釋造成民眾有家歸不得的痛，更是讓人不忍。台灣沒有發生核災的本錢，如何在這樣的教訓之後，平時做好各項準備，包括對地震、海嘯之預防與準備，電廠安全設備再強化措施及人員訓練等，持續

推展提升核安工作，使核能在台灣更安全，讓民眾安居無虞，是電力公司及安全管制單位責無旁貸的任務。

3.拜會磐木市副市長

7月29日下午離開福島一廠後，原能會一行人於返回東京途中順道拜會磐木市副市長，磐木市位處福島縣境內，離福島一廠距離約40公里，並不在緊戒區範圍內。磐木市在東日本大地震及海嘯侵襲後，因為該市海岸線長達60公里，其受災程度雖不比位於宮城縣仙台市來得嚴重，但也造成了該市近300名人員死亡、80,000處房屋損壞、大規模停水、物質不足及重要港口小名浜港受損等。副市長說明福島核災對磐木市的影響，他表示當時為確保市民安全，該市市長曾在中央政府未下達疏散命令前，即對沿岸居民發出自主避難指示。事故後，該市湧入鄰近4個鄉鎮逾24,000災民避難，其中來自富岡町5,500人。

事故後，2011年旅遊人數也由核災前1,100萬人次驟降至300萬人次。磐木市除容納鄰近鄉鎮來的災民外，更積極從事市政重建及復興作業，2012年旅遊人數也快速攀升至700萬人次，但離高峰仍有段距離。副市長再度說明該市現況已大致恢復到以往，亦對我們極力推銷磐木市特色，歡迎台灣觀光客來此一遊。透過此次與基層市政人員進一步溝通，了解地方平時整備作為及災時應變策略，務使核災不再發生。

4.參加第十屆核能安全管制資訊交流會議

7月30日參加第10回JNES-NuSTA核能安全管制資訊交換會議，本次研討會議之議程包括8項，其中日方一共簡報5項，分別為「福島核能一廠現況與日本新規制基準概要說明」、「福島事故後之日本新規制基準現況說明」、「福島核能一廠廠內、廠外放射性廢棄物之處理現況」、「放射性廢水之減量與管理」、「日本新緊急應變之概念」，我方一共簡報2項，分別為「臺灣核能電廠重要事件經驗回饋與管制議題」、「福島事故後緊急應變之強化」、另外有共同項目1項為「雙方合作成果回顧與未來合作議題」。議程與簡報如下所示：

Time	Contents/Items	J:JNES N:NuSTA
09:30-09:50	Courtesy call on Dr. Nakagome by NuSTA	J/N
09:50-10:00	Move to the meeting room	
10:00-10:20	Opening: Welcome by Dr. Hirano of JNES and Remarks by Mr. CHEN Introduction of Participants/Adoption of Agenda	
10:20-11:15	1. Overview of Current Status of Fukushima Dai-ichi and New Regulatory Framework	J:Dr. Hirano
	2. Current Status of New Regulatory System After Fukushima Daiichi Accident in Japan	J:Mr. Kurihara

11:15-12:15	3. Current Events and Regulatory Issues in Taiwan	N:Mr. Bin KAO
12:15-13:15	- Lunch in the Meeting Room 13D -	
13:15-14:15	4. Current Status of the on-site and off-site waste management at the Fukushima Dai-ichi NPS	J:Dr. Uchida
	5. Reduction and Management of Contaminated Water	J:Mr. Tsuruga
14:15-15:15	6. The Enhancement of Emergency Response after Fukushima Accident	N: Mr. Chun-Mao LIU
15:15-16:15	7. Concepts of New Emergency Preparedness in Japan (Focused on the latest Nuclear Emergency Preparedness Guidelines)	J:Mr. Saito
16:15-16:45	- Break -	
16:45-17:15	8. Review of Cooperation Achievement and Future Plan	J:Mr. Tsuruga N: Mr. John S. CHEN
17:15-17:30	Closing: Remarks by JNES and NuSTA	J:Dr. Hirano N: Mr. John S. CHEN
18:30-20:30	- Reception hosted by JNES -	

JNES 參加會議之成員如下所示：

Name	Affiliation
Dr. Nakagome Yoshihiro	President (Courtesy call only)
Mr. Fukushima Akira	Vice- President
Dr. Hirano Masashi	Associate Vice-President Director-General, Office of International Programs
Dr. Uchida Masahiro	Deputy Director-General, Nuclear Fuel Cycle and Radioactive Waste Management Safety Department
Mr. Saitou Minoru	Counseling Expert, Nuclear Emergency Response and Preparedness Department
Ms. Otake Fumie	Chief, Safety Information Research Group
Mr. Tomita Kazuhide	Assistant Director-General, Office of International Programs
Mr. Aono Kenjiro	Senior Officer, Nuclear Energy System Safety Department
Mr. Aoto Tsutomu	Assistant Director-General, Office of International Programs
Mr. Kurihara Mikio	Senior Staff, Office of International Programs

Name	Affiliation
Mr. Tsuruga Keisuke	Senior Staff, Office of International Programs

我方參加會議之成員如下所示：

財團法人核能科技協進會成員

Name	Affiliation
陳勝朗 Mr. CHEN John S	首席顧問 Chief Adviser
陳衛里 Mr. CHEN Wei-Li	顧問 Consultant
陳淑貞 Ms. CHEN Shu-Chen	經理 Manager

