

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書  
(出國類別：其他)

赴日本出席  
第 47 屆原子力產業協會 (JAIF) 年會  
及第 2 屆東亞核能論壇  
出國報告

服務機關：行政院原子能委員會

姓名職稱：曹松楠科長、周宗源技正

派赴國家：日本

出國期間：103 年 4 月 13 日至 103 年 4 月 17 日

報告日期：103 年 6 月 12 日



## 摘要

日本原子力產業協會(JAIF: Japan Atomic Industrial Forum, Inc.)為日本全國民間核能相關之綜合團體，原於每年四月間均會舉行為期約一週之年度大會，雖然於2011年日本福島事故發生後會期有所縮短(2日)，但除日本外，美國、歐洲等核能先進國家均仍會派員參加，因此仍然是世界上主要的核能年度盛會。我國也是JAIF的國際會員之一，歷年的JAIF定期年會，我國均會派員出席與會，除增進我國與世界各主要核電國家之合作交流與專業人士聯繫管道之建立外，也有助於蒐集國際核能發電科技的最新發展資訊與趨勢，對我國核能安全管制與應變整備規劃提供重要的參考及助益。本年度之JAIF年會於日本東京舉行，以「重建公眾對核能的信賴-核能業界的決心」為年會之主題，我國亦如往例由原子能委員會派員參加。此次年會有31個國家或地區及3個國際機構與來自日本國內各官方與民間機構組織之學者專家約760人與會，針對「重建公眾對核能的信心」、「2050的核能」及「福島重建」等議題進行討論。此外因JAIF於本次年會前，另再召開東亞核能論壇因此亦順道參與此一論壇，了解東亞核能產業之現況情形。

關鍵詞：日本原子力產業協會、東亞核能論壇、福島重建、公眾溝通



# 目 次

## 摘要

壹、目的 .....	01
貳、行程 .....	02
參、工作紀要 .....	03
肆、心得與建議 .....	32



## 壹、目的

日本原子力產業會議 (JAIF: Japan Atomic Industrial Forum, Inc.) 為一社團法人，為日本全國民間核能相關之綜合團體。每年四月間均會固定舉行年度大會，除日本以外，美國、歐洲等核能先進國家及我國多年來均派員參加，為國際核能業界重要之會議，參加者包括各國政府核能管制單位、大學、研究機構、電力公司、製造廠家、顧問公司的學者專家等，會議內容包括核能工業各種專業領域及當時民眾所關切的議題。參加此會議除可促進我國與世界各主要核電國家之合作交流以外，也可蒐集到最新核電資訊，作為我國核能安全管制與應變整備規劃的重要參考。

本年度之 JAIF 年會(47 屆)於 4 月 15~16 日於日本東京舉行，以「重建公眾對核能的信賴-核能業界的決心」為年會之主題，針對「重建公眾對核能的信心」、「2050 的核能」及「福島重建」等議題進行討論。我國亦如往例由原子能委員會派員參加。此次年會有 31 個國家或地區及 3 個國際機構與來自日本國內各官方與民間機構組織之學者專家約 760 人與會，足見本項會議受到國際核能界之重視，可說是世界上各主要核能國家與國際核能組織的年度盛會，而不能僅以日本國內單一核能組織之年會視之。

東亞核能論壇之成立，主要肇始於日本 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，期望經由定期性的論壇舉行，促進雙邊間產業界的參訪，以及資訊與技術的交流。為了提高成效，去年開始舉辦此一由各國家共同與會的論壇，以提供各國參與交流的場合，目前主要的論壇成員為日本 JAIF、韓國原子力產業協會 (Korea Atomic Industrial Forum, KAIF)、我國的台灣核能級產業發展協會(Taiwan Nuclear Grade Industry Association, TNA) 與大陸的中國核能行業協會(China Nuclear Energy Association, CENA)。由於日本 JAIF 本屆年會前亦另再召開第 2 屆之東亞核能論壇，為更進一步了解東亞核能國家的產業界現況，因此順道再參加此一論壇。

## 貳、行程

本次公差行程自民國 103 年 4 月 13 日起至 103 年 4 月 17 日止，共計 5 日。其間分別參加第 2 屆東亞核能論壇及第 47 屆日本原子力產業協會年會。行程概要如下表：

日期	地點	工作內容
4/13(日)	台北－日本東京	去程
4/14(一)	東京	出席第 2 屆東亞核能論壇
4/15(二)	東京	出席第 47 屆原子力產業協會 (JAIF) 年會
4/16(三)	東京	出席第 47 屆原子力產業協會 (JAIF) 年會
4/17(四)	日本東京－台北	返程



## 參、工作紀要

### 一、出席第 2 屆東亞核能論壇

第 2 屆東亞核能論壇仍由日本原子力產業協會(JAIF)主辦，於 4 月 14 日下午在日本東京國際論壇中心(Tokyo International Forum)舉行，出席會議計有我國代表團 9 名，韓國代表團 6 名，日本各核能相關單位 38 人，另有以觀察者身份出席會議的中國核能行業協會(CENA)代表 1 人。以下謹就會議的內容擇要摘述如后：

#### 開幕致詞：日本原子力產業協會服部 拓也(Takuya Hattori)理事長

日本原子力產業協會服部 拓也(Takuya Hattori)(圖 1)理事長指出福島第一核電廠事故，影響了各國核能政策且進一步要求強化核能電廠設備與應變計畫，因此核能安全問題絕對不是日本國內問題，已然成為全球性的問題。目前正積極發展核能發電之東亞地區，預測將成為世界上核能發電成長的中心，因此東亞地區的核能產業今後必須密切交換資訊與交流，根據福島事故之經驗相互學習，並採取相關安全提升之行動。鄰近的東亞夥伴們齊聚一堂，互相的交換意見是非常有意義的一件事，這屆論壇的主題是「最新的能源趨勢與核電議題的溝通宣傳作為」，希望就福島事故後各國的核能政策及輿論狀況提出說明及討論，以做為日後行動策略制定時的參考。



