

出國報告（出國類別：其他）

參加第 2 屆東亞核能論壇與第 47 屆 JAIF 年會

服務機關：核能研究所

姓名職稱：林家德 副研究員

派赴國家：日本

出國期間：103 年 4 月 13 日~103 年 4 月 17 日

報告日期：103 年 5 月 16 日

英文摘要

The purpose of this trip is to attend the 2nd East Asia Nuclear Energy Forum and the 47th annual meeting of the Japan Atomic Industry Forum (JAIF). The attendees from Taiwan are composed of representatives from the AEC, INER, Taiwan Power Company, the TNA and the domestic industry.

The 2nd East Asia Nuclear Forum was held on April 14. The forum provides a platform for exchanging views and current status of nuclear industry among Japan, Korea, Mainland China and Taiwan. The main themes of the forum of this year are the latest trend in the energy and nuclear fields and public relations and risk communication under current situations. Several presentations were made on these two topics by the attendees from various countries, followed by fruitful discussion and communication.

The 47th JAIF annual meeting was held on April 15 and 16. There were near 600 attendees from the nuclear industry and government organizations of Japan, USA, England, France, Sweden, Turkey, Nigeria, Korea and Taiwan. The attendees share the Japan's viewpoints on many issues related to the reconstruction of public trust of nuclear energy, the 2050 nuclear energy in perspective and the status of the revitalization of Fukushima.

中文摘要

本次公差主要目的為參加第 2 屆東亞核能論壇與第 47 屆日本原子力產業協會(Japan Atomic Energy Forum, JAIF)年會。我國由台灣核能級產業發展協會(簡稱 TNA)協助組團，與會代表分別來自原能會、核研所、台電公司、工研院、山水國際通運與榮剛材料科技公司共 9 位代表。

第 2 屆東亞核能論壇接續去年第 1 屆東亞核能發電論壇，於 4 月 14 日召開，會議提供日本、韓國、中國大陸與我國等四個國家交流彼此核能發展現況的場合。本年度主辦單位 JAIF 為此次論壇設定的主題為「能源與核能領域的新近趨勢」與「當前處境下公眾關係與風險溝通作為」，分別由各國代表簡報各國對此兩主題的現況，並進行議題交流與溝通。

第 47 屆 JAIF 年會於 4 月 15 與 16 日召開，計有日、美、法、英、瑞典、土耳其、奈及利亞等國家負責或參與核電管制、開發與營運的專家學者與民間人士蒞臨演講與座談，並有多國人士與會，分享相關議題的日本觀點。本屆年會的總主題為「重建公眾對核能的信賴-產業界的堅持」，並區分三大議題：「重建公眾對核能的信賴」、「2050 年核能展望」、「福島復原現況」。

關鍵字：日本原子力產業協會、風險溝通、福島事故

目 次

	頁碼
英文摘要.....	i
中文摘要.....	ii
一、目的.....	1
二、過程.....	2
三、心得.....	34
四、建議事項.....	37
五、參考資料.....	38

一、目的

本次公差目的為參加第 2 屆東亞核能論壇與第 47 屆「日本原子力產業協會(Japan Atomic Energy Forum, JAIF)年會」，聽取東亞鄰國與世界各國的核能發展現況，了解日本在核能重啟方面的努力與福島地區的復原現況，並學習主要核能先進國家的核安確保與風險溝通作為。

聽取東亞鄰國的核能現況，有助於了解我國核電營運與研發經驗在開拓核能產業上的角色，發掘其中的發展契機與可能切入點。而正值我國社會為了核四安檢與啟動準備而爭議不斷之際，透過了解日本核電工業界在重啟核能方面的各項推行措施，有助於理解核能爭議的普遍或有地區特性的癥結所在。在福島事故滿三週年之後，聽取受災地區民對於重返家園與復興地方產業的期望，與過程中各方利害關係人所遭受的問題，也有助於反省核安管制與緊急應變的現況，辨識可能需要改進的層面。欲重建公眾對核能的信賴，有必要檢討現行風險溝通上的若干盲點與不足之處，對於本所風險評估相關的研究人員，也有助於對溝通者與被溝通者之間的需求更深層的了解。

二、過程

此次公差自 103 年 4 月 13 日起至 103 年 4 月 17 日止，共計 5 天，詳細行程如下：

行程					公差地點		工作內容
月	日	星期	地點		國名	地名	
			出發	抵達			
4	13	日	台北	東京	日本	東京	去程
4	14	一			日本	東京	參加第 2 屆東亞核能論壇
4	15~16	二~三			日本	東京	參加第 47 屆 JAIF 年會
4	17	四	東京	台北			返程

我國此次參加上述兩項會議係採組團方式，由台灣核能級產業發展協會(Taiwan Nuclear Grade Industry Association, TNA)協助組團，除林員代表核能研究所之外，其他團員包括：

- 台灣電力公司緊急計畫執行委員 - 張繼聖(執行秘書，亦為此行團長)
- TNA - 王立華(副會長)
- TNA - 劉育維(專員)
- 原能會核能管制處 - 曹松楠(科長)
- 原能會核能技術處 - 周宗源(技正)
- 山水國際通運公司 - 黃明星(專案經理)
- 榮剛材料科技公司 - 劉嘉記(經理)
- 榮剛材料科技公司 - 蔡宗富(業務代表)

以下分述參加東亞核能論壇與 JAIF 年會的過程：

(一) 第二屆東亞核能論壇

本屆論壇於東京車站附近的東京國際論壇中心(Tokyo International Forum)舉辦。東亞核能論壇之成立，主要來自於日本 JAIF 與東亞主要核能國家的產業界個別簽署的雙邊合作備忘錄，以進行定期論壇、資訊交流與技術參訪。為了提高成效，去年開始舉辦此一由所有國家與會的論壇，提供各國參與交流的場合，目前主要的論壇成員為日本 JAIF、韓國原子能產業論壇(簡稱 KAIF)、我國的 TNA 與大陸的中國核行業協會

(CNEA)，及其他相關組織。

4 月 14 日參加第 2 屆東亞核能論壇，與來自日本、韓國與中國大陸的核能產業代表分享核能發展現況。與會人士約有 50 位，大部分為日本的核能產業相關人員，聽取日、韓、中國大陸與我國等代表發表簡報，並參與討論。

本會議議程如下：

11:15-12:15	接待
12:15-12:20	開幕致詞(JAIF 理事長 – 服部拓也)
12:20-12:25	KAIF 介紹 2015 論壇籌辦情形
12:25-13:55	議程一：能源與核能領域的新近趨勢
14:10-14:30	Coffee Break
14:15-15:45	議程二：當前處境下之公共關係/風險溝通作為
15:45-15:55	閉幕致詞(JAIF 理事長 – 服部拓也)

JAIF 理事長服部先生致詞表示，東亞地區一直積極推動核電發展，有望使核電成為世界經濟成長的中心。福島事故後，東亞地區的核工業應密切交流，互相努力改善核能安全，並學習分享彼此觀點，以深化合作。本次會議主題為能源與核能發展趨勢及在公共關係上的努力，尤其是福島事故後，東亞各地區核能政策的變化與未來工作。

韓國 KAIF 副理事長明楷宏(音譯)致詞表示，已成功爭取明年第三屆東亞核能論壇於韓國主辦，明年也正逢 KAIF 成立三十週年，相信會是令人期待的一次盛會。韓方也將積極敲定舉辦時間與地點。

開幕致詞後會議隨即展開，主要議題有二：

- 議題一：能源與核能領域的新近趨勢
- 議題二：當前處境下之公共關係/風險溝通作為

以下簡要說明各國代表簡報題目與內容。

1. 議程一：能源與核能領域的新近趨勢

(1) 日本能源未來-處於十字路口的核能與能源政策

本項簡報由日本能源經濟研究所核能策略研究經理村上朋子女士主講。

村上女士提到日本內閣甫於本次會議前的 4 月 11 日，通過新的能源基本方針

(Basic Energy Plan)日文版，以「3E+S」為中心：安全(Safety)為先決條件、能源穩固(Energy security)為優先，並達成經濟效率(Economic efficiency)與環境相容(Environmental compatibility)要求，也將開拓海外能源市場，詳如圖 1。

新能源方針也將核能重新列為重要的「基載能源」，預告將重啟核電，形同宣告從 2011 年福島事故後前政府的逐步淘汰核能政策，再度回歸核能的使用，雖然在新方針內並未重新再設定核能未來的佔比目標，而核電廠仍採不延役原則。新方針也承諾將進一步推動再生能源，目標為 2030 年提供總電力需求的 20%。村上女士指出福島後日本增加進口能源，民眾雖厲行節能，但整體用電量仍然是增加的。值得注意的是即使在福島後，核電成本仍然還是具有競爭力。日本新安全規制發佈後，許多電廠已完成新法規符合報告，並提交原子力規制委員會(Nuclear Regulation Authority, NRA)審查，目前看來最有可能成為第一個重啟的，為九州電力公司的川內(Sendai)電廠，但何時重啟，仍無定論，除了與 NRA 為獨立機關有關之外，重啟需地方政府同意，但多項民調顯示民意仍有 60%以上反對核能，也是重啟時程無法定論的原因。

韓方代表提問日本在停核後，貿易赤字大增對於產業界有何影響？村上女士表

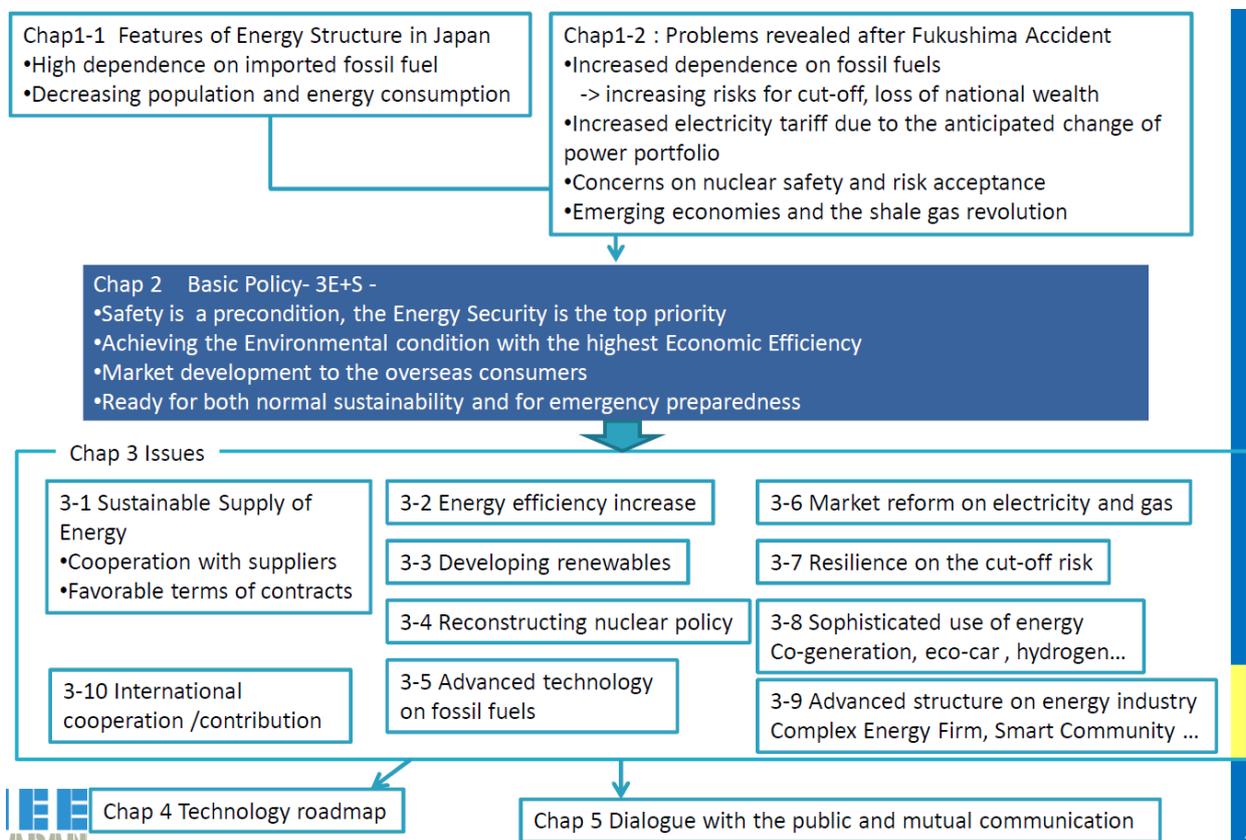


圖 1. 2014 日本新能源基本方針內容大綱

示電力成本由 2010 年的每度電 8.6 日圓，2012 年漲到 13.5 日圓，產業界很早就意識到停核的影響並有因應。但一般百姓卻大都沒有意識到對生活的影響，雖然家庭電價上漲近 10%，但日本基本上還算是富裕的社會，生活幸福，一般百姓沒有警覺電價上漲或缺電的衝擊。另外村上所屬的能源經濟研究所也預測日本電力公司約再兩年還會再面對長電價的壓力。

(2) 韓國核能的現在與未來

本項簡報表定由韓國水力原子力電力公司(KHNP)技術政策處長朴夙克(譯音)主講。

韓國向來積極發展核能，目前核能有 23 部機組運轉中，裝置容量為 20.7GW，佔 24.1%，2013 年 12 月統計的發電量為 138,800 Gwh，佔 29.8%。興建中機組有 5 部，規劃中還有 6 部。除了新建核能機組外，運轉中的 Kori 電廠一號機也已於 2012 年 7 月取得延役許可，核能布局甚為明確。韓國核電於 2012 年宣稱已達到新技術國產自主化，將由 APR1400 機型朝向 APR+發展(規劃中的 Shin-Kori 電廠 7、8 號機)。韓國成功於 2009 年與阿拉伯聯合大公國簽約，輸出四部 APR1400 機組，2011 年 3 月開始興建，預計第一部機組於 2017 年 5 月完工。