原子能委員會成員

Name	Affiliation
張欣 Ms. CHANG Shin	核能管制處副處長 Deputy Director, Department of Nuclear Regulation
高斌 Mr. KAO Bin	核能管制處科長 Section Chief, Department of Nuclear Regulation
張禕庭 Mr. CHANG Yi-Ting	核能管制處技士 Associate Technical Specialist, Department of Nuclear Regulation
侯仁翔 Mr. HOU Jen-Hsiang	核能管制處技士 Associate Technical Specialist, Department of Nuclear Regulation
徐明德 Mr. HSU Ming-Te	核能技術處處長 Director, Department of Nuclear Technology
劉俊茂 Mr. LIU Chun-Mao	核能技術處技士 Associate Technical Specialist, Department of Nuclear Technology

核能研究所成員

Name	Affiliation
廖俐毅 Mr. LIAO Lih-Yih	核安管制技術支援中心主任 Director, Nuclear Regulatory Technology Support Center

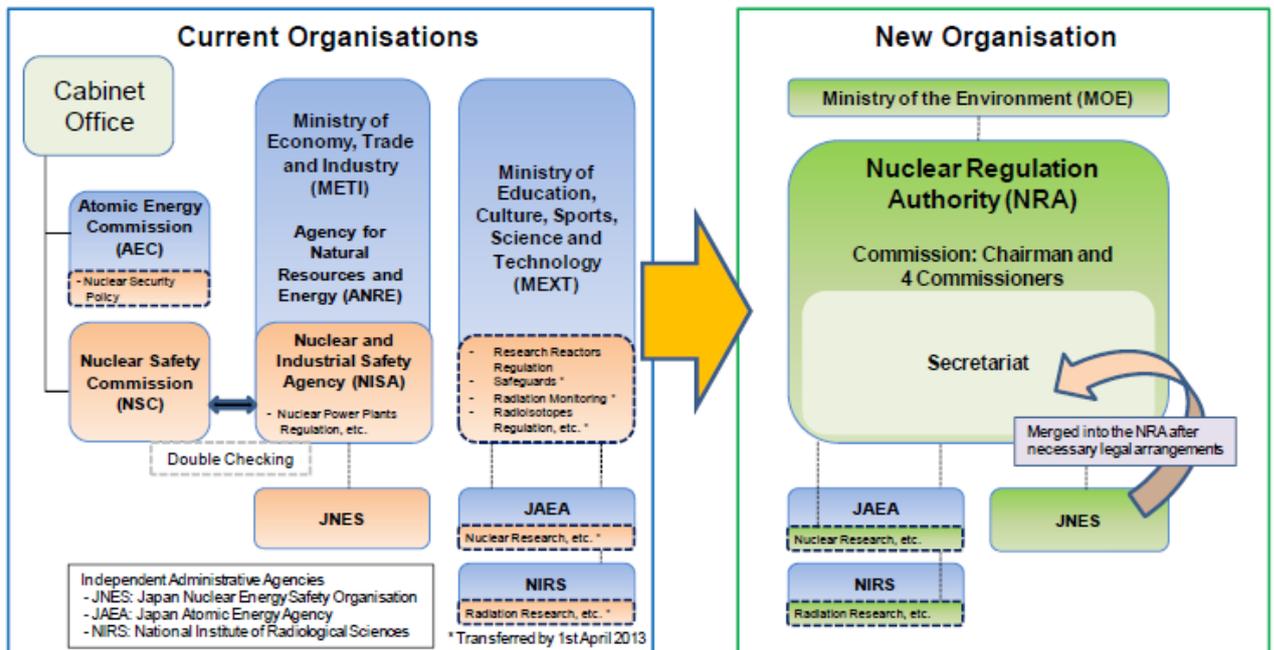
放射性物料管理局成員

Name	Affiliation
鄭維申 Mr. JANG Wei-Sheng	組長 Division Chief

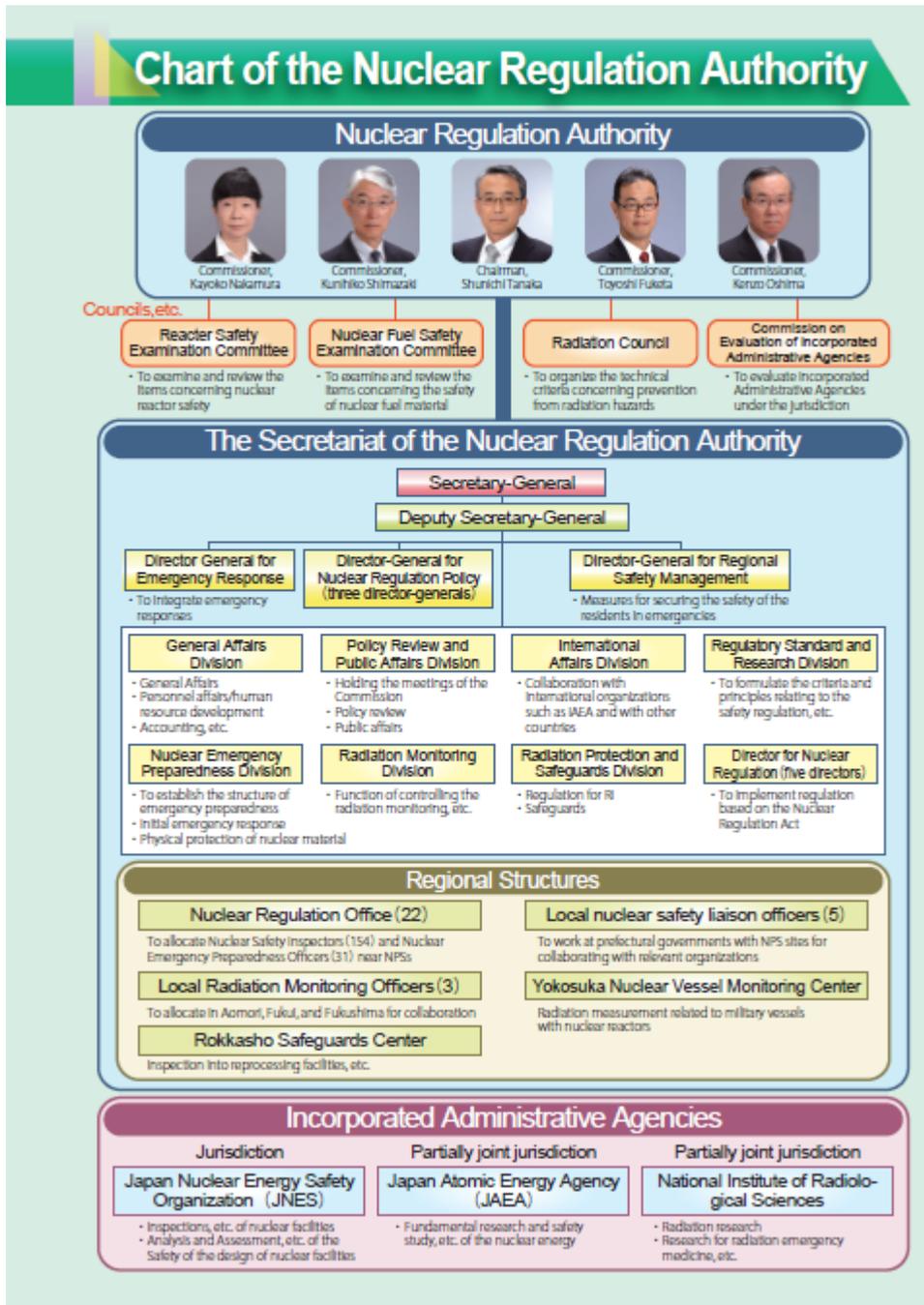
以下摘錄會議內容以及雙方討論議題：

- (1) 日本原子力規制委員會（Nuclear Regulation Authority）簡稱 NRA，於 2012 年 9 月 19 日正式成立，NRA 係由許多單位合併而來。被合併的單位包括 Atomic Energy Commission 中有關 nuclear security policy 之部門與 Nuclear Safety Commission、經濟產業省下之 Nuclear and Industrial Safety Agency(簡稱 NISA)與日本原子力安全基盤機構（JNES）以及文部科學省下有關研究用反應器管制、核子保防、..等部門。日本原子力規制委員會成立前後之關係請參見下圖：

- **Independence:** Separate nuclear regulation function and nuclear promotion function and establish the “Nuclear Regulation Authority (NRA)”, as an independent commission body affiliated to the MOE. Chairman and Commissioners are appointed by the Prime Minister after the approval of the National Diet.
- **Integration:** Integrate nuclear regulation functions, namely, nuclear safety, security, safeguards, radiation monitoring and radioisotopes regulation, into the NRA.
- **Crisis Management:** Establish “Nuclear Emergency Preparedness Commission (NEPC)” in a cabinet and implement nuclear emergency prevention measures in close cooperation with relevant organisations.



