

# 2012 核能日本交流團心得報告

文山高中三年級邱健瑋

[kfmigli788@yahoo.com.tw](mailto:kfmigli788@yahoo.com.tw)

在這 2012 核能日本交流團心得趟日本見學過程中，相信不管是老師或者是學生都獲益良多，有些東西更讓我大開眼界，以前我從沒想過會來到別的國家參訪他們的核電廠，他們的發電系統、預警措施、高階和低階核廢料如何做屏蔽、自動斷電系統以及如何說服放置核廢料地區的居民，經過日本幾次核災過後，他們在機器上面的想法也更精進，更嘗試把核電廠假設有個巨大的海嘯正襲擊而來，他們應當如何面對、並且把各種機器設備的安全係數都調高，在日本大地震引發福島第一核電站發生氣爆並導致放射物泄漏事件之後，身在台灣的我們首先要問的就是，如果同樣的事情發生在台灣會如何？如果發生災變的是北部的核一跟核二廠，意味著要疏散的是大台北地區將近六百萬人口，這些人要多久才能疏散，要疏散到哪裡去？哪裡又有足夠的水、食物、住所安置這些居民？

人類發展科技進步非常神速，有各式各樣的發電方式，其中最受注目的莫過於核能發電了。雖然這種方式引發最多爭議，但是我認為核能發電不論在經濟、成本、效率……等各方面都佔有極大的優勢，是不可或缺的發電方式，我相信核能也是對未來發展的趨勢導向。核能發電廠雖會污染海洋，但是不會污染到空氣、不會排放溫室氣體、也不會造成地球暖化，在加上核能發電的成本中，燃料的費用之比例比較低，最重要的是它的成本比較不會到經濟狀況起伏的影響，而且發電量也比其它發電方式穩定、也更有效率，不會因為天氣變化而有停滯的現象，這樣才有穩定且適量的供電。我也根據了一些資料，找到其他發電方式的缺點：

- 一、太陽能發電所需成本和各種太陽能的研發技術經費都比較高，因此短期投資報酬率也比較低一點，另外，在許多陰雨綿綿或是日照短的地區，很難完全靠太陽能供應，除非有大量的太陽能板或更成熟的太陽能技術，不然目前仍然難以產生大量電源供給使用是其最大的缺點，除此之外，太陽能板壽命有限，大約是十到三十年左右，而製作時所需使用的大量矽、鍍、硼可能會造成其他方面的污染，得先做好事先的管控處理。
- 二、風力發電的成本甚高、風力不穩定、風力和風向也時常改變，能量無法集中、噪音對生態環境的破壞、聽教授說如果風太小運轉的話也會造成設備的損壞、風大又不能用來發電，重點是發電量根本不夠都會區需求，六部風車機組的總發電量竟然只夠一個社區用而已。
- 三、水力發電的建造成本高，乾旱季節不發力發電，它也會造成河川生態破壞，水壩以下會造成淤泥堆積，下游肥沃的沖積土減少，河流的變化及對動植物的影響等。不過，這些負面影響是可預見並減小的需築壩移民等，對於基礎建設投資大、降水季節變化大的地區非常不利，少雨季節發電量少，甚至停止發電。
- 四、火力發電是經由高溫、高壓、及高速的設備所構成，其運轉與維護較難。在用水、燃料輸送、環境保護等都有其限制，因使用燃料，故運轉成本較高。發電所會造成大氣的污染、溫水排放、噪音汙染……等，且會有能源枯竭的危機，那世界末日就不再是預言，在不久的將來，有可能真的會發生。在過程中排放最多的二氧化碳，會污染空氣，並加劇地球溫室效應的嚴重性。

五、生質能發電，由於這種發電方式是用牲畜糞便、農作物殘渣等等燃燒或產生沼氣後再利用的，所以必須要用很大的面積種植，而且轉換的效率也很低，僅能將少量的太陽能轉換為生質，而且生質能的水分偏多，單位土地面積之生質能密度偏低，受環境限制，缺乏適合栽種的土地，生產能量不及石化能量，但比其他發電方式更為環保。