在廢料處置方面，韓國低放廢料儲存場將於 2014 年 6 月完成興建，緊鄰位於東南邊的月城(Wolsung)核電廠旁，佔地約 2 平方公里，採地窖式設計，深度為海平面下 80 公尺，最多可貯放 80 萬桶廢料。在高放射性之用過燃料方面，採用濕式貯存與中期乾式貯存並行方式，原先的規劃是採用集中式管理，但遭遇相當的反對意見。韓國的原子能促進委員會於 2013 年成立用過核燃料公眾事務協調委員會，歷經三階段籌備，準備於今年底完成高放處置的建議報告。

今年 1 月韓國貿易產業與能源部公布第二版國家能源基本方針，規劃核能佔比於 2035 年達 29%，總發電容量為 43GW。而再生能源目標為 11%(其中風能佔 18.2%、生質能為 17.9%、太陽能為 14.1%、廢棄物轉換為 29%)，逐階段規劃詳如圖 2。

韓方回答問題時表示用過燃料處置的選址與處置方式目前均尚未定案，但基本上共識為這是政府的責任。

(3) 台灣的能源及核能現況

本項簡報由我國核能級產業協會副會長王立華博士主講。

王博士首先簡報我國不同發電能源的佔比。雖然我國核電的營運績效良好，但

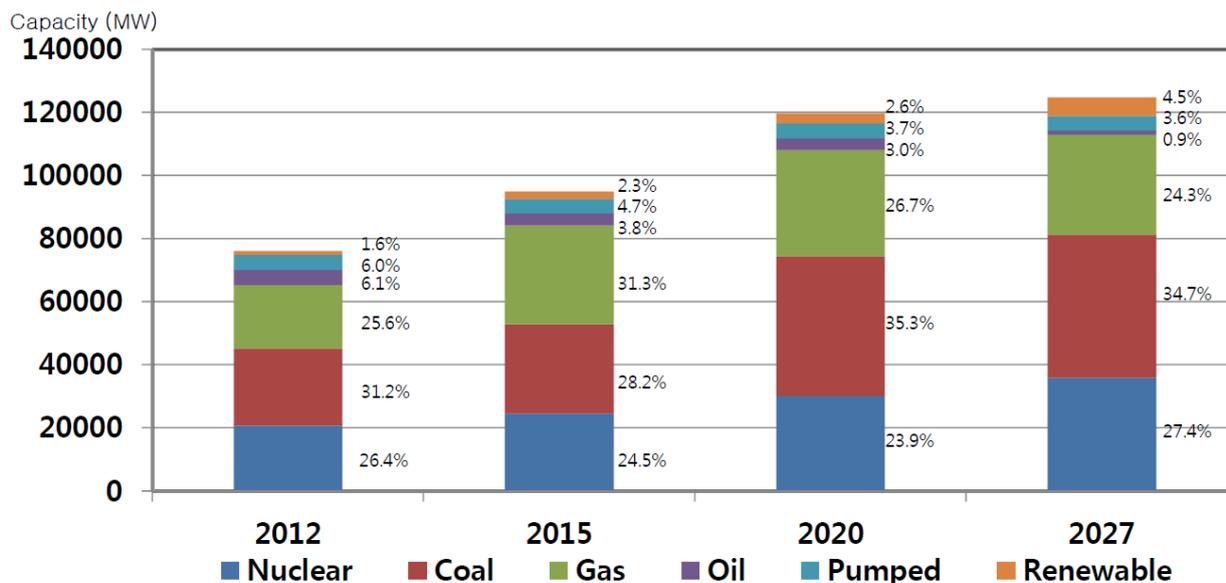


圖 2. 韓國邁向 2035 年能源目標之逐年佔比規劃

政治環境不利核能發展，加上核四廠建廠延宕，反映出近年來煤與天然氣的裝置容量佔比是增加的，再生能源的佔比也逐漸變為可見。根據台灣目前最新的國家能源政策，核能在穩健減核步調下，將於 2025 年減到 5% 的水平，煤/石油為 30%，天然氣為 40%，再生能源(主要為風能與太陽能)在「千架風機、百萬太陽能屋頂」的目標下則是 16 到 20%。這樣的能源政策(不缺電、合理電價與低碳排放)在 2011 年後推動的困難度，在最近兩年間已可看出端倪：在核四廠運轉期程不明的情況下，出現現有核電機組除役與延役並存的詭異現象，而陸上風力發電機設置已遭遇到民眾抗爭，海上風機的成本也顯然無法符合合理電價的要求，再生能源的興建在在顯得不是那麼順遂。

韓方代表問及台灣核電廠在福島後的安全改善情況，由台電緊執會張執秘簡單答覆目前的重大改善項目，包括斷然處置措施、機動救援設備的設置、耐震與抗海嘯設計變更等。日方村上女士也問及若核四廠不運轉，但卻同意現有核電廠延役，形同放棄較安全的機型，是否有民眾抱持此種看法？王副會長表示目前台灣政治的主導力量較強，民眾認為應以核安為前提，不管核四是否有無運轉。

2. 議程二：

(1) KONEPA 促進公眾核能了解措施介紹 - 以社群網絡服務為重點

本項簡報由韓國核能振興協會(KONEPA)宣傳組長申技保(音譯)先生主講。

申組長從韓國的民調數字開始，指出從 2010 年到 2013 年的連續民調顯示，認

為韓國需要核能的比例雖然一直維持在 7 成以上甚或 9 成，但認為核電廠安全的比例則受到福島事故的影響而從認為安全的佔 7 成，反轉為 4 成並低於認為不安全者。申組長比較民眾對於核能與輻射的刻板印象與誤解點，也提及網路謠言是造成許多民眾誤解的重要來源。韓國的 IT 產業發達，2013 年調查有 82.1% 的韓國民眾使用網路，同時不只年輕族群使用比例極高，連 50 歲以上的族群使用比例也在升高當中(50 到 60 歲族群多達 80%)。KONEPA 利用韓國的社群網絡服務(Social Network Services, SNS)的互動式溝通特性，在政府、媒體與民眾之間建立核能溝通的平台，使用包括部落格(韓國的入口網站 NAVER)、臉書、推特等分攻合擊。部落格為建立論述內容的平台，臉書則有利於擴充並催化這些論述，加上推特有助於傳送即時最新消息，保持民眾的關注程度，而從中推廣核能。KONEPA 在 NAVER 上的部落格命名為 Energy Talk，自 2008 年 6 月建立以來，已有 310 萬以上的訪客數與接近 7 千位的「芳鄰」，並利用闖關遊戲吸引年輕人，從遊戲中解答正確的核能知識。Energy Talk 臉書自 2011 年 6 月問世，已有超過 2 萬 5 千名好友。

申組長在回答 TNA 王副會長提問民眾對於政府提供之網路資訊的信賴程度時表示，政府應盡量提供中性的資訊，例如並列說明輻射的優點與缺點，一般會讓民眾比較容易接受。日本電氣事業連合會(Federation of Electric Power Companies, FEPC)公關組長森田浩司提問對於網路謠言或中傷消息的處理，申組長回應政府當下果斷明確的處理是很重要的，應可對網路謠言副作用擴散產生一定的阻止作用。

(2) 福島事故後民眾信心的回復

本項簡報由我國台電公司緊執會執秘張繼聖先生主講。

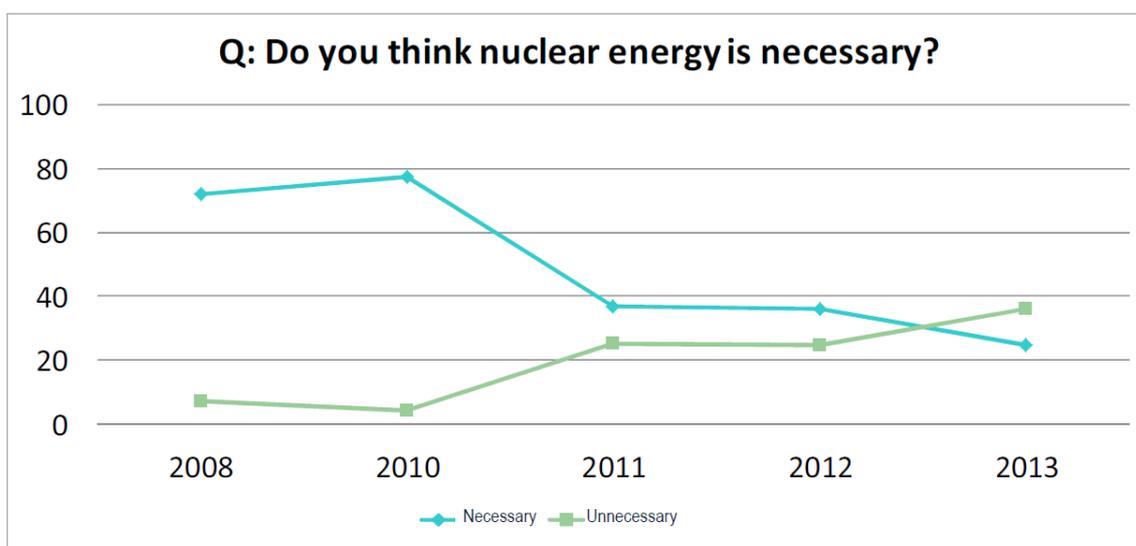
張執秘以台電公司近三年來在提昇核電廠抵抗超過設計基準事件上的努力為主題，說明台灣核電廠安全提昇的現況。張執秘說明福島事故之後，台電公司為恢復民眾對自身核電廠安全的信心，考量超過設計基準海嘯發生的情境，設計了斷然處置措施，經過縝密的熱水流計算，在學理上證明可行，再根據福島經驗，發展程序書，安裝後援設備，也購置機動設備，並演練海嘯來襲情境下如何成功串接這些救援設備。台電公司配合政府，進行多項恢復民眾信心的工作，包括回應民眾訴求、資訊分享、主持公共論壇、開放現場參訪、與執政黨及地方政府溝通、強化溝通能力與人力、參與媒體討論等。張執秘表示大部分參觀核電廠廠址的民眾均有正面的回應，但恢復民眾信心不是短時間可達成的事情，電力公司與政府必須密切合作，抱持熱誠與恆心，一步一步達成目標。

(3) 公眾對核能看法的趨勢與提昇民眾理解的作為

本項簡報由日本電氣連合會(FEPC)公關組森田浩司組長主講。

森田先生首先列舉福島事故後近期的幾項民調結果說明，如圖 3 所示民眾對於核能必要性的調查，2011 年 3 月以後，日本幾乎是無核狀態，三年間就讓覺得核能沒有必要性的民眾比例超過認為有必要性者。調查民眾最擔心核能的那些部份(可複選)時，有 86.5% 民眾是因為核電廠事故，67.2% 則是因為懼怕輻射物質外釋到環境，均超過擔心地震海嘯天災的 60.3%。在 2014 年 3 月讀賣新聞與朝日新聞所做的民調均顯示有接近 6 成的民眾反對安倍政府重啟核電的政策，而媒體輿論對於核能的態度三年來也仍維持嚴苛的看法。

FEPC 為各電力公司於 1952 年共同出資成立的產業組織，做為電力產業分享資訊與意見交流的橋樑，宗旨為尋求產業健全發展，並貢獻日本經濟，改善民眾生活。FEPC 目前有 10 家電力公司會員，每月定期舉辦記者會，或發佈新聞稿，陳述電力公司立場與重要議題的進度。FEPC 也透過網路提供各項電力產業資訊，出版手冊、公關傳單與定期刊物 Enelog。各電力公司合組 FEPC 的主要目的是針對全國性的資訊流通，而地方民眾的溝通通常是由各電力公司自行為之，例如定期拜訪地方民眾，舉辦地區性簡報集會，散發廣告單，參加地方政府所召開的會議。福島事故後，為爭取順利重啟核電，各電力公司也常安排民眾參訪行程，開放核電廠廠區供實地參觀。各電力公司也常有懇談會，聽取民眾對於核能發電機制、防海嘯地震措施、



Results of an opinion poll by the Japan Atomic Energy Relations Organization, covering 1,200 men and women aged 15 to 79 nationwide

圖 3.日本原子力關係協會「核能必要性」民意調查結果趨勢

緊急整備等的意見。

森田表示日本電力公司目前有 10 座核電廠共 17 部機組向 NRA 申請新安全規制符合審查，條列如表 1，其中如前所述，川內電廠的審查進度最快，被視為可能率先重啟的電廠，因為 NRA 已於 3 月 13 日決定開始撰寫該廠兩部 PWR 機組的安全評估報告(SER)。

中國核行業協會(CNEA)國際合作部雷梅芳主任詢問有關福島事故後撤離的民眾返家的情形，森田先生回答日本政府已解除一部分地區的撤離要求，但當初撤離的 14 萬人大部分還是未能歸鄉。服部理事長補充解除撤離的理由各地區有不同的考量，尚待整理並說明。

論壇簡報告一段落後，服部理事長特別請大陸代表 CNEA 雷主任簡要說明中國核電的現況。雷女士表示，有鑑於福島事故的教訓，2012 年 6 月中國國家核能安全局發佈新的安全標準，提出 8 項改善措施，包括機動電源等，向新的安全世界標準看齊。2013 年國家發改會設定新建核電廠應以 0.43 元人民幣/每度電的電價為目標，更加強調核電的經濟性，加速核電的投資。中國目前有 18 座機組在運轉中，30 部機組興建中，2013 年核能總裝置容量為 14.69 GW，但也僅佔全國總裝置容量的 1.9%，政府正準備重新檢查福島後停建的機組。2014 年 3 月，實驗的快滋生反應器已可輸出 40%的功率，預期可在 8、9 月間達到 100%功率。福島後，核能與民眾的溝通已加強，CNEA 也將持續扮演促進民眾了解核電的角色。目前中國核電的開展尚未遇到明顯的反對力量，但 2013 年 11 月廣東省燃料廠的興建即遭到民眾抗