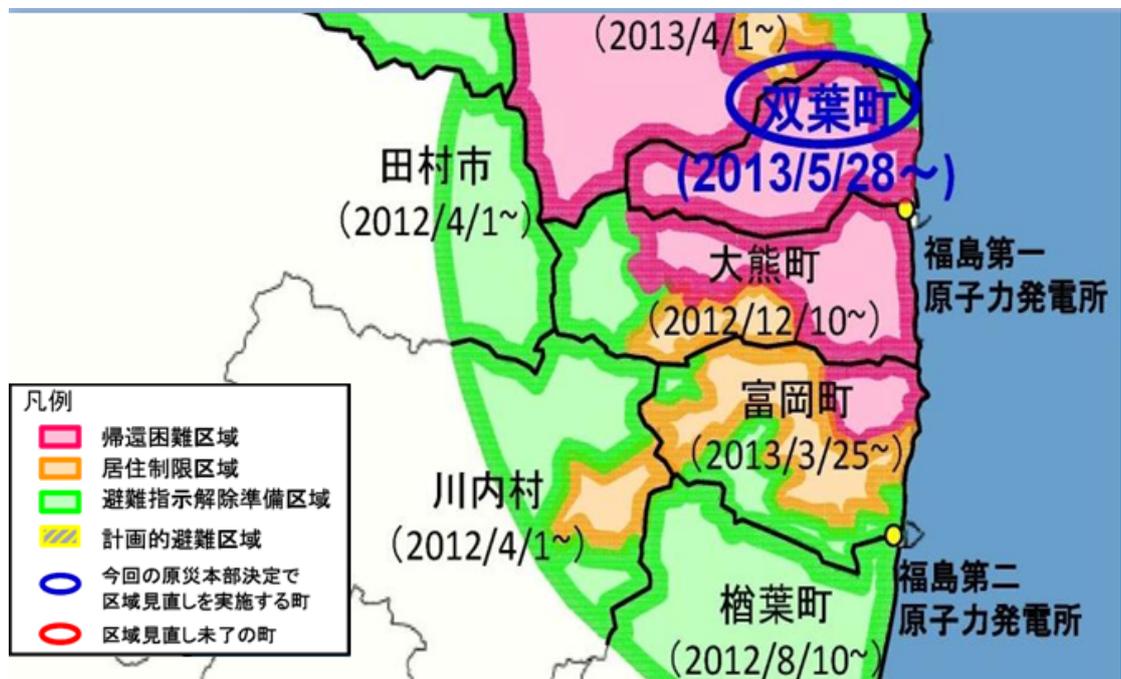
NRA 之組織如下圖：



(2) JNES 提報了福島電廠附近居民死傷與避難之現況，311 地震與海嘯之複合式災害造成超過 15800 人死亡，3200 人失蹤，6000 人受傷，而福島核災事故則造成 321000 人疏散避難，其中大約 1/3 (107000 人) 是來自命令疏散區(Evacuation Order Area)。命令疏散區又可分為：

- A. 避難指示解除準備區 (Evacuation order ready to be lifted)：年劑量 20 毫西弗以下且基礎設備完備者，人數約 33000 人
- B. 計畫的避難區域 (Deliberate Evacuation Area)：人數約 1000 人

- C. 居住限制區：年劑量 20 至 50 毫西弗且兩年內不得解除警戒區域，人數約 25000 人
- D. 返還困難區：年劑量 50 毫西弗以上且至少 5 年內不能解除警戒區域，人數約 25000 人。

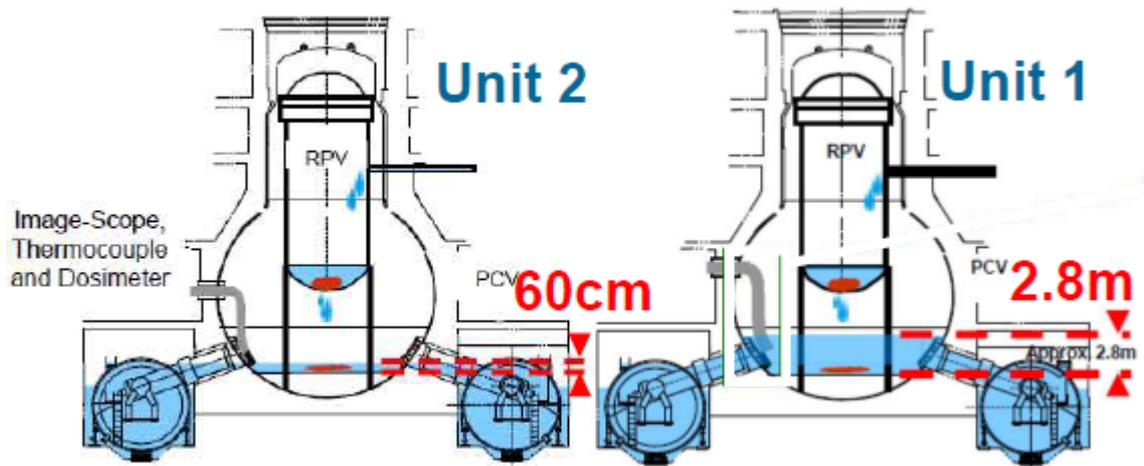


凡例	
	返還困難区域
	居住制限区域
	避難指示解除準備区域
	計画的避難区域
	今回の原災本部決定で区域見直しを実施する町
	区域見直し未了の町

返還困難區：年劑量50毫西弗以上且至少5年內不能解除警戒區域
 居住制限區：整年20至50毫西弗且兩年內不得解除警戒區域
 避難指示解除準備區：年劑量20毫西弗以下且基礎設備完備



- (3) 在上述福島核一廠參訪活動中限於時間限制，無法進行太詳細之說明，在 JNES-NuSTA 核能安全管制資訊交換會議，JNES 也針對福島核一廠現況進行補充說明。福島核一廠使用照相鏡頭、熱電偶與輻射偵檢器來瞭解圍阻體之現況。根據測量結果，二號機的輻射劑量率為每小時 73 西弗，積水從底部算起為 60 公分，一號機的輻射劑量率為每小時 11.1 西弗，積水從底部算起為 2.8 公尺，如下圖所示：