圖 1 日本原子力產業協會服部 拓也理事長

此外韓國原子力產業協會(Korea Atomic Industrial Forum, KAIF) Kye-Hong Min 副會長亦表示能夠參加本次論壇，與台灣、中國大陸、日本的伙伴共同討論是非常開心的一件事，本次論壇所提出的主題非常適切，今後有必要持續的舉辦，因此爭

取 2015 年的第三屆東亞核能論壇能在韓國舉辦，而且 2015 年也是韓國原子力產業協會 30 週年的里程碑，因此韓方將積極而盛大的進行籌備此一盛會。

### 議題一：能源與核能的最新動向 (The latest trend in the field of energy & nuclear)

#### A. 日本能源的未來 - 處於十字路口的核能與能源政策 (Japan's Energy Future - Nuclear power and the energy policy at a crossroad -)

本議題由日本能源經濟研究所村上 朋子(Tomoko Murakami)小姐報告，她指出今年 4 月 11 日日本政府內閣制訂「能源基本計畫」(詳如圖 2)，其中仍將核能定位為供電的基載電力，而且撤銷前政權階段性廢止核能的目標，但並未訂定明確的佔比，至於再生能源所佔比例也未訂定明確的比例，僅說明將會超出以往的比例(目標)。此外也指出核能為具高經濟效益 (Economic Efficiency)、高能源供應穩定度 (Energy Security)，以及高度環境競爭力 (Environmental Compatibility)的能源，因此日本核能發電須在安全的基礎上，保留一定比例的核電，以降低石化燃料的使用，並滿足日本經濟的持續發展以及舒緩溫室效應的國際責任。

福島第一核電廠事故後，業者就立即採取緊急安全措施，同時實施壓力測試，所有核能發電廠陸續停止運轉實施檢查。2012 年夏天由於電力供給吃緊，在確認大飯電廠 3、4 號機組安全無虞後，雖然重新啟動，但於 2013 年 9 月也再次停止運轉。

原子力規制委員會(Nuclear Regulation Authority, NRA)於 2012 年 9 月成立，並於 2013 年 7 月實施新管制基準，目前有 10 個電廠 17 座機組已申請新基準的符合性審查。新基準主要是針對嚴重事故升級改進與地震海嘯對策為主，除此之外，還針對幾個核能電廠廠內的斷層進行持續性的調查。原子力規制委員會雖然於今年 3 月決定優先審查川內核能電廠 1、2 號機組的重啟審查，但在召開了 2 百多場的審查會後，目前依然不知何時會提出「安全審查評估報告」，因此川內核能發電廠何時會重新啟動也尚不知道。雖然已經有 17 座機組已申請重新啟動運轉，但似乎原子力規制委員會本身也不急於重新啟動核電廠，且未來會如何尚不知道。