以上是除了核能發電之外其他發電方式的整體缺點，但核能發電也不是全然沒有缺點，它的發電效率比其他發電方式都好幾倍但風險也較高，過程中會產生高、低階放射性核廢料，或者是使用過之核燃料，雖然所佔體積不大，但因具有放射線，故必須慎重處理，核能發電廠熱效率較低，因而比一般化石燃料電廠排放更多廢熱到環境中，故核能電廠的熱污染較嚴重，核能電廠投資成本太大，電力公司的財務風險較高，最大的癥結點就在於核電廠的反應器內具有大量的放射性物質，如果在事故中釋放到外界環境，會對生態及民眾造成的傷害不容小覷，然而興建核電廠也較容易引發政治歧見紛爭，但我相信總有一天贊成與不贊成的聲浪會達到一個共識，或許不贊成的人只是不了解那樣的風險如何避免，但在專業的核能專家們慎重地檢核下發生災害的機率也不太高。

建造核能發電廠，這件事對台灣的人民有很大的困擾。打開電視，都能看到有人出來抗議，而贊成建造核能發電廠的我，想問問每個反對的人們：如果有一天，支撐我們目前電力供應的火力發電，所需燃料沒了，你要怎麼辦？當然，也有人們相對會提出：建造核廠的資金非常龐大，說實在的，建造核廠所需的錢確實很多，但各位是否思考過，用火力發電，要燃燒石油煤碳與天然氣，現在的石油在數十年後就面臨枯竭的危機，那時購買原料的價錢就會變貴，因此，何不直接停止石化原料燃燒發電的方法，用費用較便宜的鈾料產生電力就好了呢？大家對建核廠的顧忌，大部分是怕核電廠輻射外洩還有高低核廢料的處置方法，它發電的熱效率低，會比石化燃料排放更多的廢熱到環境裡，加上核電廠的反應爐內有大量的放射性物質，如果釋放到外面的環境裡，是會對人類的生態與健康造成傷害的，如果我們可以在一開始就做好這些防制措施，並且找出防範缺點的方法，也許就可以解決一些難題了。雖然每一種發電方式都有優點及缺點，但是，如果我們不找出一個最好的發電方法，大家就會沒有電力可以使用，生活中有很多很多的用品都需要電力，所以我們應該從這幾種發電方法，去找出一種對我們最好的，也就是說，要從成本、效率、會不會產生污染或是提高溫室效應，以是否方便運輸或貯存等問題去想，才能找出最適合的發電方法。人類的生活未來會是如何？是會繼續這種既方便又舒適的生活、還是會把全球資源消耗光，沒有人可以精準又正確地說清楚。電力也算是能源的一種，所以要想清楚、想明白，做好妥當的規劃，好好珍惜並利用現有的資源與能源，才能營造更美好的未來。

在六所村我才知道這個村裡設有核燃料再處理工廠，一開始進去園區有個專門給見學者參觀的展覽室，那裡有許多有類似核電廠裡的一些模擬機器，也讓我進一步的認識到特定機器的效用和整個核電廠是如何運轉的，在更深入裡面，我們參觀了低階核廢料處理場，分為水池貯存和乾式貯存，看到一桶一桶的核廢料堆疊再一起是如此的壯觀，這裡從2007年8月起每年增加4噸的鈾（5噸鈾可以製造1000多件核子武器）。除了核能的周邊設施之外，尚有儲存戰備儲油的國家石油儲備基地，以及利用山背的風力發電基地，因此集中不少能源關聯的設施。此村曾為ITER（國際熱核聚變實驗反應爐）的建設候選地，但因為投票敗選，最後決定建設在法國卡達拉舍。聽他們說剛開始建設那裡的情況也類似我們的蘭嶼一樣，居民一直有反對的活動，但最後經過不斷的溝通與協調，他們總算有點達成共識，雖然還是仍有一些

反對派，這也使六所村的產業結構銳變為建設產業。因而，村內增加2,000人的就業機會，進而帶動社會福利、教育、醫療服務之提升。他們也說「若無互信基礎，溝通就沒有效果。資訊須公開，其基礎就在如此般的聚會中建立起來。」六所村，是個全世界核能重要據點之一，這裡讓我不經大開眼界。進入到裡面，每個人包刮核電廠工作人員都還要配戴劑量徽章，此一劑量徽章與人體同時吸收輻射線，可檢測出人體目前吸收多少毫西弗，我是第一次配戴那種東西，覺得非常的新奇，而且光是進到裡面就要過好幾道關卡，真的好像監獄似的。