表 1. 向日本 NRA 申請新安全規制符合審查的電廠

	Utility	Unit	Date of Application Submission
PWR	Hokkaido	Tomari 1,2 Tomari 3(MOX)	July 8 2013
	Kansai	Ohi 3,4	July 8 2013
		Takahama 3,4(MOX)	July 8 2013
	Shikoku	Ikata 3(MOX)	July 8 2013
	Kyushu	Sendai 1,2	July 8 2013
Genkai 3(MOX) Genkai 4		July 12 2013	
BWR	Tohoku	Onagawa 2	Dec. 27 2013
	Tepco	Kashiwazaki-Kariwa 6,7	Sep. 27 2013
	Chubu	Hamaoka 4(MOX)	Feb. 14 2014
	Chugoku	Shimane 2(MOX)	Dec. 25 2013

議，這是因為地方政府未善盡溝通責任，對核能發展形成負面影響，未來強化與民眾溝通將是必走的途徑。

JAIF 服部理事長最後致詞表示，此次論壇再次讓大家了解東亞國家新的核電趨勢，看起來韓國推展順利，中國也大致回復核電發展，倒是日本與台灣都面臨相當大的阻力。核能產業將會持續面對公眾關係的課題，而韓國利用 SNS 積極加強民眾溝通與理解的努力令人印象深刻，也值得日本與台灣學習。本次論壇的面對面溝通再次獲得很多回報，JAIF 希望此一溝通網絡能夠持續運作，也期待明年在韓國舉辦的盛景。

(二) 第 47 屆 JAIF 年會

我國代表團於 4 月 15 日至 16 日繼續於原場所參加第 47 屆 JAIF 年會(日文為「第 47 回原產年次大會」)。本屆 JAIF 年會約有近 600 位日本與國際人士與會，其中國際人士約有 70 位，包括各主要核能國家的駐日大使，日本國內人士主要來自核能相關的產官學界。

除了 JAIF 年會之外，我國代表團的產業界代表也在 TNA 的安排下，利用 JAIF 會議進行期間，同步進行台日產業媒合會，由國內產業代表榮剛材料科技公司、山水國際通運等分別與日本 Hitachi-GE、Toshiba、IHI、Fujikin 等公司代表洽談可能的市場機會與商機。

此屆 JAIFS 年會的主題與邀請演講來賓如下：

議程與演講者	題目	單位職稱
大會：Plenary Session		
Takashi IMAI 今井 敬	JAIF Chairman's Address	日本原子力産業協会(JAIF) 會長Chairman
Kazuyoshi Akaba 高橋泰三(代宣讀)	Remarks by Ministry of Economy Trade and Industry	日本經濟産業省(METI) 副大臣
議程一：專題講演 Special Presentations		
Kristine Svinicki	Public Trust and the Regulation of Nuclear Safety	美國核能管制委員會(NRC) 委員
Andrew Kadak	The Environmental Imperative of Nuclear Energy Despite the Challenges	美國核能學會 (ANS) 前主席
Kurt Tong	Nuclear Power: A Critical Energy Source for the US	美國駐日大使館 首席公使
Bernard Bigot (Video message)	Expected future development of nuclear technologies in the world	法國替代能源與原子能委員會(CEA) 主委

岡芳明 Yoshiaki Oka	Peaceful Use of Atomic Energy in Japan	日本原子力委員會(JAEC) 主委
廣瀬 直己 Naomi Hirose	Responsibilities and Approach of TEPCO - Stabilization, Decommissioning, and Nuclear Safety of the Damaged Reactors	東京電力公司(TEPCO) 董事長
議程二：重建公眾對核能的信賴(Rebuilding Public Trust in Nuclear Energy)		
(Moderator) 田中伸男 Nobuo Tanaka	Introduction	日本能源經濟研究所(IEEJ) 特別顧問
基調講演		
八木誠 Makoto Yagi	Japanese Power Companies' Determination to Restore the Public Trust	日本電氣事業連合會 (FEPC) 會長
座談人士		
畠澤守 Mamoru Hatazawa	The Contributions of Manufacturers to Restoring Public Trust in the Nuclear Power Industry	日本電機工業會(JEMA)原子力政策委員會 副委員長
Malcolm Grimston	Public Understanding of Nuclear Energy: It's not (just) about the science	英國倫敦帝國理工學院榮譽資深研究員
Agneta Rising	Putting Radiological Protection in Context	世界核能協會(WNA) 主席
安井至 Itaru Yasui	安心の国民性と信頼の回復 Conditions to Regain Credibility: Importance of "Anshin" for Japanese	日本製品評価技術基盤機構(NITE) 理事長
議程三：Nuclear Power in 2050		
(Moderator) 澤昭裕 Akihiro Sawa	Introduction	日本國際環境經濟研究所 所長
講演		
郭四志 Sizhi Guo	Trends in Major Emerging Nuclear Country: China	日本帝京大學經濟學部經濟研究科 教授
Jean-Pol Poncelet	Europe and Nuclear: Challenges Ahead	歐洲原子力產業協會 (FORATOM) 理事長
Franklin Erepano Osaisai	Nuclear Power Development in Nigeria: Catalyst for Sustainable Development	奈及利亞原子能委員會 主委
後藤脩 Osamu Goto	Energy Basic Plan and Energy Policy Forward	日本經濟產業省(METI) 大臣官房審議官
Batu Kesmen	Energy Outlook Of Turkey: Introduction Of Nuclear Power	土耳其駐日大使館 副館長兼參事官
議程三：福島の復興と地域再生(Fukushima Session)		
(Moderator) 加藤秀樹	Introduction	構想日本(Japan Initiative) 代表
基調講演		

Vladimir Petrovich Udovychenko	The Way to Environmental, Economic and Social Restoration, Along With Sustainable Development	烏克蘭Slavutych 市市長
座談人士		
遠藤雄幸Yuko Endo	Initiatives of Kawauchi Village for the Return of its Residents, and Issues	日本福島県双葉郡川内村村長
瀨谷俊雄Toshio Seya Advisor	Comment	日本福島商工会議所顧問
丹波史紀Fuminori Tamba	The Formation of Local Communities in the Development of Living Bases for Long-Term Evacuees	福島大学 行政政策学類准教授
大和田Arata Ohwada	Comment	福島廣播電台Radio Fukushima編成局專任局長

以下分述會議過程：

1. 大會

在開幕致詞裡，JAIF 主席今井敬表示目前日本人民對於核能的信任還是不夠，有 90%的民眾害怕會再發生類似福島事故，也普遍認為核廢料處置是這一代應該完成的責任。今井表示日本核能工業界於 2012 年成立日本核能安全協會(Japan Nuclear Safety Institute, JANSI)，支援核工業界自主性安全改善評估，各核電廠也正致力於符合新安全規制，但看起來日本社會尚未感知核工業的努力。日本在新能源方針內將拓展海外核能市場列為努力方向，著眼於核能人力資源的全球布局。日本政府也承諾秉持核能和平用途。今井先生最後提到福島一廠的污染控制與除役問題，估計移掉融熔爐心的工作可能需要 40 年。核能工業界體認到「福島一日不復原，日本核能將無未來」的嚴峻挑戰，因此才將重建公眾對核能的信賴定為今年 JAIF 年會的主題。

日本經濟產業省高橋泰三代表官方致詞，表示福島的善後工作包括污染控制、民眾安置、回歸、除役等重要工作，應逐步落實執行。在新頒佈的基本能源方針裡，認為核能具備多項正面效益於一身，是重要的基載能源，日本政府將與國際合作，也與地方政府合作，重建核能安全新典範，並重拾人民的信心。

2. 議程一：專題演講

(1) 美國核管會(NRC)委員 Svinicki 女士演講題目為「Public Trust and the Regulation of Nuclear Safety」，Svinicki 女士表示在福島事故後要重拾人民信心，將是一條漫漫長路。她闡述核能安全管制的概念主要在於每一個從業人員都應以「執

行安全作為」為己任。美國核管會為獨立的管制機關，與負責能源開發與推廣的美國能源部角色不同，核管會的使命在於提供人民適當的防護，此防護來自於良好管制的幾項原則：品質與一致性、獨立而不孤立、開放與公眾參與、管制效率、政策清晰明確、施政透明等。她特別著墨公眾參與，表示美國公民在核電廠運轉的各個階段(選址、設計、建造、運轉、監管...)都有機會可以參與過程，法規的制定也有一定的程序，從技術評估、草案提出到最後立法等，都充分保留讓民眾參與的空間。

(2) 美國核能學會(ANS)前任主席 Andrew Kadak 講題為「The Environmental Imperative for Nuclear Energy Despite the Challenges」。Kadak 先生首先以 4 位氣候科學家 James Hansen、Tom Wigley、Kerry Emanuel、Ken Caldiera 於 2013 年 11 月 3 日的公開信起頭，他們支持以核能作為對抗氣候變遷後果的手段，並敬告掌握環境決策人士「持續反對核能，將會損及人類避免氣候變遷危險的能力」，也呼籲應該支持發展並採用更安全的核能系統。四位科學家的主要論點在於(i)再生能源可扮演某種角色，但卻無法在短時間成長到足以提供可靠經濟的電力；(ii)核能尚不完美，但新的先進核能技術可降低風險、處理廢料、也更經濟；(iii)基於社會效益，應該鼓勵核能。Kadak 先生從安全、成本、廢料管理、核武擴散風險、壽期排放分析、事故與影響、未來與衝擊等面向，進一步從核能專家的角度闡述氣候專家的理念。目前全球有 432 部核能機組為 32 個國家帶來電力而不排放二氧化碳，累計超過 14,500 反應器年運轉經驗，發生過 3 次重大核能事故，但所造成的實際健康與生命損失相較於其他能源低很多，撇除各種不實流言或臆測，核能可謂是安全能源。美國目前核能運轉成本為每度電 2.4 角美元，未來新建機組的發電成本估算可能增加到每度電 8.4 角美元(包含所有成本)。美國近來因為頁岩氣大量開採，天然氣成本降低，不僅是全球平均價格的三分之一，也已贏過某些新建與較老舊的核能機組，是美國核能目前面對的競爭問題。至於太陽能與風能仍然處於高補助狀態，成本仍然比新建核能機組還高，而最大的問題在於無法提升到可以符合未來的需求，可能只能達到要求的 10%到 15%。在美國的核廢料目前仍安全在核電廠址與低方處置廠內存放，不像有些人所說的無法處理。瑞典與芬蘭已開始領先進行核廢料統一處理與處置的計畫，而法國在用過燃料再處理與廢料統一管理上也有領先的技術。美國的高放處置計畫受到政治影響而停擺，但最近法院已判決核管會必須繼續完成 Yucca mountain 計畫的審查，此部份仍有待政府領導解決政治問題。另外關於核武擴散問題，Kadak 表示商用的核電機組很難經過改造來產生核武所需的鈾，沒有核

電廠的國家也照樣可以生產核武如北韓，因此用核武擴散的疑慮為理由來排斥商用核電機組設置的說法並不公允。

最後 **Kadak** 表示核能目前的挑戰來自於：儘管核能比風能與太陽能便宜，某些人還是相信核能太貴；儘管核能乾淨，某些人還是相信太陽能、風能與節電可以達到核電相同的作用；儘管阻力是來自政治，某些人還是相信廢料處理是無法克服的問題；儘管核能整體風險低於其他發電科技與人類活動，某些人還是相信核能有太多風險。這些人的執迷疑問，又該如何面對目前全球還有 10 億人口沒有電力可用的事實？**Kadak** 希望到場專家能繼續支持氣候科學家的呼籲，儘力說服環保人士與決策領袖。

(3) 美國駐日本大使館副任務長 **Kurt Tong** 先生演講題目為「**Nuclear Power: A Critical Energy Source for the US**」。Tong 先生表示美國核能發電每年佔 19%，可減少排放二氧化碳達 700MMT/年，佔無排放電力的 61%，是最重要的排碳能源之一。福島事故後，美國已著手建立新的安全導引(Safety Case)，包括核管會與 INPO 均建立新安全標準。美國的氣候行動方針(Climate Action Plan)有三個重要基礎：調適(Adaption)、國際合作(International Cooperation)、減緩(Mitigation)，而核能在對抗氣候變遷裡扮演著不可或缺的角色。2012 年美國總統歐巴馬發表新的「以上皆是」(All-of-the-Above) 能源政策，支持新建核電機組，目前喬治亞州與南卡羅來納州有兩個廠址正在興建新核能機組。Tong 先生也提及新的小型模組化核能機組(SMR)功率設定在 300 MW，其設計概念正是想取代現有美國的燃煤機組，這些機組有 99% 正好是此一功率等級。美國也積極與日本合作，提供新的管制做法與評估分析技術，例如稍早舉行的安全度評估(PRA)研討會與風險告知管制導引。

(4) 法國替代能源與原子能委員會(CEA)主席 **Bernard Bigot** 先生以預錄影片發表「**Expected Future Development of Nuclear Technologies in the World**」簡報。Bigot 表示所有國際研究均指出世界能源需求將在未來 15 年間成長 40%，到 2050 年可能會成長到現在的 2 倍。基於資源有限與環境議題，目前佔 80%的化石燃料將無法單獨符應此項需求，許多國家能源的供應安全就成為主要的課題，自主性的核能與再生能源之角色將繼續吃重。除了法國之外，其他國家如俄國、中國、英國、芬蘭、土耳其、越南、南非、波蘭等也都已或準備興建核能機組，目前約有 13 個國家超過 60 部核能機組在興建當中。**Bigot** 認為為了迎接未來的全球能源需求，現在就應該準備建立核能永續發展的基本條件，包括：建立協調的管制環境、建立核廢料處