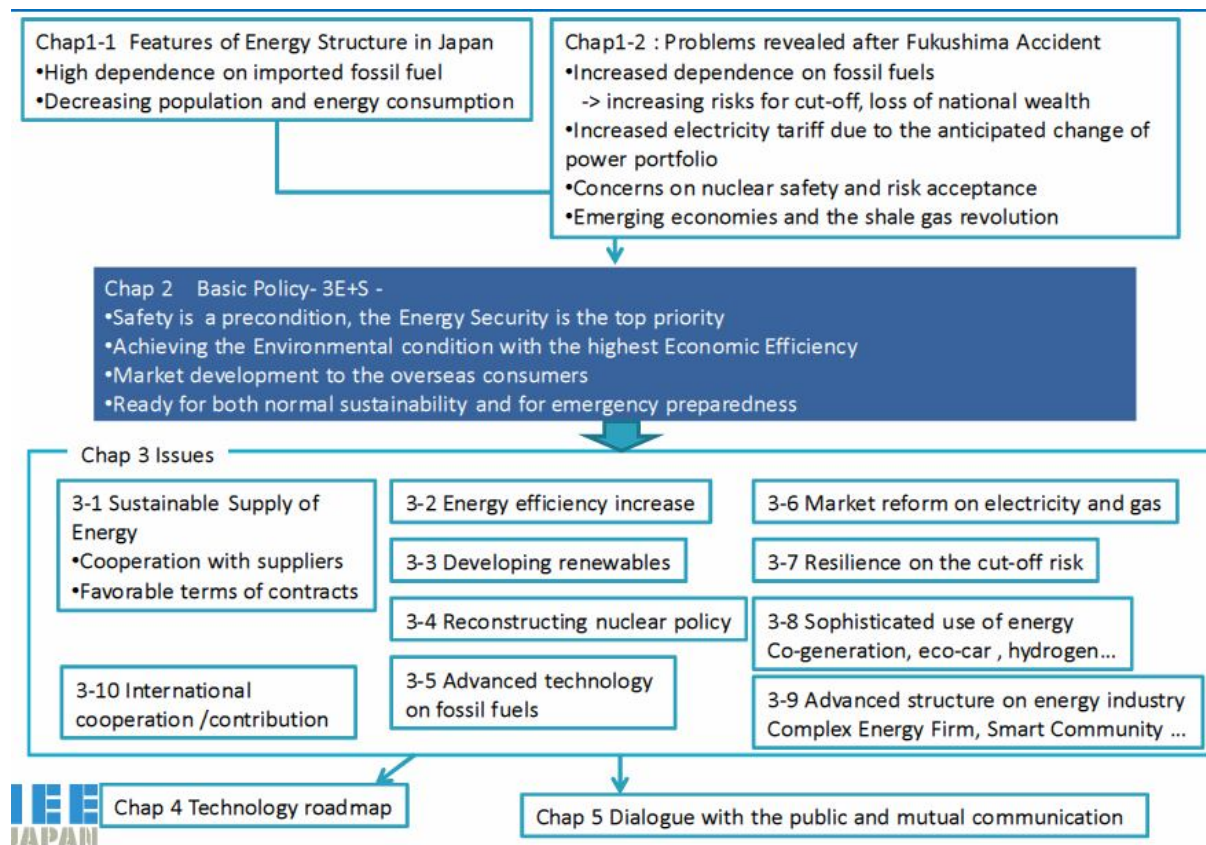


圖 2 日本新能源基本計畫內容大綱

日本是個能源資源貧乏，特別需要仰賴能源進口的國家，1970 年代的石油危機以來，推動了能源的多樣化，除此之外，國際間對 CO<sub>2</sub> 減少釋放之要求，也使得不排放 CO<sub>2</sub> 的核能更顯出其重要性。雖然再生能源的成本正逐漸減少，但核能在福島事故後，依然保持著成本的競爭力。日本電力公司的平均發電成本，從各個電力公司財務報表得知從 2010 年每度電 8.6 円，上升至 2012 年 13.6 円，因此可得知核能作為國家穩定供給的能源，對於日本的能源安全與經濟成長有重要的貢獻。替代停止運轉核電廠的火力發電需要大量進口化石燃料，對日本經濟產生不良影響，換言之，就是帶來歷史上的貿易赤字主要原因。日本截至目前為止在福島事故前都是貿易順差，但 2011 及 2012 年各別出現 4.4 兆円及 8.2 兆円の赤字。

基於上述狀況，日本政府必須持續的採取事故發生前的核能國際拓展政策，且運用日本福島事故的經驗與教訓，貢獻於核能安全等原子能合作更是日本的責任。

## B. 韓國核能發電的現況與未來(Present and Future of Korean Nuclear Power)

由韓國水力及核能公司 Ha-Hwang Jung 部長報告，韓國在地理位置上屬能源孤島，能源輸入的進口仰賴度高達 96.5%。韓國核能發電的歷史，自 1971 年古里(Kori)

核電廠 1 號機組(58.7 萬 kW)開始，從美國西屋公司，以統包契約方式進口，1978 年開始運作，至 2013 年年底運轉中的核能電廠共 23 部機組，核能裝機容量為 20,716 MWe (24.1%)，發電量為 138,800 GWh (29.8%)，另有 5 部建造中的核能機組(660 萬 KW)，計畫中電廠有 6 部機組(840 萬 KW)。核能電廠設立於古里(Kori)、月城(Wolsung)、Hanul 與 Hanbit 等 4 個廠區，最近又選出了 Samcheok 及 Yeongdeok 2 個新的核能電廠廠址，詳如圖 3。