在參觀女川核電廠（女川原子力發電所，他們稱作Onagawa）和核廢料處置場，發現對核廢料後續的處理都有別於其他國家。在去女川發電廠的路上，風景非常好但地勢非常的險峻，一路上看到許多成堆的廢墟和許多破爛的房子，我想那應該是上次海嘯帶來的殘疾，到了那裡戒備跟在六所村一樣非常的森嚴，保全人員還要一個一個上來核對身分，來到這裡我不經有疑問：這裡離災區也很近，但為什麼沒有受到重大的損害？以下是有關女川核電廠整理過的一些相關資料：

### 強震之下 日本女川核電廠屹立不搖

2011年3月11日日本大地震的震源，是在宮城縣牡鹿半島東南東120公里、深24公里的海底，接近震源的太平洋海岸部分地盤均往下沉，牡鹿半島因地震而下沉1.2公尺。地震發生時，坐落在牡鹿半島上、東北電力公司的女川核電廠3部反應爐正在運轉。芮氏9級的地震，導致女川電廠有感地震約為6級。反應爐基地下2樓的地震加速度為567.5gal，比2005年8月的地震加速度251.2gal，高達2倍以上。女川電廠建廠時預估地震開始0.5秒後，最大值為580gal，此次的地震幾乎已達到預估的地震基準最高值。

### 核電廠的堅固與防禦海嘯之道

福島核一廠最大的事故是強烈海嘯的侵襲，女川電廠也是自芮氏9級大地震發生後43分鐘，即15點29分受到13公尺高的大海嘯侵襲。由於女川電廠座落在14.8公尺的地盤上，雖然因大地震地盤全部下沉約1公尺，但也有13.8公尺高，因此未被巨大海嘯吞沒，而逃過一劫。但是，港灣的設施、冷卻水的取水設備等則被海嘯破壞。核電廠的港灣地震前高於海面3.8公尺，地震後下陷至2.5公尺，在港灣設置供1號機使用的重油槽（容量96萬公升），朝向海的方向傾倒。由於海嘯來臨時重油槽被浮在海水上，海嘯退回後重油槽因而傾倒，重油槽周圍設置的防油堤已被沖毀看不到蹤跡。海嘯來臨時重油槽存放有60萬公升重油，倒壞時有30萬公升流失掉，港灣內已設置圍欄防止重油擴散，將海水污染至最小。雖然未受到海嘯直接影響，核電廠附屬建築物唯一浸水是2號機反應爐的附屬建築受到浸水。這是反應爐冷卻用海水的取水塔，其中設有固定的潮位計，海嘯經取水路徑（約有10噸的水壓）沖走了潮位計。海水經由配管流入反應爐輔助冷卻系統的熱交換室，流入的海水在熱交換室積水達2.5公尺高，熱交換器的下半部全部積水，導致無法運轉。女川電廠的8台幫浦立刻將海水抽出去，被海水浸泡的幫浦和熱交換器清潔之後，熱交換器很快地即可正常運轉。由於福島核一廠遭海水直接灌入建築物內，女川核電廠根據此次經驗，已進行緊急時能封閉建築的防水工程。女川電廠未被海嘯直接破壞，外部電源及緊急用柴油發電機都沒有受到影響而正常運作。以防禦地震的觀點來說，芮氏9級的大地震直襲核電廠，原先的設計基準能否抵抗這種震動，從女川電廠此次受地震影響尚能屹立不搖可做見證，核電廠的建設已通過考驗是十分的堅固。有人說：「大地震來臨時逃到核電廠較安全。」以女川電廠的情況來說此言不差。地震發生後，女川電廠迅速在本館（海拔13.8公尺）內成立「緊急應變對策本部」。首先確認

所有突發的狀況，之後，發出大海嘯將來襲的警報，和緊急疏散沒有關聯的作業員及職員，疏散至海拔 61 公尺高的「保修中心」避難。當時與仙台東北電力總部的聯絡電話或手機均已不通，只有東北電力公司獨自設置的保安電話及衛星電話尚可暢通。