- (4) 日本新安全法規相關之若干重要經驗回饋（福島核電廠事故以前安全管制之問題）：
 福島核電廠事故以前之問題點為未將嚴重事故納入管制，因此無充分之防備，而且在法規架構上，新的基準無法追溯適用於舊有核電廠，以致無法經常性維持在最高水準之安全性。
- A. 沒有充分檢討與討論外來事件，任由電力公司自願決定是否採用嚴重事故對策（國會事故調查委員會）
 - B. 對已取得執照之核電廠，在法規架構上無法追溯適用新法規（back - fitting）（國會事故調查委員會）
 - C. 在日本，積極引進國際新知技術的態度與因應不確定風險強化安全的作法不夠充分（國會事故調查委員會）
 - D. 伴隨地震與海嘯之外來事故（例如火災、火山爆發、地層滑動..等）綜合風險評估並未執行（政府事故調查委員會）
 - E. 與核能安全相關的法規應該加以整合，以避免因為法規之主管單位不同，在應用時產生負面效果（國會事故調查委員會）
- (5) 日本福島事故有許多調查報告，（例如，國會事故調查委員會報告、政府事故調查委員會報告..等），各調查報告彼此之間並不一致，舉例而言，地震對福島核一廠所造成的傷害，國會事故調查委員會報告與政府事故調查委員會報告說法就不太一致，針對此點，在討論時請教 JNES 究竟以哪一份報告為準，JNES 答稱各調查報告都會納入參考。
- (6) 台灣的媒體針對核能電廠的安全有許多報導，其中報導發生錯誤的情況為數不少，政府單位為澄清錯誤的報導，疲於奔命，在討論時請教如遇到類似情況時，JNES 通常如何處理。JNES 表示，在處理時通常不去否認其他人的言論，但會提供更多正確

資訊與言論。

- (7) 日本新規制基準在今年(2013年)7月8日正式生效，生效後有4個電力公司6個廠址12部機組提出恢復運轉之申請(詳下表)，JNES協助NRA進行這些申請案的審查。

申請者	対象発電炉 (号炉)	受領日	終了日
北海道電力	泊発電所 (1・2号炉)	平成25年7月8日	
北海道電力	泊発電所 (3号炉)	平成25年7月8日	
関西電力	大飯発電所 (3・4号炉)	平成25年7月8日	
関西電力	高浜発電所 (3・4号炉)	平成25年7月8日	
四国電力	伊方発電所 (3号炉)	平成25年7月8日	
九州電力	川内原子力発電所 (1・2号炉)	平成25年7月8日	
九州電力	玄海原子力発電所 (3・4号炉)	平成25年7月12日	

JNES參與審查的人力共有130人，其中30人直接到NRA工作，另50人參與外來事件的審查，剩下50人在JNES中分組協助審查。

- (8) 日本核能電廠法規體系如下圖所示，最上層為原子力基本法(Basic Nuclear Law)，第二層為原子爐管制法(Nuclear Reactor Regulation Act)，第三層為府、省命令(Cabinet Order)第四層為NRA行政規則(NRA Ordinance)，第五層為NRA導則(NRA Regulatory Guide)，第六層為NRA與JNES技術文件。其中越上層強制性越高，基本上第一層到第四層是一定要遵守的，而第五層與第六層則不具強制性。此次修改的範圍主要在第四層與第五層。

日本核能電廠法規體系



- (9) 日本原來並未訂定核能電廠之運轉年限，在此次新法規修訂中，將核能電廠之法定運轉年限訂為 40 年，得延長運轉年限 20 年，但只能延長一次。日本遭遇如此嚴重之核能事故，尚允許核能電廠延役 20 年，相較之下，我國不延役之政策是否反應過度，值得討論，可以捫心自問也不妨訴諸公評。
- (10) JNES 在簡報中，針對喪失最終熱沈事故，舉例說明沸水式反應器可以利用過濾排氣系統與移動式熱交換器作為替代最終熱沈來防止反應器損壞。我方提問：移動式熱交換器是否是一項強制性要求？原子力安全基盤機構人員解釋：日本新規制基準之要求可以區分為基本要求（basic requirement）與詳細要求(Requirement Details)，基本要求為原則性的要求，必須完全遵循其規定。詳細要求之內容較為具體並且舉出範例，詳細要求（含範例）不需要完全遵循，只要能達成相同(或更好)效益的作法均可接受。移動式熱交換器為範例，因此，不需要完全遵循。
- (11) 日本新規制基準於 2013 年 7 月 8 日正式生效，並且追溯適用於所有核能電廠。日本目前除了大飯核能電廠外所有核能電廠均處於停止運轉狀態，這些核能電廠必須進行改善且符合所有新規制基準的要求（除了 2 項有緩衝期）後才能獲准恢復運轉。這 2 項有緩衝期之例外分別為：(i) 特定安全設施 (ii)第 3 套廠用電池系統，這兩項由於需要較長的時