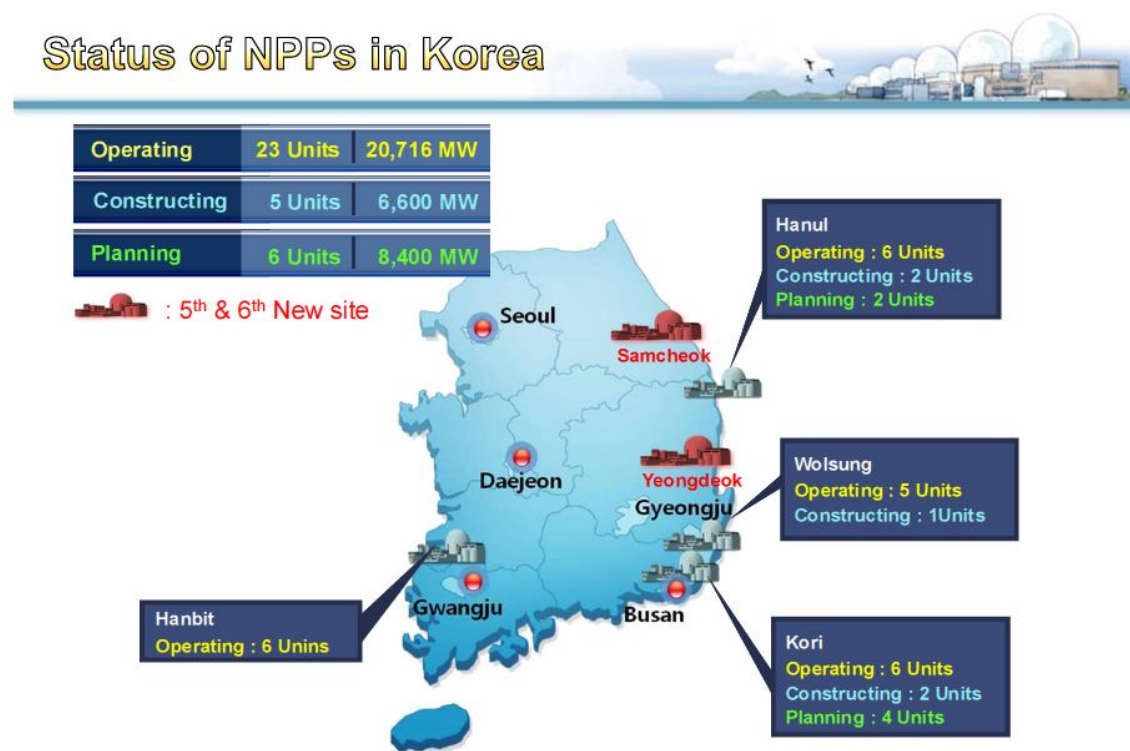


圖 3 韓國核能機組現況

韓國核能技術的發展，1970 年代仰賴海外技術（統包方式），1980 年代進行技術儲備（非統包方式），1990 年代開始技術自立（OPR1000 開發），2000 年代開始技術逐漸建立（APR-1400 開發），至 2010 年代時已完全技術自立（APR+開發）。目前也再建構核能專案的供應鏈，包含 NPP 專案管理，AE+NSSS 設計、設備供給、建設、維護、保養、核燃料供給、R&P 等。韓國於 2009 年 12 月成功的輸出 4 座 APR-1400 機組給阿拉伯聯合大公國，並於 2011 年 3 月開始建造。目前有 500 人在當地執行監造作業，未來運轉時更會有 1500 人派遣至當地，預計於 2017 年 5 月 1 號機可以商業運轉。

韓國目前在東南海岸的慶州建置中低階廢棄物貯存中心，預計 2014 年 6 月完成第一期建置，容量為 10 萬桶，最後完成建置可達 80 萬桶(罐)，第一期是採用地下 80

米深度的獨倉式 (underground silo) 方式儲放。核電廠用過核燃料目前仍採濕式方式儲存，乾式儲存的設計正進行中。南韓政府負責用過核燃料的儲存責任，韓國原子力委員會自 1988 年以來，對於使用過核燃料中期貯存設施的建置計畫開了數次檢討與推展會議，但由於反對運動而完全沒有進展，2013 年 10 月原子力委員會設立「輿論委員會」，並已展開民眾意見調查與參與溝通的行動，執行分下列 3 階段：

第一階段（至 2014 年 2 月）準備期間：行動計畫製作。

第二階段（至 2014 年 10 月）實施機關：現狀掌握、宣傳與管理選項的編製。

第三階段（至 2014 年 12 月）建議期間：管理選項的綜合回顧、提出建議報告。

韓國產業通商資源部於 2014 年 1 月發表第 2 次國家能源基本計畫，主要的重點是以能源多角化為目標、確保能源安全、減少天然氣使用與造成地球暖化，並保持產業競爭力。2035 年核能發電佔 29%，再生能源目標為 11%。依第 6 次電力供需基本計畫，2035 年發電設備容量為 1 億 4700 萬 KW，核能發電佔 29%即 4300 萬 KW，對於韓國的未來，核能是一個經濟與安全的能源。

### C. 台灣的能源及核能現況(The Latest Trend of Energy & Nuclear in Taiwan)

由我國核能級產業協會副會長王立華博士報告，說明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增加，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，既有核電機組將可能出現除役與延役並存的詭異現象，而陸上風力發電機的設置也已遭遇到民眾抗爭，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。

### 議題二：核電議題的溝通宣傳作為

A. 韓國提供民眾瞭解核能的計畫 - 社群網路(SNS)的運用(Konepa' s Program for improving Public Understanding on Nuclear Energy-Focusing on Social Networking Services(SNS))



由韓國原子力推進機構(Korea Nuclear Energy Promotion Agency, KONEPA)Ki-Bo Sim 宣傳部長報告：韓國的網路普及，5000 萬人口就有 4000 萬人使用網路。因此，韓國原子力推進機構目前已利用網路來增強宣傳，網路當中特別是 SNS 與現有的大眾媒體相當不同，它具有雙方向的特徵，個人可使用訊息功能，將自己喜歡的資訊散播開來，韓國目前以 NAVER 部落格為主力，連鎖牽動 Facebook 及 Twitter 的案子也非常多。但來路不明的引用或者模稜兩可圖像被使用的案例也特別多，例如以巨型蚯蚓、雙頭烏龜作為輻射影響的實例也常出現，但這些資訊實際上都與事實有很大的差異。

韓國 KONEPA 目前配置 9 名人員作為 SNS 的專業團隊，並以 Energy Talk 該部落格為主力，展開宣傳行動。Energy Talk 開設已邁入第 6 年，現在每天的瀏覽次數約 1800 次，已累積至 310 萬人瀏覽，除了會牽動 Facebook 及 Twitter 之外，也會在 YouTube 上公開相關資訊，目前也針對青少年開發智慧型手機遊戲。Energy Talk 的總頁數有 3388 頁，裡面包含各式各樣的資訊，目前正在針對瀏覽部份作些改進。

#### B. 福島事故後的信心回復(Public Confidence Retrieval after Fukushima Accident)

由我國台電公司緊執會張繼聖執秘報告，以台電公司近三年來在提昇核電廠因應超過設計基準事件能力上的努力為主題，說明台灣核電廠安全提昇的現況。同時說明福島事故之後，台電公司為回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，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連接這些救援設備。台電公司配合政府，進行多項回復民眾信心的工作，包括回應民眾訴求、資訊分享、辦理公共論壇、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，但回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。

#### C. 核能議題的輿論趨勢及推動民眾瞭解的活動(Trend of Public Opinions on Nuclear Energy and Campaign for Boosting Public Understanding)

由日本電氣事業連合會(The Federation of Electric Power Companies) 森田浩司(Kouji Morita)宣傳部部長報告，日本民意調查顯示，目前日本對於核電的必要

性已由 2010 年的 78% 掉落至 2013 年的 28%。主要原因選項(可複選)包括：福島核災事故(86.5%)、環境輻射污染(67.2%)、輻射曝露(66.3%)、污染廢棄物的處置(65.6%)及複合式天然災害的衝擊 (60.3%)。