### 核電廠未受破壞，但至今尚不能運轉

電廠受到地震及海嘯破壞，並不是只有核電廠。單以東北電力公司被破壞的火力電廠有八戶、仙台、新仙台以及原町 4 個發電廠（合計 364 萬 6,000 瓩），水力發電廠有 29 個電廠（加上 2011 年 7 月新瀉、福島豪雨影響，總計約有 100 萬瓩）、46 座鐵塔、72 個變電所、90 台變壓器、177 台遮斷器、403 台的斷路器，配電設備中高壓電線斷線處有 92,370 處，很多配電設備被破壞。地震後東北電力公司發生史無前例的大停電，停電的範圍廣達青森縣、岩手縣、秋田縣、宮城縣、山形縣全部地區，福島縣則有部分。地震 3 天後復舊工程約恢復 80%，8 天後約 94%，至 3 月底約達成 96%，至 6 月 18 日全面完成送電。這次復舊工程，各電力公司的員工全部動員，發電、送電、配電以及政府不介入的自由化行動，在這種大停電的狀況下能夠迅速恢復供電是大家當初想像不到的事。東北電力公司恢復供電的作法，是火力和水力發電優先。1 個月內供電能力恢復到 1,342 萬瓩。其中包括支援東京電力公司的電力。東北電力公司的東通核電廠（100 萬瓩，青森縣東通村），3 月 11 日地震時，正好處在停機定期檢查中，其電廠因地震的搖晃，觀測到加速度 17gal，沒有受到地震及海嘯的破壞，隨時可以開始運轉發電，但是當時日本首相菅直人下令核電廠導入壓力測試，尚未重啟運轉。

### 高水準的緊急電源可確保安全

東日本大震災後，核電防災對策最受注目的是如何確保緊急用電源其內容之一，女川電廠再配備 4 部新的專用高壓電源車，就是考慮所有的狀況，充分準備電源，以防萬一。東北電力公司的輸配電線若因線路故障而停電時，這種電源車可作緊急應變的用途，每一部電源車可發電 400kVA，約可供應 200 個家庭的用電。全國的電力公司若都備有這種發電車，亦可隨時當作核電廠的緊急電源之一。為應付外部電源的突然中斷，電廠本來就備有緊急用的柴油發電機。不管會不會受到海嘯侵襲，應該在高海拔地區備有柴油發電機，這種安全對策，迄今官方的安全指引本內並未有如此的指示，這是安全專家不可思議的疏失。這次福島事故所欠缺的安全措施，制定法規的當局對海嘯強度的認識可說是太鬆散了些，日本的核電廠已將採取最新的對策。目前女川電廠考慮在地勢較高的地區再設置 3 部大容量的氣冷式電源裝置。目前建築物內設置的緊急發電機，在較高的地點亦備有同樣的電源設備。建築物外儲備柴油發電機用燃料 9 萬公升，為了預防地震，燃油槽則設置在地下。2012 年這種發電機將測試運轉。

其他的防災對策——13.8 公尺高的海岸邊，再構築 3 公尺高、全長 600 公尺的防波堤，土壤中混含水泥作成堅固的土牆，2012 年 4 月底前可完成。另一方面，如果 17 公尺以上的海嘯侵襲防波堤，則會滿溢過來，重要的機器另設置 2 公尺高的防波堤防水，這項工程亦在 2012 年 4 月完成。

福島事故時，消防車不只是滅火，尚須充當反應爐與用過燃料池的注水之用，所以在最惡劣的情況下應準備消防車可用作供水用途。用過燃料貯存池均處在很高的位置，事先應準備並有效的聯繫，緊急時即可注水。