置基礎、健全核能責任制度、確立技術整備。面對核能市場全球化與反應器設計標準化走向，國際合作是重要課題，例如日本與法國將會攜手協助土耳其建造核電機組，法國與中國也將投入英國核電新建工程，以及法、日與美之間可能的新合作項目；也因此管制架構的整合將會是重要的過程，歐洲已經開始這樣的整合，例如西歐管制學會(Western Europe Regulators Association, WENRA)與歐洲核能安全管制聯盟(European Nuclear Safety Regulators Group, ENSRAG)攜手於歐盟電廠壓力測試。此類管制架構的整合若能普及全球，將有助於增進公眾的接受度，也降低投資者與業界的風險。在核廢料處理方面，法國現有 58 座機組，在很早期就已決定採取用過燃料處理與再循環方式來處理高階廢料，目前是以輕水式反應器來燃燒處理後的用過燃料，將來採用再滋生反應器後會更有效率。法國目前也在規劃最終處置，朝深層地質貯存方向規劃(CIGEO 計畫)，在國內雖引起很熱烈的討論，但也代表該國政府正視政策透明化的承諾。基於核能產業國際化，以及某個國家的核能事故常會讓其他國家遭受池魚之殃，法國正推動全球的核能責任(Liability)制度，期望能透過此一機制，即使機率很低的核能事故發生後，能夠以經過國際認可的簡單方式，迅速與公平地進行賠償措施。法國目前正與美國一起推動在現有的國際公約如巴黎公約、維也納公約、核子損傷補償公約等的基礎上納入這些責任制度，並供各國自己國內立法時參考。Bigot 最後強調技術精進的必要，認為核能要朝向永續發展，必須走減少廢料的路，也因此就必須發展快滋生反應器。法國目前投入鈉冷卻快滋生反應器的研發，成立 ASTRID 示範計畫，希望有效燃燒 60 到 80%的天然鈾資源，並能夠將次要的錒系元素(actinides)轉化，減少廢料量。

(5) 日本原子能委員會(JAEC)主席岡芳明先生演講的題目為「Peaceful Use of Atomic Energy in Japan」。岡先生說明日本核能的現況，包括核能當前的處境與對經濟的衝擊、核燃料循環、新核能規制架構下的安全改善、原子能和平應用、福島一廠除役等，同時也談及日本輻射應用、核能人力資源與廢料處理等議題。因為核電機組停機的關係，日本目前有 90%的電力來自火力發電(Thermal power)，甚至比石油危機時還多，而由於化石燃料的價格處於上升趨勢，不利於日本之類的買方，也因此日本有 9 家電力公司申請獲准調漲電價，在電價有管制部分漲了 10%，自由化部分則漲了 15%。沒有核能，經估算大約等同需多支出 360 億元美金的成本，換算成電價等同還會再漲 25%，也因此有產業流失或出走的疑慮。碳排放部分，日本 2012 年的二氧化碳排放量為 486MT，相較 2010 年的 374MT，增加 112MT，接近

三分之一。如前所述，岡先生再指出即使考量 2011 年福島事故的風險成本、對應的二氧化碳反制成本與其他政策成本，核能發電的成本約為每度電 8.9 日圓，還是具有競爭力。在核能責任方面，根據核子損害補償法案規定，日本電力公司對於核能事故賠償的準備金為 1,200 億日圓，然國際間有些國家另規定可由公共基金與緊急調度來支應，但日本目前沒有此項措施。

岡先生接著介紹日本的核廢料處置計畫，目前最主要的選項仍是深層地下貯存。2000 年通過的處置法將最終處置選址過程定為三階段，第一階段為概略調查(鑽孔與地質調查)，第二階段為詳細調查(地表與地下檢查)，第三階段才確定場址並開始興建，每一階段進行前均需場址當地的居民同意後才會開始。目前日本的用過燃料中期貯存場位於青森縣的六所村，待燃料冷卻後將採玻璃固化方式，等待最終處置。由於先前的作業採各地方政府回報意願方式，結果並不是很理想，新的規劃作法為由中央政府依照科學證據選擇潛在可行的場址，再由這些場址當地的地方政府提出申請，中央政府則提出計畫書，之後再開始進入三階段作業，期望藉改善先期作業方式加速最終處置程序。另外為了保持處置的彈性，處置方式將保持用過燃料可抽出與可反轉的特性，讓後代人士未來有機會選擇當時更好的方式。

在核能安全提昇方面，日本產業界體認到必須卸除原本的「安全迷思：以為核電廠只要符合法規標準就不會有風險」，並應透過自願與持續的安全改善，追求世界最高等級的安全，因此產業界成立了核能安全自主提昇與持續精進工作小組，做為日本經濟產業省的諮詢單位，檢討如何改革核能產業界的傳統心態，並澄清有待自主解決的議題。該工作小組將討論包括完整風險評估與風險溝通在內的 10 項議題。岡先生也提到未來核能市場預期最大的擴充地區是東亞、東歐、中亞與南亞，而根據美國戰略與國際安全中心(CSIS)的看法，日本是商用核能使用的重要大國，維持日本的核能產業，可增強有核能能力且民主的國家比例，將有助於國際反核武擴散之安全。在福島事故之後，若干規劃新建核電機組的國家如越南、土耳其、巴西、立陶宛、英國與波蘭等，還是相當重視日本的核能設計與建造技術，並預期合作機會。

(6) 東京電力公司董事長廣瀨直己以「Responsibilities and Approach of TEPCO – Stabilization, Decommissioning, and Nuclear Safety of the Damaged Reactors」為題發表演講。廣瀨先生首先在台上再次代表東電公司為福島事故所引起的後續不便，向在場人士鞠躬道歉，接著站在台前，全程未看講稿，說明福島電廠現在的處理情

況與東電的振興作為，包括福島一廠穩定化與除役的作法、東電在核能安全上的改革、福島補償與復興、東電管理再造、企業價值的精進。廣瀨先生表示東電現在必須在「福島責任履行」與「企業競爭力維持」的兩個環節上取得新的平衡，必須有新的營業規劃。在福島一廠除污與除役方面，東電為此特別成立專門的工程公司，結合來自日本三大核能供應商 GE-Hitachi、Toshiba 與 Mitsubishi 重機的合作，共同解決福島後續問題，也請來當初在美國三哩島事件後續處理損害反應器的美國前 DOE 專家 Lake Barrett 先生做為顧問，協助提供技術諮詢(按：日本雖然有三部商用機組正在除役，其中東海電廠一號機的 22 年除役規劃已進入第 15 年，但這些除役經驗卻未必能直接轉用到福島一廠)。福島一廠的現況與除役規劃詳如圖 4。目前東電已取得福島漁業團體的同意，將開始進行福島廠區的地下水旁通工程，避免污水量一直增加，並利用 Toshiba 設計的輻射污水處理設備(簡稱 ALPS)進行污水清理，污水必須符合東電的水質標準，方能排放到大海。東電預估 2014 年底可以將四號機的用過燃料取出，2015 年可以開始清理三號機的殘骸。東電公司也成立核能安全改革監督小組，做為董事會的諮詢組織，邀請四位國內外著名的公正人士組成：美

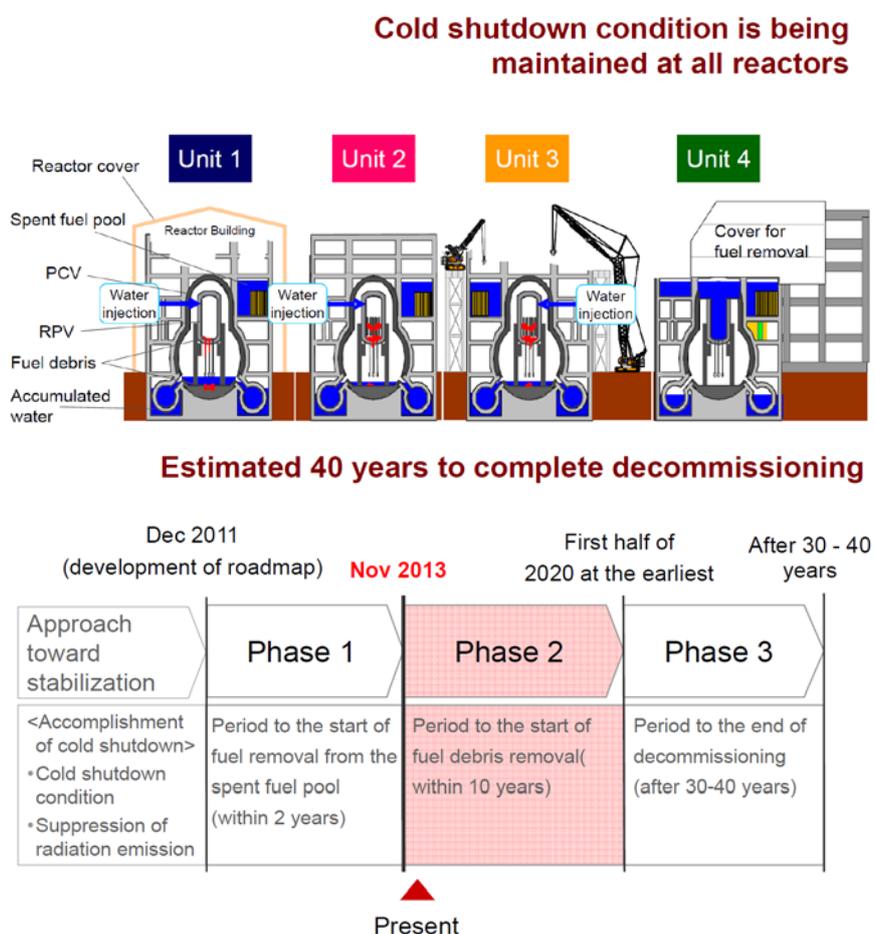


圖 4. 福島一廠廠房現況與除役規劃路徑圖(2014 年 4 月)

國 NRC 前主委 Dale Klein、英國原子能委員會主席 Lady Barbara、趨勢專家大前研一與日本福島核事故獨立調查委員會成員櫻井雅文，監督東電公司在核安改革上的作為，包括安全意識、技術能力與溝通能力上的精進，安全文化的推動。東電公司也承諾給福島事故受害人的補償責任，協助災區除污、居民重返與社區復興。在企業改革方面，東電致力於降低經營成本，目標為 4.8 兆日圓，鼓勵 2000 名資深員工自願提早退休，並轉換為持股公司架構。

3. 議程二：重建公眾對核能的信賴

此段議程由日本能源經濟研究所(IEEJ)特別顧問田中伸男主持，邀請數位來賓簡短闡述意見後，再一起座談並回答與會人士的提問。

(1) 日本電氣事業連合會(JEPC)會長八木誠先生以「Japanese Power Companies' Determination to Restore the Public Trust」為題發表此段議程的主題演講。八木先生指出日本能源政策的主調「3E+S」因為福島事故後民眾對於 S (Safety)的顧慮，乃至於停用核電，造成能源政策的失衡，不僅電力燃料成本由 2010 年的 3.6 兆日圓，上升到 2012 年的 7.0 兆日圓，二氧化碳排放也增加近 1/3，不符經濟效益性，也不符環境相容性。因此，日本電力公司一直積極配合新規制委員會 NRA 的新標準，期望可以早日重啟核電運轉，使能源政策回復平衡。在回復民眾信心方面，日本電力公司將以追求世界最高等級的安全為目標，由仿照美國 INPO 架構成立的 JANSI 領軍，推出各項安全改善的措施，提昇對各種廠外事件(地震、海嘯、火山、龍捲風、森林大火等)的因應能力；也強化緊急整備與安全文化，記取福島教訓，提昇政府與電力公司之間的通信網絡，並建立緊急人力與設備支援機構，以及相關的演習機制。JANSI 建議日本電力公司加強核能風險管理，並成立專屬的風險管理部門(包括 PRA)，提倡風險意識文化，具體措施包括從管理塑造正確的風險意識、利用專門技術來降低風險、學習國內外的作法、進行整體安全觀的研究、倡導比管制架構還高的安全改善作業、強化 PRA 的應用、與利害關係人分享風險意識。最後八木先生認為核能將繼續扮演日本重要的能源，已證實安全的電廠應開始恢復運轉，核電營運單位將持續誠心致力於核電重啟，並藉由上述的作為，全力回復公眾對核能的信賴。

八木先生演講後，接續由四位來賓進一步闡述或表達看法。

(2) 日本電機工業會畑澤守先生以「The Contributions of Manufacturers to Restoring Public Trust in the Nuclear Power Industry」為題表示日本主要的核反應器供

應商與電力公司積極配合，提供技術與設備協助確保福島電廠的安全，包括建立循環冷卻系統以減少輻射污水、設置可移除 62 種放射核種的除污系統(前述 ALPS)，目前也按照東電的除役路徑圖，進行各種除污、殘骸移除、處理與處置等研發，未來將投入福島一廠除役工作。在核電重啟的部份，各供應商也針對 NRA 所頒佈的新安全規制要求，提供安全改善的設備與評估，以因應新設計基準與嚴重事故處理的需求。畑澤先生指出日本電力公司將不再只以符合管制標準為限，也將透過 PRA，持續評估核電廠的殘餘風險，因此將積極培養 PRA 人力，並透過先進深度防禦設計與強化嚴重事故處理的措施，以降低殘餘風險。日本核能供應商也積極拓展海外市場，遵行核電廠輸出國的 6 大項從業原則與對應最佳實務：安全、健康與輻射防護，實體保全，環保及用過燃料與廢料處理，核子損害賠償、無核武擴散與防衛、職業倫理等。此外，人力資源的培訓與安全文化的養成也是供應商提昇民眾信心的重要措施。畑澤先生最後表示儘管頁岩氣的開發造成能源供需的變化，但為了確保能源穩固與因應氣候暖化，日本重啟核能是必要的，各核能設備供應商責無旁貸，應記取福島事故的教訓，滿足核電廠安全與可靠的需求，並滿足全球核能需求，所有的核能利害關係人都應倡導安全文化，以安全與可靠為最高的管理原則。