間來規劃與興建無法立刻完成，因此放寬期限，允許於 5 年內完成。前述 5 年之起算日經我方提問，原子力安全基盤機構人員澄清為 2013 年 7 月 8 日。

- (12) 嚴重事故處理有關主冷卻系統壓力邊界之降壓策略中，針對蒸汽產生器之管束破裂，新規制基準之詳細要求有下列要求事項：發生管束破裂之蒸汽產生器應該加以隔離，如果無法隔離，應該備妥程序書，藉著開啓釋壓閥使主冷卻系統壓力邊界可以降壓。針對此項要求，本人與原子力安全基盤機構人員有非常深入之討論，包括一次側之降壓策略與二次側之降壓策略及其有效性與限制。由於討論非常深入，彼此分享對方的看法，而達到互蒙其利的效果。回國之後，查閱核三廠的緊急運轉程序書，檢討顯示核三廠已有編號 570.26 之程序書，可以針對發生管束破裂之蒸汽產生器無法隔離之境況加以處理，該程序書中有主冷卻系統降壓步驟（例如使用調壓槽噴灑來降壓）。
- (13) 日本法規此次修法的原則是從嚴立法，執法預期也將從嚴。但是，在執行面上是否會遭遇問題尚有待觀察。從嚴立法是刀之兩刃，在考量執法之可行性與業者的心態後，從嚴立法不見得一定是最好的選項。要求太嚴，可能逼迫業者造假，有前例為殷鑑：2002 年東京電力公司針對爐心側板龜裂之檢測數據造假，日本舉國譁然。據信主要原因之一為日本管制要求太嚴，爐心側板龜裂不允許修補(我國與美國作法相同，均以修補方式處理)，必須更換，於是有業者因此鋌而走險。在考量國情與世界各先進國家的作法，建議我國參考日本新法規時，審慎評估採取適當的對應改善要求，不建議直接抄襲日本法規條文或作法。

5. 拜會原子力規制委員會

日本原子力規制委員會於今年 7 月 8 日公佈最新的核電安全基準，這也是本次赴日的重點事項。7 月 31 日透過駐日代表處的安排，中午與原子力規制委員會的文官長池田克彥長官會晤，日本外務省國際原子力協力室長別所健一、交流協會秘書長小松道彥及原子力安全基盤機構副理事長福島章先生等共 7 人出席。

會議上希望日方協助我國參與 IAEA 在日本舉辦的核安技術性國際會議，具體討論項目包括兩項。首先討論 IAEA 應變網路支援系統，IAEA 於 2011 年 9 月召開第 55 屆大會，並提出了 IAEA 核能安全行動計畫 (IAEA Action Plan on Nuclear Safety)。計畫中在緊急應變部分，希望各國成立國家快速應變團隊 (national rapid response teams)，並配合 IAEA 應變網路支援系統 (Response and Assistance Network, RANet) 通報機制加強國際協調與合作，本次在與日方的洽談過程中，期望日本協助我國相關機關派專家接受因應核災事故之相關訓練及出席相關

研討會 (Workshop)。其次，核子事故一旦發生後，若不幸導致人民生命財產損失、本國或外國企業生命財產損害時，經營核電廠之民間或公營企業、甚至政府均恐面臨巨額賠償。為避免賠償造成過度負擔，IAEA 與美國於 1997 年主導「核損害補充賠償公約 (Convention on Supplementary Compensation for Nuclear Damage, CSC)」。藉由簽約各國成立之共同基金分擔部分賠償費用，以降低獨立承擔賠償的風險，CSC 公約規定須經五國以上簽署方能生效，惟目前僅有美國、阿根廷、摩洛哥、羅馬尼亞等四國簽署。是以美國於「東日本大震災」後亟盼日本基於兩國之密切核能合作關係而儘速簽署。歐巴馬總統並主動於 2012 年 5 月舉行美、日兩國高峰會時向野田首相提出，希望日本簽署 CSC 公約，惟目前日本仍在考慮中。台灣希望能按 CSC 之規定及精神簽署雙邊協定，以防止發生核輻射外洩事件時彼此國民過度求償且強化相互支應賠償體制。上述兩項建議案，日方外務省及交流協會出席代表，也都很有禮貌的表示樂見，並且釋出善意，雙方相談甚歡，不過還是可以感覺出日方對官方交流的謹慎與保守。

會議中我們針對新安全基準多所討論，以下舉若干範例（更多技術細節在同日台日雙邊管制技術交流會議討論）：

- (1) 目前日本新規制基準重點在分析及硬體的完備性，但是核電廠工作人員的水準也是很重要的，包括運轉員之學歷與資格、經驗、人數要求、包商數目及層級要求。我方請教NRA對此之看法與要求，NRA表示在防災指針中已制定了相關規定。
- (2) 有關於特定安全設施與緊急控制室之關係，NRA表示緊急控制室是特定安全設施的一部分。
- (3) 免震重要棟並無緩衝期，不論新舊電廠均一體適用。

會議中原子力規制委員會還強調以下觀點：訂定新基準也是日本政府說服民眾核電是安全的重要方式；希望加強原能會與 NRA 雙方管制機關的交流；雙方都體認科技無絕對安全，所以核安才會不斷精進；核電業者係第一線，有心最好之安全文化，核電才會進步。