為維護所有機能的正常狀況，緊急對策室應維持正常的運作。2007 年 7 月日本新瀉縣中越沖

的地震，日本柏崎核電廠辦公室建築的外壁曾經做了補強工程，建造新的避震構造，其他部分也都做了補強工程。

### 大海嘯產生的教訓

觀察女川電廠，受到芮氏 9 級的地震尚能十分堅固的屹立不搖，可以證明構造的堅固，這是建造核電廠本來就要有的作法。福島核一廠遇到地震並沒有充分的應變，大海嘯來襲的預防準備不夠，這和美國三哩島事故與蘇聯車諾比爾事故不同，核電廠對這種嚴酷的自然災害應採取防範措施。對於地震，各電廠是以地震動加速度來要求耐震構造，具體的擬定對應策略。但是，對於海嘯，日本核能安全委員會於 2006 年 9 月 19 日所決定核反應爐耐震設計審查指針（1981 年 7 月 20 日的改定版）的最後兩項——「設施之供用期間，設想以外發生可能發生的海嘯，設施的安全機能以不受影響為原則」這是不太明確的指引。

由此教訓，日本處在世界上地震、海嘯、洪水等眾多災害的地區，未來核電廠的設計要確立更高標準的安全基準。女川電廠的基地比 13 公尺的海嘯更高，建廠時的慎重考慮的確是未雨綢繆的遠見。在十幾公尺高的岩盤上建廠，雖然在抽取冷卻用海水時會大量消耗電能，是一項負面的因素，東北電力公司經過多方面考量下，作出先知一般的決定，真是明智之舉，也獲得了各界高度的評價。

來源：”Onagawa Nuclear Power Station Stands Robust-Wise Decisions of the Past Save It –,” Winter 2012 No.76, Plutonium

我十分贊同台灣使用核能發電，但核能的確實有一定的安全疑慮，但如果沒有能有效取代核能的發電方式，以台灣目前的經濟、地形、氣候……等概況，核能發電是完完全全不能缺少的。假如我們沒有蓋核能發電廠，全台將會缺少百分之二十的電力，在大量用電的現今，我們要怎麼彌補這五分之一的缺口呢？大家是否聽過一句話：「雖然你不知道改變能不能成功，但是如果你不改變，是永遠不會成功的。」雖然核能發電存在著一定的風險，但是我們也已經慢慢的將風險降到最低。就好比坐飛機，現在仍然常常會發生空難，為什麼還有那麼多人要搭乘？正因為它效率高又省時，而且發生意外率低，如果因為害怕空難而廢除飛機，豈不是因噎廢食？核能發電廠也是如此，不可隨便輕言廢除，如果害怕後果而不敢嘗試核能，這會讓人類永遠跨不出文明的一大步。雖然核災很可怕，但天下沒有白吃的午餐。捨棄核能，水力發電需要蓋很大的水庫，對生態也有很大影響，也怕水庫崩裂，造成下游整個被洪水淹沒。風力發電、太陽能目前能發的電量微不足道。火力發電燒煤燒石油天然氣會排放二氧化碳造成全球暖化，挖煤挖石油的死傷人數較核災遠大得多，遇到地震時也會爆炸火災。就算以上的問題都能解決，有一天如果彗星真的撞地球，不管人類是要乘著太空船揚長而去、還是要挖很深的地底洞穴避難、還是像 2012 電影中那種大型的諾亞方舟，照目前科技看來，能依靠的能源莫非就只有核能，如果完全捨棄核能也是有風險的。就像飛機剛發明的時候，也是不斷的摔機，到現在也還一直有空難。但總是有摔機才會從中持續的改進飛行航安的技術，只有不斷的經歷失敗才有通往成功的道路。就飛機的發明總體而言，還是帶給人類許多的便利與好處，也只有歷練過災難，才会有希望。

日本遭遇九級強震，帶來海嘯席捲無數生命，而福島核電廠的爆炸，眾多的輿論成為對世界性的核危機的反省與檢討。地球變動與核能安全儼然成為人類生存的嚴峻考驗，台灣必須嚴正地捫心自問：如果災難發生在台灣，我們是否準備好了嗎？此次日本因應災變的過程中，讓我們看到了防範天災於未然，方能加強民眾的知識與信心。政府的科技運用與組織運