(3) 英國倫敦帝國理工學院資深研究員 Grimston 先生以「Public Understanding of Nuclear Energy: It's not (just) about the science」為題闡述英國的觀察與風險溝通裡常見的議題。Grimston 表示能源工業除了提供穩固、經濟與環境可接受的能源外，也必須提供政治上或社會可接受的能源。核能如同其他科學議題如疫苗接種、手機、狂牛病、基因改造食物、低劑量輻射等一樣，都依循同樣的路徑引起社會的爭議：媒體報導少數案例引起恐慌且錯誤解讀專家意見(例如沒有風險等用語)、政治人物安撫、研究過程的異常樣品、政治恐慌、進行調查報告、報告發表但媒體只報導非重點的部分(如討論事項或未定論內容)、議題持續。政府往往在急著向民眾溝通風險時，常常忘了其實沒有風險好溝通，而對批評過度反應常常造成成本無謂增加，決策也形同癱瘓不決。Grimston 指出對於風險常有三件共通的假設：(i)人會擔心，是因為看到要擔心的事情，(ii)只要把某件事做得更安全，就會讓人感覺比較不擔心，(iii)只要給人們正確的資訊，會使他們更理性一點。但事實往往不是如此。Grimston 舉了幾件風險溝通的例子，可以看出公眾反而是理性的，而核能產業界是不理性的；當產業界說某件事已經更安全了，民眾的「理性解釋」反而應該是：原來這件事比他們以前被告知的還要危險。例如：

- 福島事故後，當民眾看到政府管制單位(不理性地)將食品輻射含量標準降低為國際標準的 1/5，以為這樣會讓民眾安心。但設想如果民眾的想法是理性的，最理性的答案應該是不要相信政府的訊息或不要相信國際標準，從而害怕吃到福島的產品，而非認為管制者是在浪費成本且還害到當地農、漁民。
- 又如產業界(不理性地)跟民眾說，放射性核廢料不會很危險，我們會把它埋到地底下 800 公尺深處，以為這樣會讓民眾安心。但民眾的反應如果是理性的，應該會想到核廢料一定很危險，因為沒有其他東西會要放到地底下那麼深的地方...。
- 政府(不理性地)跟民眾講已經投下經費，建立了監測系統，可以偵測到比危險值還低一千倍的輻射，以為民眾會安心。但民眾最理性的反應應該是認為政府騙人，政府要不是故意浪費錢，就是隱瞞其中的危險，誰會花錢去偵測沒有危險的東西？
- 政府(不理性地)表示 8 萬名福島居民還不能回到鄰近福島電廠的家園，因為我們這邊比較安全，以為這樣會讓民眾安心。但民眾最理性的反應應該是輻射一定是極度危險，核子事故是可能發生的事裡頭最糟糕的，讓災民一直無法回家，所以顯然不應該冒險讓核電廠再啟動...。

Grimston 藉由上述例子提醒核能溝通人員，應反省自己在溝通時是在創造恐懼、還是破壞信任，也別想去教育民眾，使其免除對核能之恐懼，那是不會成功的。在溝通時應確知所講的話在常識上會被如何詮釋，所講的話究竟是在幫忙還是阻礙溝通。此外，「人性或心理的理性」與「技術理性」是不同的，也不比技術理性低等，溝通時應將心理的理性擺在第一位。**Grimston** 最後建議：溝通者應儘量以誠實與一致的態度面對，不要讓人看起來神祕或是極度自我膨脹；該講「我不知道」時就要講；接受不同觀點的意見並誠懇回答質疑；多談優點；溝通應找多一點一般的從業人員、少一點穿西裝的人；與地方建立信賴關係，包括反對者；讓想要知道的單位，如學校，可取得正確的事實資訊；適當邀請學術界人士但應知道他們不見得會事事配合；謹記核能溝通是漫長緩慢的過程；謹記溝通不只限於當下的對話，也在建立可能持續好幾年的印象。

(4) 去年甫來台參加研討會的世界核能協會(WNA)主席 **Rising** 女士以「**Putting Radiological Protection in Context**」補充說明對恢復民眾信賴的看法。她指出福島地

區的輻射劑量從 2011 年 9 月到 2013 年 9 月大致已降了 50%，應可進入整治 (Remediation) 階段。目前整個福島縣尚有 14 萬居民是處於撤離狀態。除了污染較嚴重之區域外，部分外圍區域已開始準備歸返的作業。2014 年 4 月 1 日，日本政府正式決定田村市解除撤離命令，這是重要的里程碑。WNA 業已指出事故本身與撤離行動所導致的心理影響，可能會不利於災民的健康與身心健全。國際原子能總署 (IAEA) 也指出在整治階段，輻射劑量限值訂在每年 1 到 20 mSv 是可以接受的，此也與國際標準一致。但根據福島縣於 2013 年的意見調查，儘管劑量已降低 50%，仍有 60% 以上的民眾擔心食物安全與輻射健康效應，顯見仍需要清楚明確的溝通。Rising 建議在溝通時，傳達的訊息應盡量簡單，採用一般人熟悉的語言，避免長篇大論，同時應提供清楚、可理解與相關的資訊，避免只是拿出一堆數據，例如與其拿一堆海水測量數據，不如只講「海水狀況正常」、「各地監測顯示開放海域的海水均符合 WHO 的標準」。另外她也建議應採雙向溝通，最好專家親自與關心的民眾對話，並以充分的耐心徐緩進行。根據聯合國原子輻射效應科學委員會 (UNSCEAR) 的調查，福島事故後的撤離雖可以減少民眾暴露劑量達 10 倍之多，但撤離本身也的確帶來負面效應，如撤離本身造成的死亡、心理影響、社會支持脈絡的崩解等；而國際輻射防護委員會 (ICRP) 也建議所有降低輻射劑量的防護行動應該以利多於弊為原則。Rising 最後總結認為福島復原的進度順利，一般大眾並未因食物與事故輻射而產生健康效應，而理性的能源決策是重要的，尤其是考量核能的所有益處。

(5) 日本製品評價技術基盤機構 (NITE) 理事長安井至博士以「Conditions to Regain Credibility: Importance of “Anshin” for Japanese」為題補充說明。安井提到取得日本人民的信賴，關鍵在於「安心」二字，此二字在英文裡沒有對應的字，只能形容是心理平和的狀態。日本文化讓日本人追求安心，例如日本人在家通常不穿鞋的，因為他會把家變成令人安心的場所。日本人會設法避免所有風險，也不冒險，大家的想法與態度幾乎都一樣，是個沒有英雄的社會。因此，福島事故帶給日本社會很大的衝擊，想要回復民眾的信心，除了安全之外，還要獲取民眾的信任。安全代表有安全的設備硬體，也有安全的人員操作；而信任包括國民對電力公司的信任，電力公司對自己的信任，以及安全與風險資訊的透明。安井特別指出電力公司作法在福島事故前後的最大不同處之一在於重拾對 PRA 的重視，而且最好可以透過適當的誘因，讓電力公司願意做到三階 PRA。三階 PRA 雖然可以估算到機率與

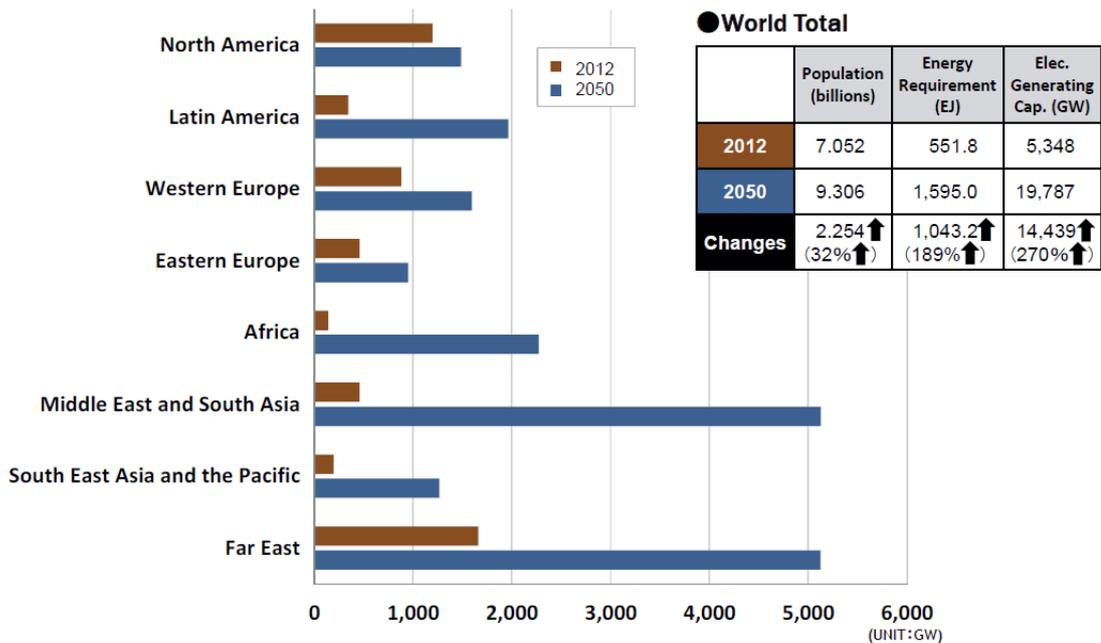
死亡人數，但福島事故最大的後果在於地方社區的崩解，這又該如何評估？他認為地方社區的崩解固然有許多原因，但與民眾對輻射的科學素養不足脫不了關係。在國民願意從福島事故以前所謂核電「絕對安全」的迷思，走到較務實而願意面對風險的態度，尚待電力公司努力溝通。若能讓日本民眾接受風險概念，則新的「安心」定義除了安全與信賴之外，應該再加入一項「可接受性」(Acceptability)，「可接受性」裡包括三件要素：補償、自願選擇、風險輪廓。例如若民眾願意接受搭飛機的風險，能不能也可以接受風險輪廓迥然不同的核能？安井先生最後總結要讓日本社會接受的關鍵在於給民眾「安心」，電力公司必須從設備的安全與人為因素的安全等兩個面向讓民眾願意信賴，也應進行三階 PRA 之類的風險評估，並提供民眾透明化的風險資訊，同時也應積極培養溝通的人力資源，而加強國民的科學素養也是必須進行的工作。

此議程的來賓完成評論之後，接下來由田中伸男先生主持討論。有現場人士提問到電力公司是否願意將辦公室搬到核電廠附近，以爭取民眾的信賴？Rising 女士在回答時表示芬蘭的 Okluoto 電廠就有電力公司將辦公室遷到附近，這是可以考慮的作法。Rising 也補充，車諾比事故發生後，她來自的國家-瑞典也跟日本一樣，將食物的輻射劑量標準從嚴降低，但周圍的鄰國卻都是提高，原來看似比較安全的舉措，反而讓人有不安全的感覺。她個人認為在福島事故後將核電廠停掉，不見得是正確的決定，已開發國家可能長久以來電力充足，而忽略了缺電對經濟，乃至於社會安全，其實是影響巨大。FEPC 的八木先生則表示，估算日本今年夏天的電力後備容量約只有 3%，但官方似乎覺得可以撐得過去，但若有非預期的情況發生，輪流限電可能無法避免。有關於三階 PRA 的推行，八木先生表示在日本，機率的觀念尚未普遍被接受，還需要努力。

4. 議程三：2050 年核能展望

此段議程由日本國際環境經濟研究所(IEED)澤昭裕所長主持，同樣主持主題演講，邀請數位來賓簡短闡述意見後，再進行座談並回答與會人士的提問。澤先生首先以 IAEA 於 2013 年 8 月提出的 2050 年世界各地區總發電容量預估圖(圖 5)開始，說明未來的電力需求成長情形，也做為後續簡報的討論基礎。此議程邀請的來賓與簡報簡述如下：

(1) 日本帝京大學郭四志以「Trends in Major Emerging Nuclear Country: China」為題介紹中國的核能發展現況。郭教授先從中國整體的主要能源配比來看核能的角



Source: Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050 (IAEA), August 2013 1
 Copyright © JAPAN ATOMIC INDUSTRIAL FORUM, INC

圖 5. 2050 年世界各地區發電容量預估 (IAEA, 2013)

色，並介紹中國核能發展的趨勢以及面對的議題與挑戰，並評估其對全球核能的影響。郭教授指出儘管到 2013 年底中國核電已有 20 部機組運轉，如表 2，達 14.6 GW 的發電量，但仍只佔中國整體發電量的 1.2%，整個發電還是以火力發電為主，約佔 69%。目前中國有 28 部機組正在興建中，如表 3，約佔全球興建中核電機組數的 40%；近期目標是 2015 年要達到 40GW，2025 年達到 130GW，2030 年達到 200GW。福島事故雖然讓中國延緩了內陸核電機組的興建，但推動核能發展的政策不變，也可能在 2016 年就又恢復內陸機組的興建，在十三五的五年規劃裡仍然可看到核電顯著的擴充。郭教授表示中國推展核能發電的主要背景在於因應能源結構裡對燒煤或火力發電的依賴、改善空氣污染 (PM 2.5) 與環境問題、能源需求增加、經濟收益與地方財政效益、建立技術密集產業以刺激經濟成長，也能夠藉相關技術的建立而進入國際核電市場。中國積極進入國際核電市場，繼在開發中國家如巴基斯坦與羅馬尼亞之後，也開始往已開發國家如英國拓展，例如英國 Hinkley Point 新建機組就有大陸之中核總與中核集團與法國電力公司 (EDF) 結盟，投入 30 到 40% 的投資經費。中國將會使用中核集團的華龍一號 ACP 1000 為主力，投入歐洲、東歐、亞洲與南非等地區市場。郭教授認為中國的和核能發展仍然有一些問題與可能的挑戰，首先是廠址鄰近地區的民眾逐漸表達出意見，將來與民眾的協商將會逐漸浮現必要

表 2. 中國大陸運轉中核電機組(2014 年 4 月)