三、心得

- (一)若核災預防做的不夠好，一旦發生事故其影響非常大，赴日本福島縣地區考察除直接感受地震和海嘯的破壞力，也給予我們很大的警惕作用，驅動我們再次檢視在核災預防上，是否仍存有尚未發掘出的弱點、以及還有哪些地方須要再強化。除了參考先進國家的經驗回饋和策略外，透過深入福島一廠與鄰近災區，以及經與東京電力公司第一線人員的訪談，有助於使我國核能安全能夠得到更佳之確保。
- (二)日本新規制基準是本次公差的重點項目之一，因此，出發前事先蒐集日本新規制基準相關資料，並摘譯為中文，事先之研讀與準備使規制基準相關議題之研討達到互動與深入之效果。
- (三)日本政府復原的做法原則上從離福島一廠較遠處開始，再逐步往內處理，待做完整體規劃後，再依規劃內容逐步清理、復原或興建，此作法雖然短期間內看起來沒有進度，效率很差。但是，以長期眼光來看，整體規劃可以發揮綜效，如果作得好甚至可以獲得浴火鳳凰的效果。日本政府整體規劃復原的做法可以作為參考借鏡。
- (四)赴日本福島縣地區考察，沿途看到路邊堆放著一包包裝著污染廢土的黑色塑膠袋，聯想到與污染廢土除污相關的研發，在實驗室進行除污實驗，或多或少應該可以得到一定程度的除污效果，然而，如要有實際應用則要考慮許多因素，包括：是否可以大規模執行、該除污方法是否非常耗時，以致處理起來曠日廢時、是否在經濟上可行..等。研發計畫究竟是屬於基礎研究還是應用研究，目的不同，規劃也應該有所區別。
- (五)參訪日本東京電力公司福島第一核電廠時，照相機、手機等電子設備禁止攜入，比較容易理解，但是其他個人與參訪無關的物品（包括錢）也不要隨身攜帶，不免覺得是否管制太嚴了些。我方在出發前向日本詢問，是否可以將個人相機交由日方人員保管，由日方人員代為拍照。日方表示因為萬一相機遭受污染，日後處理相對困難，因此，礙難同意。由此觀之，有些規定看起來太嚴，實際上是為了萬一有狀況時，容易處理。日方的作法，我們不一定照抄，但是，為了萬一有狀況時，容易處理，而要求訪客配合的想法則值得參考借鏡。
- (六)免震重要棟在福島事故期間，因為受爆炸影響，門被炸壞產生縫隙，另外也可能因為人員

進出造成污染，因此，免震重要棟有一段時間其實是被污染的，我國未來也會興建免震重要棟，免震重要棟此項經驗回饋，非常寶貴頗具參考價值。

(七)拜會磐木市副市長時，副市長說明當時為確保市民安全，該市市長曾在中央政府未下達疏散命令前，即對沿岸居民發出自主避難指示。由此觀之，緊急應變時，地方首長有可能主動發出一些與中央政府不同之指示，此點，在進行緊急應變時值得納入考慮。

(八)日本原來並未訂定核能電廠之運轉年限，在此次新法規修訂中，將核能電廠之法定運轉年限訂為 40 年，得延長運轉年限 20 年，但只能延長一次。日本遭遇如此嚴重之核能事故，尚允許核能電廠延役 20 年，相較之下，我國不延役之政策是否反應過度，值得討論，可以捫心自問也不妨訴諸公評。

(九)福島核電廠事故以前之日本問題點為未將嚴重事故納入管制，因此無充分之防備，而且在法規架構上，新的基準無法追溯適用於舊有核電廠，以致無法經常性維持在最高水準之安全性。具體缺點包括：(1)沒有充分檢討與討論外來事件，任由電力公司自願決定是否採用嚴重事故對策(2) 對已取得執照之核電廠，在法規架構上無法追溯適用新法規 (back - fitting) (3) 在日本，積極引進國際新知技術的態度與因應不確定風險強化安全的作法不夠充分(4) 伴隨地震與海嘯之外來事故（例如火災、火山爆發、地層滑動..等）綜合風險評估並未執行(5) 與核能安全相關的法規應該加以整合，以避免因為法規之主管單位不同，在應用時產生負面效果。日本經驗值得參考，有則改之，無則勉之。

(十)日本新規制基準之要求可以區分為基本要求 (basic requirement) 與詳細要求(Requirement Details)，基本要求為原則性的要求，必須完全遵循其規定。詳細要求之內容較為具體並且舉出範例，詳細要求（含範例）不需要完全遵循，只要能達成相同(或更好)效益的作法均可接受。是否必須完全遵循的原則，從書面資料上看並不是那麼明顯，經過討論與澄清，讓我們更瞭解日本人之想法。

(十一)嚴重事故處理有關主冷卻系統壓力邊界之降壓策略中，針對蒸汽產生器之管束破裂，新規制基準之詳細要求有下列要求事項：發生管束破裂之蒸汽產生器應該加以隔離，如果無法隔離，應該備妥程序書，藉著開啓釋壓閥使主冷卻系統壓力邊界可以降壓。針對此項要求，我方與原子力安全基盤機構人員有非常深入之討論，包括一次側之降壓策略與二次側之降壓策略及其有效性與限制。由於討論非常深入，彼此分享對方的看法，而達到互蒙其利的效果。

(十二)日本新規制基準於 2013 年 7 月 8 日正式生效，並且追溯適用於所有核能電廠。日本目前除了大飯核能電廠外所有核能電廠均處於停止運轉狀態，這些核能電廠必須進行改善且符合所有新規制基準的要求（除了 2 項有緩衝期）後才能獲准恢復運轉。這 2 項有緩衝期之例外分別為：(i) 特定安全設施 (ii)第 3 套廠用電池系統，這兩項由於需要較長的時間來規劃與興建無法立刻完成，因此放寬期限，允許於 5 年內完成。前述 5 年之起算日經我方提問，原子力安全基盤機構人員澄清為 2013 年 7 月 8 日。有關緩衝期之規定，要不是來參加此次會議，我們不會知道。綜合第 10、11 項心得與本項目，我們的心得是，有些觀念，光靠書面資料並不足夠，透過面對面的討論還是最有效且不可或缺的溝通方式。建議加強原能會與 NRA 雙方管制機關的交流。