作的成熟，更是穩定局面、降低傷害的關鍵。以下是有關福島核電廠整理完的相關資訊：

## 福島事故綜合新聞

### 日本於5月初進入零核電狀態

福島事故發生後一年多來，日本全國54部反應爐陸續停機。2012年5月初，隨著北海道泊核電廠3號機關閉檢修後，日本正式進入零核電狀態。日本各家電力公司於反應爐停機後，轉求化石燃料供電，造成成本暴增。隨著用電尖峰夏季的到來，日本供電系統面臨嚴峻的挑戰。雖然日本民眾對核能安全信心依舊低落，但內閣已經公開討論反應爐重啟事宜。日本首相野田佳彥與經產部大臣於2012年4月6日進行第3次會談，並於數日後通過關西電力公司的大飯電廠反應爐重啟案。但真正重啟的關鍵，還是在核電廠所在地的地方政府。同時，日本核能管制體系，也不斷遭受批評。主管機關原子力安全保安院原本置於經產省之下，將轉型為獨立的核子管制局，與環境部做連結。核子管制局將會有500名獨立行政人員，年預算約為6億美金。除此之外，環境部也將下設核子安全調查委員會，負責監督核子管制局和調查核子事故。

### 部分福島疏散區解禁 居民提早歸鄉

由於輻射劑量率已經降到政府設定的每年20毫西弗以下，日本政府於4月陸續修正幾個福島核一廠20公里疏散區禁令。截至2012年4月16日為止，已有3個鄉鎮—川內村、田村市和南相馬市疏散的居民，不用穿著防護裝備即可返回工作崗位及家中。意思就是說，居民可以著手修繕遭地震侵襲的房舍，並恢復部分農業活動。唯一的限制是，居民不可停留過夜。同時間，主管機關也將重建基礎建設，以利正常生活運作。

日本政府將區域劃分為三種：第一區：每年劑量率在20毫西弗以下區域，居民可自由行動，但不可停留過夜。第二區：劑量率在每年20-50毫西弗之間，標記為「限制區」，僅能進入處理簡單事務，但不需特別監測或是穿著防護裝備。政府建議進入限制區的民眾，不要從事戶外活動、儘量使用汽車代步避免曝露，進入屋內先清洗。居民不可飲用河水，但可飲用自來水。第三區因為每年劑量率超過50毫西弗，被列為「返回困難區」。各界預估，在福島事故5年後、2016年3月前，劑量率還無法降到每年20毫西弗以下。若居民為公眾利益目的可進入，但應穿著防護設備。日本經產省表示，地方政府一再要求中央讓居民提早返回家園，使重建地方建設、重返正常生活得以開始。日本中央政府的除污目標，是讓全部事故區域居民每年不超過20毫西弗。兒童經常出入場所，則要達到每年1毫西弗以下。

### 福島核一廠核燃料移出 水底機器人先遣探查

日本計畫於3月底派出水底機器人，探查福島核一廠4號機用過燃料池狀況，作為移除用過核燃料計畫的第一步。和大多數除役計畫一樣，移出用過核燃料都是優先事項。此一看似單純的動作，卻是對廠址整體安全產生最大的影響的步驟。任何一座核電廠內的用過核燃料，都是放射性最高的地方，福島核一廠也不例外。4號機在311強震時處於停機狀態，為了檢修，反應爐容器被開啟清空，燃料組件和控制棒則暫放在旁邊的貯存池中。貯存池中有1,331個燃料組件，但池中近半數是較近期放入的用過核燃料，使4號機貯存池的熱負荷更高，比其他3部機組更讓人憂心。因此東京電力公司現在將4號機貯存池，列為除役優先處理要務之一。東京電力公司訂於3月19-21日派出奇異——日立公司生產，配有攝影機的小型機器人，深入11.5公尺深的用過燃料池內調查情況。雖然掉在燃料貯存格架上的瓦礫是另一個

問題，但各界推估用過核燃料應該完好。東京電力公司已著手進行清除 4 號機頂部的混凝土塊和鋼筋殘骸，並在燃料池水面鋪設漂浮擋板，防止灰塵、瓦礫掉入；但另一方面，擋板卻也阻擋了視線，水底攝影機能見度約 5 公尺。為了把用過核燃料移出、暫貯到廠內共用水池內，東電希望能把池內的控制棒移出。東電的構想，是把控制棒放回開啟、無損的反應爐容器內，但是這還要視反應爐容器內殘垣碎屑的數量而定。次要優先項目是要移出 2 號機的燃料。雖然經歷氫爆摧殘後，2 號機放射性污染嚴重，但反應爐建築目前大致完好。廠址其餘部分，東電已嘗試覆蓋電廠入水處、被反應爐機座漏出的高放射性水污染的海床。除類似區域外，由於洋流有效稀釋，監測數據顯示，海水並未偵測到放射性同位素。