Units	Province	Net capacity (each)	Type	Operator	Commercial operation
Daya Bay 1&2	Guangdong	944 MWe	PWR (French M310)	CGN	1994
Qinshan Phase I	Zhejiang	298 MWe	PWR (CNP-300)	CNNC	April 1994
Qinshan Phase II, 1&2	Zhejiang	610 MWe	PWR (CNP-600)	CNNC	2002, 2004
Qinshan Phase II, 3&4	Zhejiang	620 MWe	PWR (CNP-600)	CNNC	2010, 2012
Qinshan Phase III, 1&2	Zhejiang	678 MWe	PHWR (Candu 6)	CNNC	2002, 2003
Ling Ao Phase I, 1&2	Guangdong	938 MWe	PWR (French M310)	CGN	2002, 2003
Ling Ao Phase II, 1&2	Guangdong	1026 MWe	PWR (M310 - CPR-1000)	CGN	Sept 2010, Aug 2011
Tianwan 1&2	Jiangsu	990 MWe	PWR (VVER-1000)	CNNC	2007, 2007
Ningde 1&2	Fujian	1020 MWe	PWR (CPR-1000)	CGN	April 2013, (2014)
Hongyanhe 1&2	Liaoning	1024 MWe	PWR (CPR-1000)	CGN-CPI	June 2013, Feb 2014
Yangjiang 1	Guangdong	1021 MWe	PWR (CPR-1000)	CGN	March 2014
Total: 20		17,055 MWe			

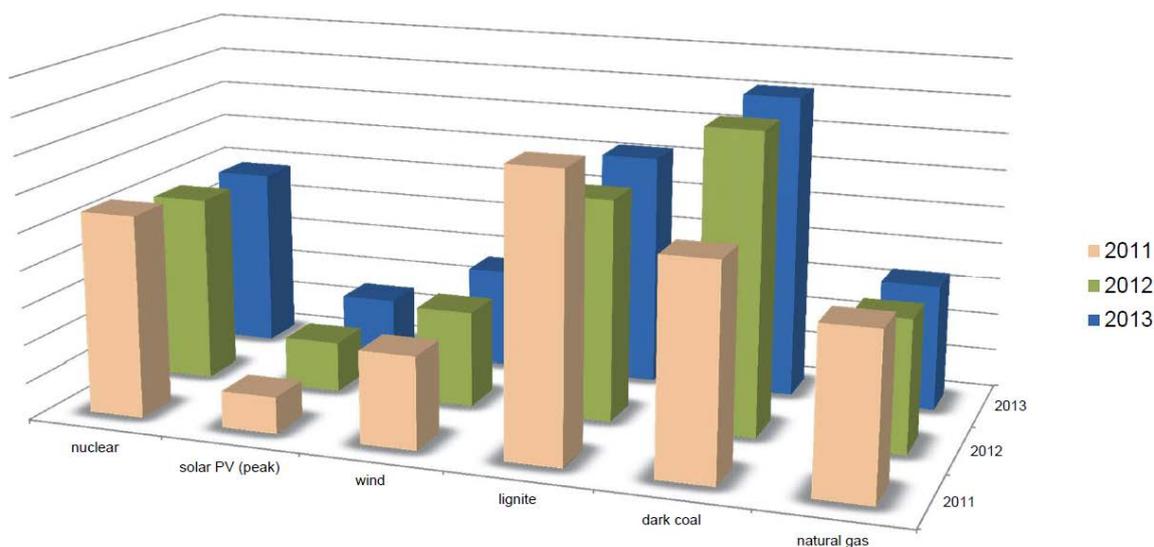
表 3. 中國大陸興建中核電機組(2014 年 4 月，郭四志教授整理)

Source: survey conducted by the author

By area Province/autonomous region	Location/unit	Reactors	Beginning of construction	Expected completion	Capacity (10,000 kW) (total: 3063.5)	Reactor type
Liaoning	Hongyanhe Units 3 and 4	2	2009	2014	2×111.9	China • CPR1000
Shandong	Haiyang Units 1 and 2	2	2009. ; 2010.	2014 ; 2015	2×125	U.S. • AP1000
	Shidao	1	2012	2016	1×21	HTR-PM
Jiangsu	Tianwan Units 3 and 4	2	2012-2013	2018	2×106	Russia • VVER1000
Zhejiang	Sanmen Units 1 and 2	2	2009	2015	2×125	U.S. • AP1000
	Fangjianshan Units 1 and 2	2	2008~2009	2014	2×108.7	China • CPR1000
Fujian	Fuqing Units 1 to 4	4	2008~2009	2014-2016	2(108.7+108)	China • CPR1000
	Ningde Units 3 and 4	2	2010	2014-2015	2×108.9	China • CPR1000
Guangdong	Yangjiang Units 1 to 4	5	2009-2012	2014-2017	108.7+2(108.7+108)	China CPR1000
	Taishan Units 1 to 2	2	2009 -2010	2016-2017	2×175	France • EPR
Guangxi	Fangchenggang Units 1 and 2	2	2010.-2011	2015-2016	2×108	China • CPR1000
Hainan	Changjiang Units 1 and 2	2	2010.	2015	2×65	China • CNP 600

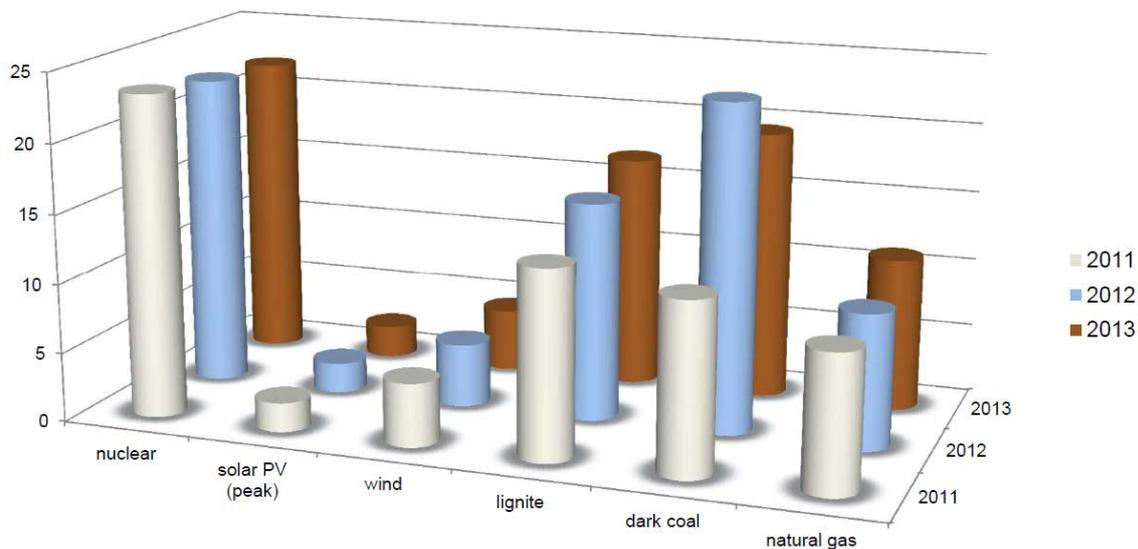
性；某些電廠的廠址仍不能排除地震風險；內陸的核電機組如何確保冷卻水源的穩定；中國積極擴充核電，相對地有經驗的人員就比較欠缺。中國在拓展海外核能市場也會遭遇一些困難，尤其是在已開發國家，包括主要核能組件與設施的供應、輸出國政府的干涉、欠缺海外商務人才等，這些正有待中國一一克服。郭教授認為中國強化競爭態勢，也是為了進一步鞏固鈾礦資源，避免將來受人宰制，而終將成為已開發核能國家的競爭對手，在國際核電市場裡競逐「相對利益」。

(2) 歐洲原子力產業協會(FORATOM)理事長 Jean-Pol Poncelet 先生以「Europe and Nuclear: Challenges Ahead」為題，說明歐洲核能的展望。他指出根據 2012 年的資料，歐盟現有的 27 國共有 131 部核能機組運轉，有 4 部興建中，提供歐盟國家 28% 的電力，佔所有低碳電力的 2/3。在 2013 年 10 月，十家歐盟主要電力公司的 CEO 聯合疾呼應正視歐盟的三大反挫：歐盟國家能源價格在四年間上升 17-21%，代表競爭力反挫；共有 51GW 的電力容量被凍結，代表能源供應穩固性失敗；而二氧化碳排放在 2011 年到 2012 年就上升 2.4%，代表氣候變遷因應的失敗。他們認為應將歐盟的能源政策導回正軌，包括應促進將成熟的再生能源整合到正常的市場機制內；應優先利用現有具競爭力的發電容量，而非一味補助新建能源；應從根本上強化歐洲的碳市場。這樣的聲音之所以會出現，當然與福島事故後歐盟國家能源政策調整有關。以德國為例：福島事故後，德國改採廢核政策並大力推動再生能源，希望逐步淘汰核能，減少能源輸入並降低對外國的依賴，透過新技術發展增加就業機會，同時能夠降低溫室氣體排放，讓德國成為全球的模範。這樣的期許的落實程度又有多少呢？圖 6 與圖 7 說明德國近年的發電結構變化，其具體結果為德國電費由 2013 年的每千度電 52.8 歐元，上升到 2014 年的 62.4 歐元；總發電成本由 2011 年的 132 億歐元上升到 2014 年的 236 億歐元；德國的溫室氣體排放 2011 年到 2012 年卻也是上升 1.2%，2013 年又上升 2%。歐盟於 2011 年所制定的 2050 能源路徑圖，



Electricity production by energy source (relative), 2011-2013

圖 6. 德國能源電力產量分配趨勢(FORATOM)



Equivalent Full Power Use by Energy Source (hours/day), 2011-2013

圖 7. 德國能源等效可用度比較趨勢(FORATOM)

希望在 2050 年可以降低 80 到 95% 的溫室氣體排放，在能源結構方面可以增加電力、再生能源、天然氣、核能等低碳能源，進而改變投資、成本與市場結構，根據這樣的原則規劃，2050 年核能的供電佔比約在 2.5% 到 19% 之間，前者為最低比率，表示所有現有核電廠均運轉到年限，不以新機組取代，僅存目前法國、芬蘭等國興建中的四部機組，後者則表示核能繼續擴充並於 2050 年達到 100 部機組共 14GW。在核廢料(用過燃料與高階放射性廢料)處理方面，目前比較普遍的看法是在技術層面來看，深層地質處置是最廣為接受的方式，但歐盟尚待各國協調共商，在管制、財政資源、透明度等面向，訂出有整體共識的共同組織架構。最後談到核子事故責任，Poncelet 表示在歐洲只要發生國際核子事件等級(INES)6 到 7 的事故，絕對就是牽涉多國的問題，1960 年代訂定的巴黎公約與維也納公約已為核子事故責任訂出原則，確保所有的受害者都能聲請並取得補償，並確保在核能仍能繼續使用之下，核電營運公司所應負的最起碼責任。

(3) 奈及利亞原子能委員會主委 Franklin E. Osaisai 先生以「Nuclear Power Development in Nigeria: Catalyst for Sustainable Development」為題說明奈及利亞的核能發展規畫。Osaisai 先生指出若根據奈國目前的 GDP 成長率 7% 估算電力需求成長與現有供電規劃，在 2020 年奈國的電力供應預估尚低於電力需求達近兩倍之多。

奈國所處的非洲本身的化石燃料相當有限，奈國雖然可以輸出石油與天然氣，但分別到 2035 年與 2055 年以後均只能供自己國家使用。奈國人口約 1.7 億，年成長率約 3%，現有的發電來源結構以天然氣與水力為主，考量能源永續、自主、多樣之原則，必須拓展其他的電力來源，奈國雖然也產煤但不考慮興建燃煤電廠，再生能源如風力與太陽能在可見的未來又不足以擔負基載任務，因此 2007 年決定展開核電計畫，分散能源型式，也降低國家化石燃料的壓力。Osaisai 先生表示奈國核能計畫奠基在四個重要基礎：組織架構、人力資源與國家技術、實體基礎設施與財務計畫。奈國規劃最遲到 2022 年以前能夠完成第一部 1,000MW 核能機組的興建與商轉，並逐漸增加到 2030 年的四部機組，里程碑詳如圖 8。奈國未來核能電廠的業主/運轉組織的架構將取決於政府對核電廠財務模式的政策，透過政府與國外技術業者結合，以聯合控股公司做為核電的業主是考量的方式，利用 BOO(Build, Own, Operate)與 BOOT(BOO + later transfer)的形式進行，例如俄羅斯與土耳其的模式，乃至於更近的孟加拉與約旦，未來可透過預先的購電合約來確保國外投資業者的獲利。Osaisai 指出核能基礎設施的建立也是重要的工作，透過實體基礎設施(實驗室、訓練所、資訊與通訊、網絡)的建立，並培訓核能人力資源，也間接培養周邊的其他人力如為衛生、農業、環境管理、工業等，形成可以永續經營的軟硬體條件。他表示世界正從福島事故慢慢回復核能的支持，應該進一步激勵國際合作，確保核能成功永續發展，特別是在開發中的國家。