電氣事業連合會目前正在針對日本全國實施民眾溝通事務與行動，包括：每月由電氣聯合會總裁在例行記者會上發表日本電力事業現況並說明進行中的重要議題、實施新聞發布並回應民眾意見、設立網站以傳遞重要訊息以及能引動民眾興趣的資訊、提供民眾簡冊、介紹電氣事業現況以及包含核電基礎知識的訊息、實施民眾家戶訪視，以獲知並回應民眾的心聲。地方性的民眾溝通作為則由各電力公司負責推動，包括：提供夾報單張文件，說明核能安全的設計與營運狀況，或藉由地方人士報導與地方相關的事務、參加由地方政府所舉辦的會議，藉以宣導核電事務、邀請民眾參訪核電廠，實地說明核能安全設計、組織民眾監督小組，由電廠周圍民眾組團協助了解民眾意見。例如以中部電力為例，2012 年度就有 4 萬 3000 人參加網站導覽，濱岡的核能展示館有 27 萬人蒞臨。

#### D. 中國核能發電最新動向

本次會議以觀察者身份出席會議之中國核能行業協會(China Nuclear Energy Association, CENA)代表雷梅芳女士說明，福島事故後，中國大陸持續積極的開展核能發電，2012 年 6 月國家核能安全局根據福島事故制訂出新基準，目前已制定出洪水、可移動式電源等 8 項新對策，向世界上新的安全基準看齊，除此之外，2013 年中國的國家發展改革委員會針對核能發電的建設，已設定基準電力價格為 0.43 元(人民幣)/kWh，透過此設定，核能發電的投資者、運轉者將更重視核能發電的經濟性，而加速在核能發電的投資。

目前中國大陸有 18 座機組正在運轉，30 座機組正在興建中。2013 的核能設備發電容量為 1469 萬 KW，佔整體的 1.9%。2012 年中央政府在福島事故以後，重新針對計畫中的電廠再次審查。除此之外，2014 年 3 月中國大陸的高速滋生實驗爐輸出功率已達 40%，2014 年 8-9 月預計可達 100%。

福島事故以後，世界各國與民眾的意見交流溝通已成為一種趨勢，這也是考驗之一。CNEA 目前也實施相關行動，以增進民眾理解核能發電。中國到目前為止，並沒有出現反對運動，但是於 2013 年 11 月廣東省建造中的燃料相關設施中止建置的事例，主要是因為當地政府沒有充分與民眾溝通說明，如此就可能對核能發開發造成負面影

響，因此今後必需強化與居民的意見交流與溝通。

### **閉幕致詞**

服部 拓也(Takuya Hattori)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。



## 二、出席第 47 屆原子力產業協會（JAIF）年會

JAIF 全名日本原子力產業論壇，於 1956 年設立，其主旨為促進原子力的和平用途。後於 2006 改組為日本原子力產業協會，致力於將原子力技術使用在和平用途上，並且對原子力技術的持續發展做出貢獻。

今(2014)年日本原子力產業協會(JAIF)年會於 4 月 15 至 16 日在日本東京國際論壇中心(Tokyo International Forum)舉行，有 31 個國家或地區及 3 個國際機構，約 760 人參加，二天的議程共分成四個部分進行，第一部分係會議開幕邀請貴賓發表特別演說；第二至第四部份則分別以「重建民眾對核能的信賴(Rebuilding Public Trust in Nuclear Energy)」、「2050 年的核電(Nuclear Power in 2050)」、「福島的重建與地域的再生(Restoration of Fukushima and Regeneration of Community)」為主題，進行專題演講、問題討論及意見交流。

日本原子力產業協會每年舉行年會時，原能會均會派員參加，因此今年仍依例由相關業務部門核能管制處(曹松楠科長)、核能技術處(周宗源技正)及核能研究所(林家德副組長)等派員出席會議(圖 4)。



圖 4 原能會出席第 47 屆日本原子力產業協會年會同仁

### 開幕致詞

會議首先由 JAIF 今井 敬(Takashi Imai)會長致開幕詞(如圖 5)，他指出從東日本大地震至今已經三年了，東京電力公司福島第一核能發電廠的事故造成目前仍有 14 萬災民疏散避難至各地，這三年期間日本政府相關部門除了致力於處理相關復原措

施，以便讓災民早日返回居住地回復正常生活外，也檢討了能源政策，今年 4 月 11 日安倍政權內閣會議已通過新的能源基本計畫，做為中期和長期能源政策的依據。此計畫係透過國際觀點及經濟成長的觀點，建構出多層化、多樣化且靈活的能源供需結構。安倍政府在計畫中也明訂出核能的政策，敘明在確保安全的前提下核能將為主要基載電源，但由於目前日本 54 部機組都已停機，未來再啟動的數量及時間都無法確定，因此沒有在計畫中明訂核能佔所有能源的比例。



圖 5 原子力産業協會 今井 敬 會長致開幕詞

由於核能機組全部停止運轉，需購買液態天然氣及原油供火力電廠發電，補足電力缺口，造成 2013 年貿易赤字達 11 兆 5 千億日圓，也影響到一般家庭、製造業及相關產業電費負擔增加。若再長期停止核能機組運轉，電價將再往上調，民眾的負擔將再增加。

依能源基本計畫，原子力規制委員會(Nuclear Regulation Authority, NRA)將訂出目前世界上最嚴格的管制標準，電廠將會遵守該標準，以獲得核能電廠再啟動，且政府將站在第一線努力爭取電廠所在地及相關單位認同，核工業界將配合政府的態度和作法，儘最大努力使核能發電再次成為基載電源的政策達成。

然而，不幸的是這些新的作為及變化並沒有恢復民眾對核電的信任。多數的民調顯示，大多數的民眾反對核電廠再啟動，90%的民眾害怕再有像福島事故一樣的意外。雖然對福島事故的反省，相關管制標準已強化，但是民眾仍然對核電的安全抱著不確定的恐懼。