### 2011 年全球核能發電量受福島事件影響

國際原子能總署資料顯示，全球 2011 年核能發電 2.518 兆度，相較於 2010 年 2.63 兆度，略降 4.3%。發電量略減的主因是因為福島事故後，日本反應爐一一停機和德國關閉機組。日本國內共有 54 部反應爐，受 311 地震海嘯衝擊，嚴重受損的福島核一廠 1-4 號機，將與未損的 5、6 號機一起除役。其他反應爐隨後陸續停機，僅剩的 1 部運轉中的反應爐也已在 2012 年 5 月初停機。因此日本 2011 年核能發電大受影響，下降 44.3%，剩下 0.153 兆度。在德國方面，德國政府於事故之初，馬上下令暫停老舊反應爐營運 3 個月，並且下令關閉在 1980 年或之前開始營運的 7 部反應爐（另有 1 部長期關閉的反應爐）。因此德國 2011 年核能發電減少 23.1%，為 0.102 兆度。除了日本和德國的機組外，2011 年僅另有 1 部機組關閉——英國的歐柏里 2 號機商轉 43 年後功成身退。同時間，2011 年有 6 部新反應爐連結電網，中國大陸 2 部（嶺澳 2 期 2 號機和秦山 2 期 4 號機），印度蓋加 4 號機，伊朗和俄羅斯各一部。新上線機組貢獻 401 萬瓩電。除此之外，中國大陸有一部實驗快中子反應爐於 2011 年中連結電網，貢獻 2 萬瓩電。捷克、芬蘭、墨西哥、西班牙和美國的核電廠容量提升，在 2011 年也貢獻了新增的 44 萬瓩電。2011 年僅有兩部反應爐開始動工：巴基斯坦的查司瑪 3 號和印度的拉賈斯坦 7 號。中國大陸原訂有 3 部反應爐動工，但在福島事故影響下，暫緩發給興建核可。

（資料來源：WNN News 2012/05/04, 2012/04/16, 2012/04/13, 2012/04/10, 2012/04/02, 2012/03/19、WNA Weekly Digest 12 April 2012）

然而，我們要問，八八水災傷痛過後，我國的防救災體系徹底整頓重建了嗎？台灣亦屬地震高風險國家，為何不見民眾擁有預報系統？為何從未舉行大規模演習？為何大多數民眾不知道核輻射發生時該如何疏散？關鍵癥結在於政府只從過去的災害中學到了危機管理，卻仍然學不會平時應進行風險管理，預擬風險圖像，並模擬各種危機發生情形，包括最壞劇本的打算，以規劃預防及應變計畫，方能將危機發生的可能及傷害降到最低。否則，一個不認識風險，沒有應變計畫，卻勇於輕率保證安全的政府，才是最大的風險來源。

這次有機會到日本參觀和見學都要感謝清華大學能夠在暑假辦 2012 年暑期「深耕輻射與核電知識」海外科學研習活動，感謝這次日本行讓我深深體悟到一些在台灣從沒想過的議題，也得到許多難能可貴的經驗，能夠看到曾經發生核災附近的區域，讓我非常的大開眼界，此行還到了福島高校透過學生彼此的交談互動、相互發表意見和互相探討他們跟我們的想法與思考模式，對我抉擇是否有發展核能的必要有一些特定的想法，也對未來憑斷核能的觀點和態度有很大的改變，再次感謝清華大學和核能委員會舉辦這樣的見學行程，我期望如果還有機會，希望還能在參與類似這樣的活動，對於本次參加的朋友們期待再相逢！

參考資料：

1. 樂多日誌 <http://blog.roodo.com/focus/837>
2. 財團法人國家政策研究基金會 <http://moodle.ncnu.edu.tw/mod/forum/discuss.php?d=138017>
3. 財團法人核能資訊中心 <http://www.nicenter.org.tw/index.php>
4. WNN News 2012/05/04, 2012/04/16, 2012/04/13, 2012/04/10, 2012/04/02, 2012/03/19 、WNA Weekly Digest 12 April 2012