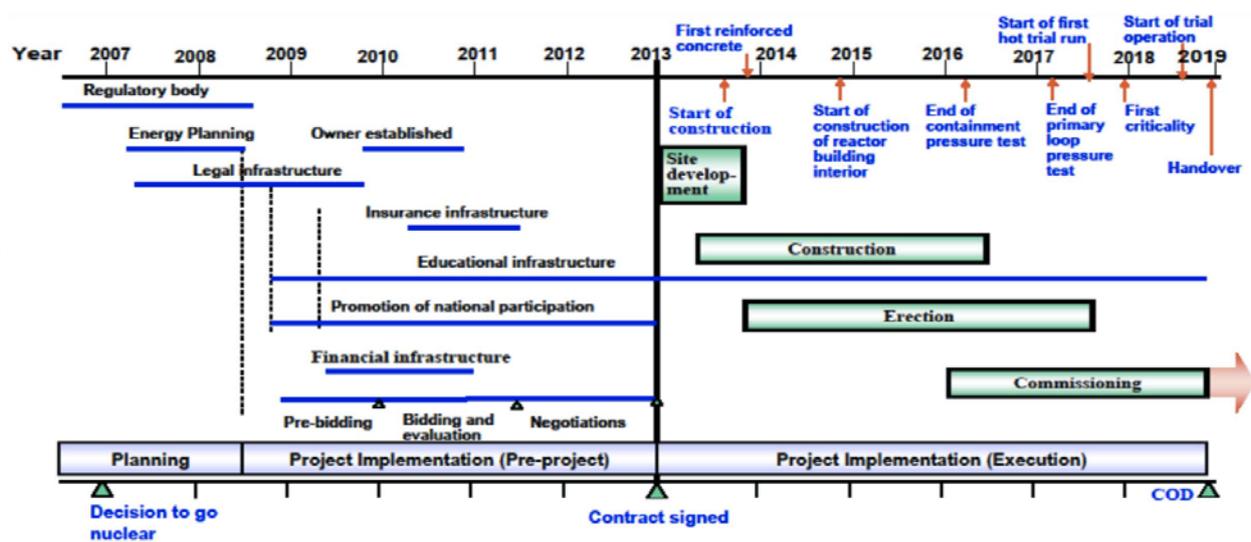


圖 8. 奈及利亞核能計畫佈署時程圖

(4) 日本經濟產業省(METI)大臣官房審議官後藤脩先生以「Energy Basic Plan and Energy Policy Forward」為題，說明日本政府剛通過的新能源基本方針。後藤先生指出日本於福島事故後的停核作法，降低了能源的自主性，必須仰賴增加天然氣、石油與煤的進口，因能源支出增加，2013 年日本的貿易赤字達 11.5 兆日圓，雖然太陽能與風力等再生能源發電 2012 年相較 2010 年增加 0.5%，但二氧化碳排放量還是增加 112%。此次修正的能源基本方針將核能重啟納入，在核能政策方面著重在福島的再生與復興、提昇安全強化風險管理、核燃料循環規劃、國民與國際的信賴。在日本新安全規制實施後，各電力公司以投入共 1.7 兆日圓於安全改善。福島事故後日本政府緊縮核能機組執照延長的範圍，現有電廠以運轉 40 年為原則，40 年以後最多也只能申請兩次延長 10 年。在用過燃料與高放廢料方面，目前仍維持燃料再製(MOX 燃料)與中期貯存並進的方式，2010 年已開始興建乾式貯存中心，可存放核電廠運送集中的用過燃料，預定 2015 年開始運作。在再處理方面，因為兩座快滋生反應器文殊與普賢均遭遇問題，目前仍處於停滯狀態。最後的高放廢料，仍以深層地質處置為規劃目標。後藤先生也提氫能利用也是未來發展的方向之一。

後藤演說後，Grimston 教授評論日本在福島事故後，核電產業在與民眾溝通時，一直不斷強調安全為至高無上的條件，這其實不見得有助於民眾的接受度，他認為根據核能運轉過往的安全記錄，即使發生三次核災，但從三哩島與福島事故來看，核能電廠其實是容許事故發生的，因為它本身的設計就是安全，一直強調不准發生事故，反而掩蓋掉核能的這項特性。Rising 女士也評論指出，電力是關鍵的基本條件，缺電會讓社會處於極高的風險狀態，維持充裕的供電才是最重要的，而日本新安全規制推出後，各電廠為符合新法規而再次延後啟動時程，難道不怕缺電問題會浮上檯面？後藤先生回答表示，依目前的估算，日本今年夏天雖然備用容量很少(~3%)，不過看起來應該可以過關。不過後藤指出，2015 年底即將簽署全球新氣候協議，若不能重啟核電，很難在 18 個月內達成日本的溫室氣體減量目標。

(5) 土耳其駐日大使館副館長 Batu Kesmen 先生以「Energy Outlook Of Turkey: Introduction Of Nuclear Power」為題，說明土耳其引進核能的規劃。Kesmen 指出土耳其國內電力需求成長幅度甚大，每年約 7% 左右，僅次於中國。2030 年正好是土耳其建國 100 年，政府提出的願景為成為世界前十大經濟體，人均收入為 2 萬 5 千元美金，總出口量超過 5 千億美元。目前的電力需求(2012)約為 2,400 億度，預計

2030 年達到 5,000 億度。土耳其也是高度依賴進口能源的國家，98%的天然氣、92%的石油與 30%的煤均需仰賴進口，總能源進口依存度為 74%。同其他一般自產能源不足的國家，土耳其希望能源供應儘量多元化，因此也規劃引進核能，並增加再生能源的比重。土耳其的電力裝置容量 (2012)裡，天然氣約為 46%，煤為 25%，水力為 24%，其他的再生能源為 3%。該國希望在 2023 年時，能源總量可達 100GW，其中再生能源能夠佔 30%(其中水力佔 17%)，而核能為 10%。土耳其政府認為核能與再生能源為互補角色，而非彼此競爭。土耳其目前規劃興建兩座核電廠，各四部機組，分別位於 Akkuyu 與 Sinop 廠址，剛好在國土的南北兩側，完成之後每年總共可以提供 800 億度的電力，相當於每年成本 70 億元美金的天然氣所產生的電力。日本積極推廣核能技術到土耳其，期望能投入 Sinop 核電機組的建設，希望能在 2023 年完成 Sinop 電廠第一部機組的商轉，到 2030 年完全全部四座機組的商轉。安倍首相特別兩次訪問土耳其，雙方也於 2013 年 5 月簽署策略結盟聯合公報。日本將協助土耳其建立核能建廠與運轉人力資源，讓當地工業參與，並達成技轉，並合作建立機組建造與執照申請等管制架構，對於兩國之間的經貿與科技關係將有多重助益。

5. 議程四：福島復興與地區再生

此段議程由構想日本(Japan Initiative)機構的代表加藤秀樹先生主持，除邀請烏克蘭 Slavutych 市的市長 Udovychenko 先生以預錄影片主題演講之外，也邀請數位來自福島地區的地方人士參與座談。

(1) 烏克蘭 Slavutych 市市長 Vladimir Petrovich Udovychenko 先生以「The Way to Environmental, Economic and Social Restoration, Along With Sustainable Development」為題，說明 Slavutych 市在車諾比事故後的建立經驗。他指出車諾比事故影響人數超過 5 百萬人，其中有 260 萬人住在烏克蘭。1986 年 11 月除了出事的 4 號機以石棺包覆之外，1 至 3 號機又恢復運轉。此時間之前的 10 月份，蘇聯決定在附近所謂第四區(輻射管制區)的 2,000 市鎮裡，挑選出一座新市鎮 Slavutych，以取代之前因事故而清空的 Pripyat 鎮，該鎮大部分的鎮民多數在車諾比核電廠工作。當初首先面對的課題就是除污，包括移除表層覆土，清洗樹木與設施，確保達到可居住的程度。在市民陸續進駐也生活一段時日，1995 年烏克蘭政府與 G7 國家與歐盟簽署備忘錄，同意關閉車諾比電廠。2000 年車諾比電廠正式關閉，約有 1,500 位鎮民遷出 Slavutych，但留下來的居民建立共識，決定復興地方社區，在官民合作

下，訂定特別經濟計畫，創造高過 1,000 個工作機會，包括先進工技的開發，也建立一套機制，挹注中小型公司，創建新的公司，促進產業活動，不僅增加當地的就業，甚至也可提供其他烏克蘭地區民眾的就業機會。該鎮目前約有 25,000 居民，致力脫離對車諾比電廠的依賴，直到目前，來自車諾比電廠的稅收已低於該鎮預算的一半。在復興過程中，社會結構的發展與改善向來是重點，除了初級教育外，也設置高中與大學，除滿足鎮民的教育需求外，也提昇他們的競爭力。Udovychenko 市長最後表示，以車諾比與福島此等事故而言，無法單靠一國家就能處理，必須透過整體合作才能克服，必須學習地球村的概念，共同解決問題。

(2) 日本福島縣双葉郡川内村村長遠藤雄幸先生以「Initiatives of Kawauchi Village for the Return of its Residents, and Issues」為題，說明因福島事故撤離的居民返鄉時所遭遇的問題。川内村位於福島核一廠所在的雙葉郡內，如圖 9，震災前人口為 3,028 人。2012 年 1 月 31 日日本政府宣布開始進行返鄉計畫，原則上採自願方式，但宣告後鄉民返家的人數雖然有逐漸增加，但相當緩慢，三年後才約有一半的人返家，統計顯示 50 歲以上的居民約有 64% 比例返家，50 歲以下則只有近 32%，表示仍有不少的困難需要面對，而重建之路也非將村子回復成事故前的樣貌那麼簡單。日本的返鄉/重建之基本政策原則為自我選擇、判斷與自主獨立，但在公部門層次仍有許多特殊活動需要處理，包括除污、發展就業機會、健康管理、教育環境、固有產業恢復、日常基礎建設、災損補償等。根據 2012 年 2 月的調查，居民不願



圖 9. 川内村位置示意圖

意返家的原因裡，比例最高的是害怕輻射效應(~20%)，其次是對醫療照顧與生活環境的不確定、沒有工作等，而返家與不返家的意見隨著時間兩極化越趨明顯。遠藤村長表示如何恢復村民的尊嚴、找到繼續於村內生活下去的議題是亟待面對的問題；補償雖然重要，但讓村民不至於喪失慾望更為重要。政府應該進行短期且密集的投資，讓社區重生的準備更具說服力，避免讓返不返家的分裂繼續在村民之間產生衝突。

(3) 福島商工會議所顧問瀨谷俊雄先生接著以福島再生-痛苦的決策為主題，闡述他個人的看法。首先針對除污作業，他一直強烈質疑除污的標準設定在嚴格的每年 1mSv 是相當不智的政治決定，因為此對於為重建而努力的民眾來說，就像是綁住他們的雙手一樣，例如此會使必須清除的表層覆土量大增，若再考慮這些廢土貯存的場所，工作難度變得很高，福島地區廣大的林木植被又該如何處理？他建議政府應該將標準提高到 5 或 10 mSv，這與國際標準比較一致，實際經驗也顯示健康效應影響也很輕微。對於返家意願比例較高的年老民眾而言，不確定性太高讓此族群甚感挫折，覺得歸鄉之路遙遙無期。另一方面，如果返家的人數無法達到一定數量，也不利於當地基礎設施如行政機構、教育單位、醫院、商店等的恢復，而無法正常生活。瀨谷先生認為現在再來質問福島事故應歸咎於天災或人禍並不是很好的問題，重點應放在如何減緩此類天災與核子事故的後果。他認為除非大家不需使用大量的電力，否則將來仍有必要與核能共存。東京奧運的舉辦，表示日本還需要更多的電，他也跟福島的農民聊起，冬天眾草莓、夏天栽種花卉，也都需要用電，如果只仰賴化石能源，能源價格就會上揚，影響巨大，因此他主張應該重啟核電。

(4) 福島大學行政政策學系丹波史紀教授以「The Formation of Local Communities in the Development of Living Bases for Long-term Evacuees」為題，表達他的綜合看法。丹波先生表示日本東太平洋地震與福島核一廠事故為複合災害，受害地區廣，撤離民眾多且時間長，造成家庭與社區的分離，此告訴我們巨災不僅剝奪了民眾的生活家庭，也摧毀地區的基礎設施與社區，造成當地民眾感到尊嚴與地位的喪失。他指出以受影響的岩手、宮城與福島縣為例，災害後續效應造成的間接死亡人數從 2012 年 3 月的 1,632 人，上升 2013 年 12 月的 2,911 人；其中福島縣的後續死亡人數甚至已超過事故直接死亡人數，主要來自撤離所造成的身心負荷與醫療照顧不足。目前日本政府正在檢討撤離區的歸類，主要分成三類，詳圖 10：

- 預期居民長期難以返鄉的區域(超過 50msv 每年)：5 年以上方可能進門檻；

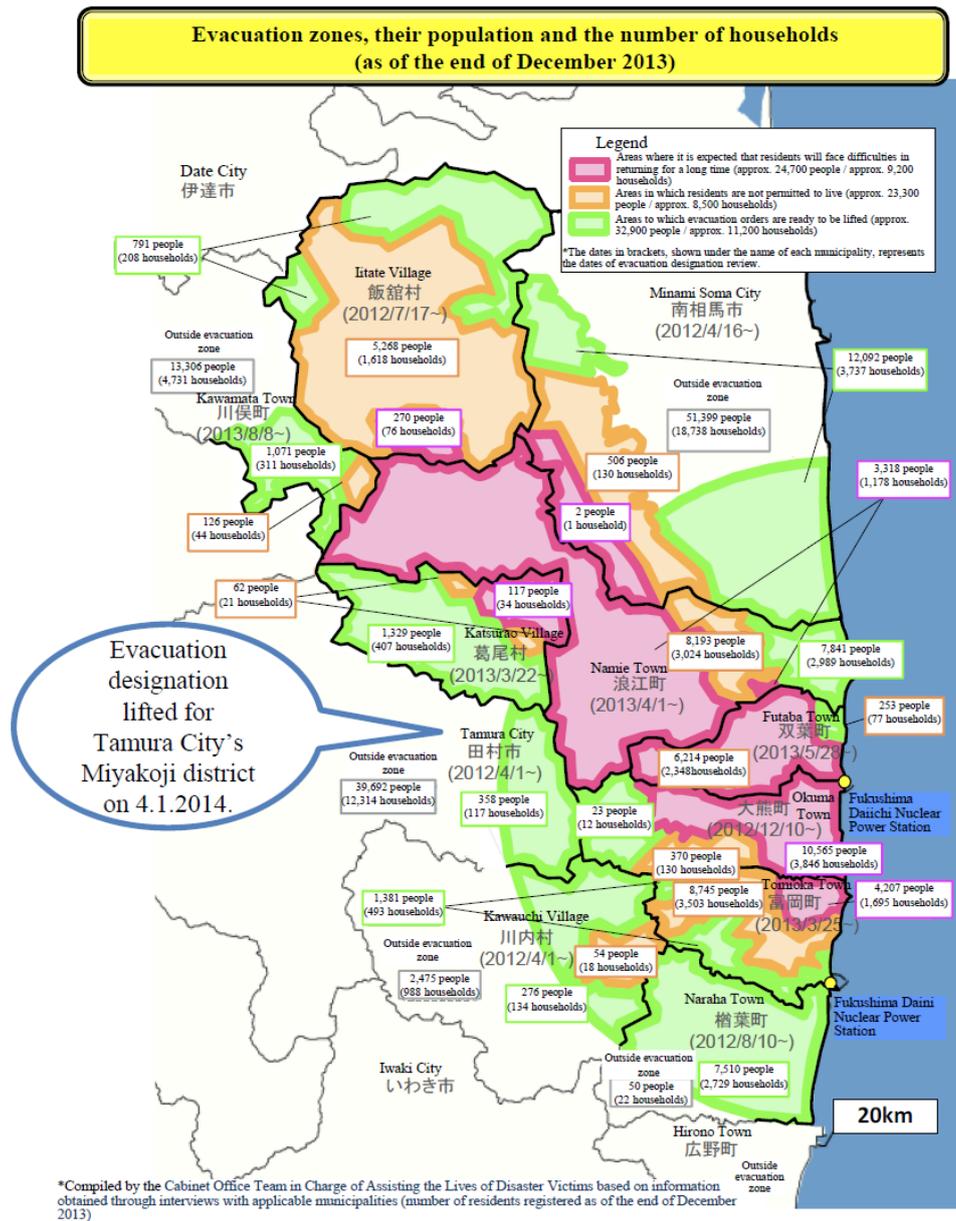


圖 10. 日本撤離區類別

- 居民尚不容許居住的區域(20-50mSv 每年)：預期數年內方能進 20mSv 門檻的區域，居民可以短暫返家，除污後可以回家居住；
- 撤離命令準備撤銷的區域(20mSv 每年以下)：回復基礎設施與就業措施進行中，完成後即可返家。