(十三)拜會原子力規制委員會，會議上希望日方協助我國參與 IAEA 在日本舉辦的核安技術性國際會議，具體討論項目為 RANet。另外，希望能按 CSC 之規定及精神簽署雙邊協定，以防止彼此發生核輻射外洩事件時彼此國民過度求償且強化相互支應賠償體制。上述兩項建議案，日方外務省及交流協會出席代表，也都很有禮貌的表示樂見，並且釋出善意，雙方相談甚歡，不過還是可以感覺出日方對官方交流的謹慎與保守建議針對此項目持續努力。

(十四)日本法規此次修法的原則是從嚴立法，執法預期也將從嚴。但是，在執行面上是否會遭遇問題尚有待觀察。從嚴立法是刀之兩刃，在考量執法之可行性與業者的心態後，從嚴立法不見得一定是最好的選項。要求太嚴，可能逼迫業者造假，有前例為殷鑑：2002 年東京電力公司針對爐心側板龜裂之檢測數據造假，日本舉國譁然。據信主要原因之一為日本管制要求太嚴，爐心側板龜裂不允許修補(我國與美國作法相同，均以修補方式處理)，必須更換，於是有業者因此鋌而走險。在考量國情與世界各先進國家的作法，建議我國參考日本新法規時，審慎評估採取適當的對應改善要求，不建議直接抄襲日本法規條文或作法。

四、建議事項

- (一)日本政府復原的做法原則上從離福島一廠較遠處開始，再逐步往內處理，待做完整體規劃後，再依規劃內容逐步清理、復原或興建，此作法雖然短期間內看起來沒有進度，效率很差。但是，以長期眼光來看，整體規劃可以發揮綜效，如果作得好甚至可以獲得浴火鳳凰的效果。日本政府整體規劃復原的做法可以作為參考借鏡。
- (二)免震重要棟在福島事故期間，因為受爆炸影響，門被炸壞產生縫隙，另外也可能因為人員進出造成污染，因此，免震重要棟有一段時間其實是被污染的，我國未來也會興建免震重要棟，免震重要棟此項經驗回饋，非常寶貴頗具參考價值。
- (三)日本經驗顯示，緊急應變時，地方首長有可能主動發出一些與中央政府不同之指示，此點，在進行緊急應變時值得納入考慮。
- (四)在此次新法規修訂中，日本將核能電廠之法定運轉年限訂為 40 年，得延長運轉年限 20 年，但只能延長一次。日本遭遇如此嚴重之核能事故，尚允許核能電廠延役 20 年，相較之下，我國不延役之政策是否反應過度，可以捫心自問也不妨訴諸公評。
- (五)有些觀念，光靠書面資料並不足夠，透過面對面的討論還是最有效且不可或缺的溝通方式，建議加強原能會與 NRA 雙方管制機關的交流。
- (六)拜會原子力規制委員會，會議上希望日方協助我國參與 IAEA 在日本舉辦的核安技術性國際會議(以 RANet 為例)。另外，希望能按 CSC 之規定及精神簽署雙邊協定，以防止彼此發生核輻射外洩事件時彼此國民過度求償且強化相互支應賠償體制。上述兩項建議案，日方外務省及交流協會出席代表，也都很有禮貌的表示樂見，並且釋出善意，雙方相談甚歡，不過還是可以感覺出日方對官方交流的謹慎與保守，建議針對此項目持續努力。
- (七)日本法規此次修法的原則是從嚴立法，從嚴是刀之兩刃，在考量執法之可行性與業者的心態後，從嚴立法不見得一定是最好的選項。要求太嚴，可能逼迫業者造假，有 2002 年東京電力公司針對爐心側板龜裂之檢測數據造假之前例為殷鑑。在考量國情與世界各先進國家的作法，建議我國參考日本新法規時，審慎評估採取適當的對應改善要求，不建議直接抄襲日本法規條文或作法。

五、附 錄

未來 JNES-NuSTA 合作項目
Proposal of JNES-NuSTA Future Cooperation Items

2013.07.19

- (一).Technical Support for AEC's Inspection of Emergency Diesel Generator (EDG) Set-B Pre-operational Test (including EMI test) at Lungmen NPP
- (二)Workshop on New Japanese Regulatory Requirements for Light Water Nuclear Power Plants
- (三)Information sharing on the practice of nuclear emergency exercise in Japan after Fukushima accident, including functional exercise at central and local governments.
- (四)The enhancement and change on the most updated Emergency Preparedness Plan and its measures, especially from the lessons learned from Fukushima accident.
- (五)The Chinshan Dry Storage Project has completed its pre-operational test in Jan. 2013. A hot test is scheduled for Aug., 2013. And it will scheduled to be operational by June 2014. JNES's experts are welcome to visit the operation if you are interested.
- (六)Chinshan nuclear power plant will cease of unit 1 operation on Dec. 2018. According to the law, Taipower should submit it Decommissioning plan (DP) to AEC on Dec.2015. After that, AEC will review DP within 2 years. JNES's experts are welcome to join the review team or give us some suggestion about the Decommissioning Plan.