過去三年中，在事故後的反省，核能業界的營運者和製造商已深深體會到要負起安全的責任，所以不僅僅以遵守法規為己任，更積極主動提高核能電廠的安全性。因此於 2012 年 11 月 15 日成立原子力安全推進協會(Japan Nuclear Safety Institute, JANSI)致力於培養安全文化。JANSI 是獨立單位，具有很高的權威性，並以第三者的角度對營運的公司進行安全改進的評估，以確保評估結果的可靠性。

另外，也談到核能人才的培育是往後重要課題，從確保提供穩定的能源及減緩地球暖化的觀點，來看世界的趨勢，核電將仍會被繼續使用，其中包括土耳其、沙烏地阿拉伯、阿聯及越南，都希望日本能提供興建核電廠的技術和專業知識，在其國家內興建核能電廠。日本在過去 50 年建了 57 部核能機組，長期累積了相關技術能力，尤其是製造出高品質的設備及設施，且能及時並於預算額度內建好核能機組，這部分是日本在世界引以為傲的地方。日本現在也希望利用自己在興建核電廠的技術和專業知識及福島核災事故的經驗輸出核電工業，因此將會持續須要相關核電人才，所以人才培育也是一項重要議題。

關於災區復原及重建部分，福島核災事故後，一系列的復原及重建已經在受災地區展開，過去一年中政府已分別針對避難指示區重新劃定、中期儲存設施的限縮及除役等問題向前邁進了一步，但也持續碰到許多困難，最明顯的就是除污。但核工業界也有一個基本認知，即若沒有復原及重建好福島，核電將沒有未來，因此已共同合作組成一個範圍廣泛的機構來處理問題。

原子力產業協會以接近民眾和分享的角度持續與民眾對話及交流，讓民眾能更了解輻射，所以今年選定「重建公眾對核能的信賴(Rebuilding Public Trust in Nuclear Energy)」為今年會議主要的主題。

繼會長今井 敬之後為日本官方代表－經濟產業省資源能源廳高橋 泰山 (Kazuyoshi Akaba)部長發表致詞，其致詞內容主要有三：1.強調因福島事件改變了全世界，日本面對福島的善後，將持續推動後續除污的工作。2.持續的加強溝通與國際合作。3.因應日本能源政策的改變，日本政府將致力於地方政府與民眾的溝通，提高核安規格與不容許福島核電廠事故的再次發生。

### 專題演講(Special Presentations)

A. 美國核管會(NRC)委員 Kristine 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，與負責能源開發及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，此防護來自於幾項良好管制的原則：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、…)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。

B. 美國核能學會(ANS)前任主席 Andrew Kadak 講題為「The Environmental Imperative of Nuclear Energy Despite the Challenges」

Kadak 先生以 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、運轉期排放分析、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 分美元，未來新建機組的發電成本估算可能增加到每度電 8.4 分美元(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%。在美國核廢料目前仍安全的存放在核電廠址與低放處置廠內，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尤卡山(Yucca mountain)高放廠址計畫的審查，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。

C. 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)，包括核管會與核能運轉協會(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。

D. 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應付此項需求，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，例如西歐管制者聯盟(Western Europe Regulators Association, WENRA)與歐洲核能安全管制者組織(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、核子損害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。

#### E. 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，不利於日本這類的買方，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，因此產業界成立了原子力安全推進協會(JANSI)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。該協會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。

F. 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受損反應器的美國前 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)。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。

### **議題一：重建民眾對核能的信賴 (Rebuilding Public Trust in Nuclear Energy)**

A. 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是「3E+S」，因為福島事故後民眾對於 S (Safety) 的顧慮，因而停用核電，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原子力規制委員會的新標準，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。

B. 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」為題發表演講

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。

C. 英國倫敦帝國理工學院資深研究員 Malcolm 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：溝通者應盡量以誠實與一致的態度面對，不要讓人看起來神秘或是極度自我膨脹：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。

D. 世界核能協會(WNA)主席 Agneta Rising 女士以「Putting Radiological Protection in Context」說明對恢復民眾信賴的看法

Rising 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。

E. 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」為題發表演講

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。

## 議題二：2050 年的核電 (Nuclear Power in 2050)

A. 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(詳如圖 6)，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(詳如圖 7)，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。

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
<b>Total: 20</b>		<b>17,055 MWe</b>			

圖 6 中國大陸運轉中核能機組(2013 年底)

By area Province/autonomous region	Location/unit	Reactors 28	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 Shidao	2	2009. ; 2010.	2014 ; 2015	2×125	U.S. · AP1000 HTR-PM
		1	2012	2016	1×21	
Jiangsu	Tianwan Units 3 and 4	2	2012-2013	2018	2×106	Russia · VVER1000
Zhejiang	Sanmen Units 1 and 2 Fangjiaoshan Units 1 and 2	2	2009	2015	2×125	U.S. · AP1000 China · CPR1000
		2	2008~2009	2014	2×108.7	
Fujian	Fuqing Units 1 to 4 Ningde Units 3 and 4	4	2008~2009	2014-2016	2(108.7+108)	China · CPR1000 China · CPR1000
		2	2010	2014-2015	2×108.9	
Guangdong	Yangjiang Units 1 to 4 Taishan Units 1 to 2	5	2009-2012	2014-2017	108.7+2(108.7+108)	China CPR1000 France · EPR
		2	2009-2010	2016-2017	2×175	
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 · CNP600

圖 7 中國大陸興建中核能機組(2013 年底)

郭教授認為中國的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」。

B. 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。這樣的期許落實程度又有多少呢？德國的電力附加費 (Electricity Surcharge) 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從技術層面來看，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。

C. 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畫，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。奈國規畫最遲到 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。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。