丹波教授指出重建最大的障礙來自於基礎設施重建的時程表不明確與延宕，他認為無論是擁核或反核，都應該了解受事故影響之民眾的痛苦，中央政府與地方政府、設備製造廠家與電力公司都應該記取事故的教訓，要知道一旦事故發生，往往就會有無法逆轉的後果。長期撤離的民眾，尤其是男性，往往必須離開原有的家庭，

以繼續工作並維持家庭需求，而使家人必須分隔多地，因此對這些家庭所提供的協助應超越既有的災難紓困法的範圍，並應讓這些民眾參與其長期生活基地的建設過程。重建過程不僅僅是提供居住而已，也包括工作、教育、福利與社區等需求，有時候也必須仰賴多個區域的合作。丹波認為長期撤離之民眾生活的重建應有四項基本原則：

- 無論撤離者是否要回歸原來的社區，其生活的重建都應給予最高優先；
- 回歸居民若有特別的努力與作為者，應有回饋獎勵；
- 目前選擇不回歸的住民也應有公平對待；
- 確立長期撤離住民的公民權。

(5) 福島廣播電台 **Radio Fukushima** 編成局專任局長大和田先生接著發表評論，表示他是以個人身分與會，非代表電台媒體，想說明目前福島當地的處境。他表示福島民眾對於日本內閣在福島事故後的表現是相當不滿的，例如首相搭著直升機從空中看著民眾像螞蟻一樣的逃難，卻屢次廣播無立即危害卻毫無立即作為的表現，又如「緊急環境輻射劑量預估系統」**SPEEDI** 的失靈，民眾無從得知輻射擴散的方向等。他表示撤離的民眾住在臨時的組合屋以超過二年，每天過著隱私權降低的生活，如何讓民眾能早日回家或正常永久安置，應該是最重要的工作。大和先生以感性的口吻描述民眾在海嘯襲擊後，急著想找尋失蹤的親人，卻因為撤離命令而無法進行，成為許多民眾心中永遠的痛。很多人在三年後的今天，仍然抱持著一絲希望。他表示曾經有機會訪問超過 2,000 位當地的高中生，問他們的夢想為何？有些男生想成為自衛隊員或警察，女生常想成為護士、女警或服務人員，卻只有一位想成為政治人士。由此可見在民眾心目中，福島重建過程裡民眾感受不到政治人物有何貢獻，這是值得所有政治從業人員的正視與反思，應如何了解民眾的真正需求。有位高中女畢業生表示她不想怪罪大自然的災害，但人類的進步科技如核能電廠，卻讓她在此次災難中失去家園與學校，她也期許能夠往前看，展開更開闊的未來，而不是耽溺在責難之中。大和先生最後邀請在場來賓去福島看看，感受一下當地的現況，將有助於福島的重建。

三、心得

此次國外公差參加第 2 屆東亞核能論壇與第 47 屆 JAIF 年會之心得分述如下：

(一)東亞核能國家發展現況：此次參加東亞核能論壇的四個國家裡，可以明顯看出在福島事故的三年後，韓國與中國大陸仍逐漸恢復積極發展核能。韓國進軍國際核能市場的企圖心甚為旺盛，結合國內核電公司與重機工業的力量，並已在阿拉伯聯合大公國取得先機；中國大陸雖然在福島事故發生後短暫延緩內陸的核電興建，但近年來霾害嚴重，已成為其經濟與生存根本問題，因此也早已回復核電興建，只見其新機組一部一部按照既定時程如期投入商轉，而大陸之核能產業的量能強大，也有積極拓展海外市場之企圖。反觀日本與我國，核能發展受到很大的反挫。日本於福島事故後幾乎處於停核狀態，但面對貿易赤字與產業競爭力問題，已是成熟已開發國家，雖然民間反核聲浪未歇，現在執政的自民黨仍毅然於新的能源基本方針裡宣示將開始重啟核電，可以斷言核電恢復運轉只是早晚的事情。我國近來則因為核四公投與封存議題，核能發展再度陷入膠著，但我國能源結構與日本相似，若還是停滯不前，已可預知國人將眼睜睜看著自己步上日本的後塵，到了不得不的階段才會思考到核電的重要性。然我國畢竟非日本一樣的已開發國家，能源為經濟發展之重要命脈，能否承受這樣的後果，值得深思。

(二)日本深層文化下的核能事故特性：日本國民的「安心」與「注重細節」文化造就其核電營運的不同樣貌。日本核電廠不像美國或我國一樣，追求核電經營效率，但對於核電廠大修與維修作業的落實執行非常嚴格，大修期長往往長達 3 個月以上，設備的失效率的確也表現良好。但如同雙面刃，這樣的文化也使得日本核電人員習慣了「符合法規標準即為安全」的想法，忽略超越設計基準事件的可能性，也忽略風險管理與嚴重事故處理等的落實。美國核能產業推行風險告知管制以久，雖然設計基準與運轉規範是重要的安全基礎，但其核能法規裡也有如「預期暫態未急停」、「廠區全黑」等屬於超越設計基準要求的規範；加上強調運轉事件的經驗回饋，911 事件後的檢討也催生了廠區大規模破壞與長時間喪失外電情境的因應措施，這些措施只要有一件於日本落實，也許即可避免福島事故發生。此外，也許是「安心」原則驅動，也許是政治考量，日本在事故撤離與災區重建過程裡，均以從嚴認定的方式訂定輻射劑量可接受門檻，與北歐國家在車諾比事故後提高食物輻射量可容許標準的作法大相逕庭，除引起是否出現不必要撤離的議論之外，也使重建工作出現可能不是很必要的難度。

(三) 福島事故判定為人為誤失的討論：福島事故經日本與國際相關單位的檢討，大多認定是人為誤失所造成，這樣的想法也許刻意抑低天然災害在此次事故所扮演的角色，而將人為與組織因素的影響放大，其中或許隱含著一種思考脈絡，亦即天災無法避免，但天災引起核子事故是可以避免，因為是人為誤失所導致。從此次會議的觀察，日本核能產業界過去儘管也有安全度評估(PRA)的研究，但現在願意開始回頭強化 PRA 應用與風險管理，相信是正確的方向。

(四) 風險溝通。從前述 Grimston 教授有趣的簡報，點出了自以為理性的核能相關從業人員與民眾溝通時，卻常有不理性話語出現的通病，反而是被視為不理性的民眾會從理性思考的角度得到反向的結論。民眾對於核能風險的認知，主要來自於刻板印象、成見、輿論看法之依附、個人好惡、甚至情緒等主觀綜合認定，也就是所謂的風險知覺(Risk Perception)。風險知覺不見得符合事實或客觀數據，也常與專業的風險評估結論背道而馳，但卻是大部分民眾決定爭議性選擇時的主要依據。核四廠在興建過程遭遇到不少的政治干擾，斷斷續續的施工過程與履約爭議，媒體的負面報導與政治人物的推波助瀾，已牢牢地在民眾心中貼上了恐懼標籤，再加上福島事故的發生，在最近幾次民意調查結果顯示，我國民眾反核的比例甚至比福島事故發生的日本還高，在這樣的背景之下，良好的風險溝通幾乎已是不可能的任務。此方面或可以英國能源政策制定過程為師，圖 11 為英國能源政策制定過程歷年的民調結果，顯示政府不僅成功說服民眾，逆轉核能政策，也通過福島事故的考驗。我國政府或可扣緊氣候變遷與

To what extent would you support or oppose the building of new nuclear power stations in Britain TO REPLACE those which are being phased out over the next few years? This would ensure the same proportion of nuclear energy is retained.



Source: IPSOS MORI 2012 – green support, red oppose 綠：支持，紅：反對

圖 11. 英國歷年核能民調趨勢圖

能源安全兩大主題，公開公正的進行公眾諮詢與各項討論，長期有系統有方向地鋪陳政策制定的路徑，透過民主程序決定能源政策。惟今之計，我國政府唯有以更開放的態度攤開各種能源選項的優缺點，以更透明的方式呈現核安管制的作為，並以一般大眾為對象，妥適利用公共電視或其他公共場域，多多舉辦與特定的反核團體或政治組織的公開座談或辯論，期能扭轉頹勢，並以更堅定負責的態度，主導核能政策與作為。

(五) 福島重建的困難。從車諾比與福島事故的後續效應來看，核子事故下的撤離行動容易有兩難之處境，一為事情緊急必須儘速做成撤離決策，另一方基於撤離本身也可能直接就造成撤離民眾處於更高風險狀態(交通、醫療、心理壓力)而應審慎為之。國際輻射防護委員會(ICRP)於 2007 年出版的 ICRP103 已將緊急暴露標準訂為區間型的 20~100 mSv，日本採取的是較嚴格下限的 20 mSv。根據前述福島大學丹波教授的資料，事故三年後的統計，撤離民眾因與災害無直接相關的死亡人數已達 2,911 人，其中以 60 歲以上的高齡族群佔最大多數，主要原因與撤離期間與撤離後於避難中心的生活所造成的生理與心理負擔有關。雖然目前找不到相關研究驗證若撤離標準設定在高限值 100mSv 的預期結果會是如何，但已可看出撤離行動所帶來的負面效應顯著，福島幾乎是重蹈車諾比事故的覆轍。撤離本身不只是剝奪居所而已，連帶也拔除人的社會生活、工作、人際脈絡與隱私權，更影響未來重建的困難度。此外，所謂的「風評受害」也是重建困難的原因，因為不正確、經意或不經意被誤導的輻射觀念，福島原有居民大多與農、牧、林等有關的主業，這些行業在恢復時所面臨的困境更是難上加難，居民也承受外界人士許多誤解的看法，這些都是撤離行動本身該嚴肅面對的決策因素。

(六) 國內核能產業推動的思考。除了美、法、日等既有的核能設備供應大國之外，對於產業已有一定規模與基礎建設的新興核能國家如中國大陸、韓國、俄羅斯等而言，拓展海外新興核能市場是繼續發展的必經之路，這些國家的業者在拓展海外市場時都需要政府的支持，最常見的方式是政府出面，透過政經外交之合作，確保核能業者未來能從電費收益取得一定比例的獲利，並降低投資興建過程的不確定性。相較之下，我國並非核電設備供應國，核電規模不大，若要推動核能產業，目前看來最具潛力的部分應在於核電營運與維修技術，主要因為我國的核電營運績效良好，在國際排名有相當好的實績，或許可吸引一些市場的注意。另一方面，或也可考慮切入中國大陸的核能產業鏈，結合兩岸互補合作的優勢，爭取海外核能市場。

四、建議事項

(一)訂定科學務實的緊急應變標準，妥適準備作業準則

記取車諾比與福島事故過程中不必要撤離所引起的負面效應與爭議，國內管制單位可及早檢討現有的緊急應變計畫的撤離標準，除參考國際標準組織的建議外，也應綜合國際間新近的研究趨勢，並針對我國核電廠廠址特定的地理環境，考量透過公開透明的討論取得一致的專業共識，重新訂定更為務實的干預行動劑量標準。一旦發生核能緊急事故而需進行必要撤離準備時，可避免政治干擾，明快而確實地執行最能減低民眾傷害的防護措施。

(二)多舉辦公共諮商或公共論壇，完善核能風險溝通

基於核四廠與核能對於我國經濟發展與環境安全有重要影響，政府其實可以更積極建立公共溝通平台，讓贊成與反對雙方可以對話，並開放參加或公開轉播。其實公共溝通的目的不在於讓兩造盡各種努力去說服另一方，而是要透過這樣的過程，將雙方的論證與事實證據呈現，讓旁觀的廣大民眾自行判斷與擇取其願意相信的部份，藉以讓公共決策過程做到資訊完整流通的程度，也讓決策的根據更加清楚，避免在激情或不理性之下匆促做成不成熟的決定。

(三)培養涉日核能人力

台日核安交流已持續多年，都能達到充分的溝通，彼此也獲得相當豐碩的增長經驗。尤其在福島事故之後，日本政府與核能產業所推行的各項核安強化措施與作法，更值得我國借鏡，而以日本核能產業的規模，也是我國未來若要推動核能產業可以仿效或合作的對象。過去我國核能從業人員與日本交流，借助於若干熟悉日本產業或文化且日語流利的資深專家甚多，而目前這些專家都已逐漸屆滿退休。為延續台日雙方建立不易的長久交流情誼，有必要透過國際合作與交流場合，積極培養可以接棒傳承此一情誼的公部門或學術界人員。

五、參考資料

(一)第 2 屆東亞核能論壇資料，存核能研究所核子工程組。

(二)第 47 屆 JAIF 年會簡報資料，存核能研究所核子工程組。(光碟：污染水的解決與探討
&英國新規原子力計畫)