D. 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。

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。

E. 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 年完成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。

### 議程三：福島的重建與地域的再生 (Restoration of Fukushima and Regeneration of Community)

A. 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 國家及歐盟簽署備忘錄，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。

B. 日本福島縣雙葉郡川內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

川內村位於福島核一廠所在的雙葉郡內，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%(詳如圖 8)，由數據顯示仍有不少的困難需要面對，而重建之路也非將川內村回復成事故前的樣貌那麼簡單。

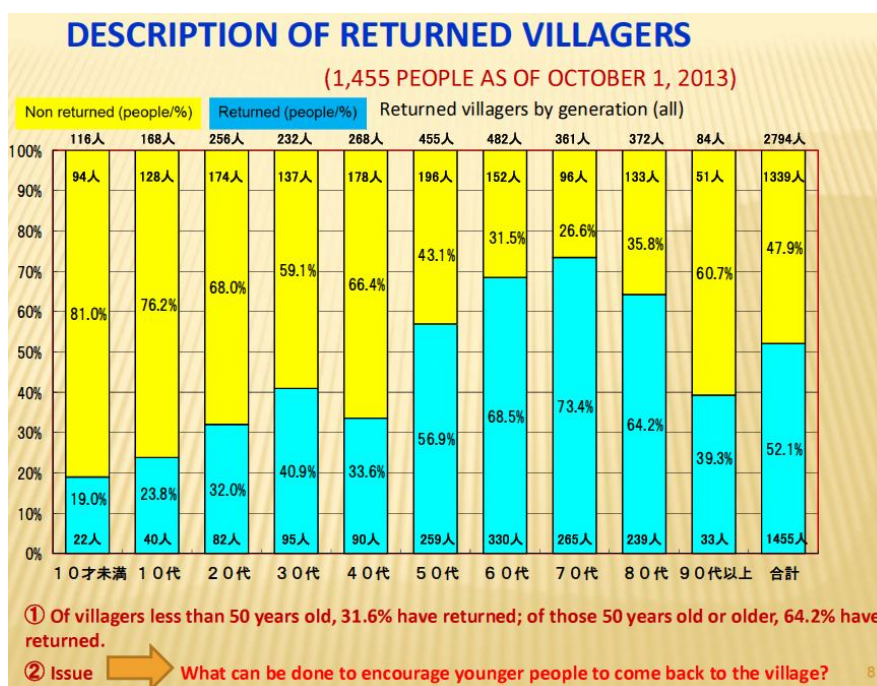


圖 8 川內村各年齡層的返家統計

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急待面對的問題；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。

C. 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，冬天種草莓、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。

D. 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。

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。

E. 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已超過二年，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，而不是沉溺在責難之中。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。

## 肆、心得與建議

### 一、心得

- (一)雖然新發布的能源基本計畫，日本政府仍然保留核能並認為核能是安全可靠的能源，同時基於經濟的考量，正積極進行核電廠的重啟工作，然由會議期間相關議題主講者的講演內容及與其他與會者之接觸中感覺，日本核能業界是乎是明確感受到在福島事故後日本民眾對核能明顯出現有不安全感與信任不足的問題，而且3年以來均未有所改善，是以有今年 JAIF 年會此一主題，而此一情形，亦似乎在一定程度上影響原子力規制委員會(NRA)對核電廠重啟的態度及審查進程，因此如何除去日本民眾的安全疑慮，從絕對安全，轉為接受風險(PRA)的概念，並自願性的願意承擔這樣的風險，實為日本核電重啟時所必須極積處理且無法迴避的課題。
- (二)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。韓國結合國內核電公司與重機工業的力量，進軍國際核能市場的企圖心甚為旺盛；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，也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壓抑，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，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計畫裡宣示將重啟核電；我國近來則因為核四公投與封存議題，民間反核聲浪高漲，核能發展再度陷入膠著，能源為經濟發展之重要命脈，要再開創國內進一步的經濟發展，借鏡韓國及中國大陸對核能的信賴，值得我國民眾一起深思。
- (三)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。因此政府或可扣緊氣候變遷與能源安全兩大主題，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，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，並妥適利用公共電視或其他公共場域，多多舉辦公開座談，以堅定負責的態度，主導核能政策與作為。

(四)核能溝通在韓國係由國家出資設立專責機構來負責執行，顯示其已認知核能溝通的重要性與專業性，且利於持續性的溝通，避免有本次參加會議中所提之「技術理性」現象的出現，導致有阻礙溝通的問題發生。政府及台電公司或許可以韓國為借鏡，另成立專責機構或考量非僅由技術人員來進行核能溝通，與民眾建立信賴關係，讓民眾取得正確的事實資訊，以讓民眾對國家制定的核能政策做出正確的判斷。

(五)原子力規制委員會(NRA)於 2012 年 9 月成立，並於 2013 年 7 月實施新管制基準，目前有 10 個電廠 17 座機組已申請新基準的符合性審查。新基準主要是針對嚴重故事升級改進與地震海嘯對策為主，除此之外，還針對幾個核能電廠廠內的斷層進行持續性的調查。原子力規制委員會雖然於今年 3 月決定優先審查川內核能電廠 1、2 號機組的重啟審查，但在召開了 2 百多場的審查會後，目前依然不知何時會提出「安全審查評估報告」，且似乎也不急於重新啟動核電廠，但後續若能重新啟動核電廠，對於國內的民眾對核能的恐懼或許能降低，核能議題的溝通或許能更理性。

	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	<b>Sendai 1,2</b>	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



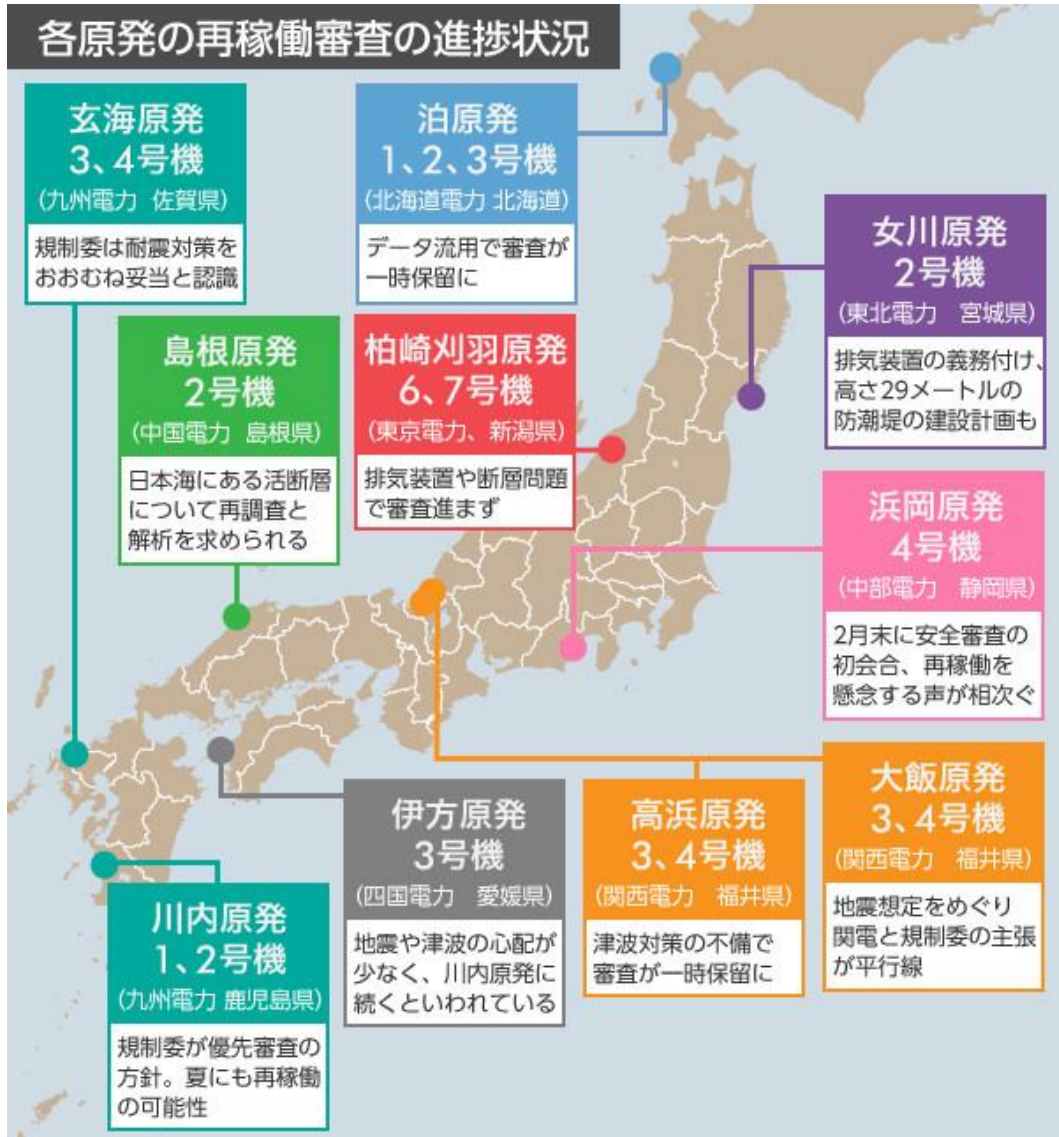


圖 9 日本 17 座核能機組申請新基準符合性審査之整理



## 二、建議

- (一)**強化核能風險的溝通**：核能事故損害被誇大係因在事故初始階段的輻射風險溝通失敗所致，然後民眾產生對輻射的不合理的情緒反應及害怕，這些都歸咎於對輻射缺乏正確知識，亦可以說是缺乏輻射教育。一旦民眾對輻射產生害怕，要使其擺脫輻射傷害線性無低限模式的恐懼則將是最困難的事。因此可參考韓國核能溝通及 JAIF 年會英國倫敦帝國理工學院資深研究員 Malcolm Grimston 先生的講演，成立專責機構或非僅由技術人員去從事核能溝通之工作，且溝通者應儘量以誠實與一致的態度面對，不要讓人看起來神秘或是極度自我膨脹，並應謹記核能溝通是漫長緩慢的過程，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。
- (二)**訂定務實的緊急應變標準**：檢討現有的緊急應變計畫的民眾防護行動標準，除參考國際組織的建議外，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，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民眾防護行動干預標準，一旦發生核能緊急事故而需進行必要民眾防護行動準備時，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。
- (三)**加強與國際相互之合作與交流**：在福島事故後，我國不但維持與美國核管會密切之人員互訪及資訊交流，也經由國際經濟開發組織核能署及歐盟壓力測試專家團隊的合作與交流，而肯定我國核安全管制的法規體系及做為。未來仍應持續與國際間進行交流，儘可能地爭取參與國際核安會議，以確實掌握最新管制動態及資訊。
- (四)**熟悉事故應變之作業程序**：我國核能電廠因應福島事故所發展出之「斷然處置措施」，使得操作人員的決策空間加大，應可使民眾的安全受到更多的保障，惟仍應經常性的加以演練，以防範於未然。同時研究單位應針對事故序列及處置步驟之間的程序，深入分析、比對及探討，並應繼續與各國研究機構交換研究成果，以強化此斷然措施之理論基礎。