

從法國的核能工業談起

——訪王裕隆博士

本刊編者整理

您在巴黎大學取得核子工程博士學位，且曾任駐法代表處科技組組長多年，目前又擔任核能研究所研究員兼諮議會專責委員，您長期擔任我國核能相關的重要職務，可否首先請您談談為何法國的核能工業特別發達？

二戰之後直到50年代，世界強權如美、俄、英、法等，皆積極發展核武。那時大家很清楚，沒有核武，就無法擠身國際強國地位。而法國在發展核武的同時，深知核能技術亦有和平用途之發展，由於法國天然資源有限，所以在維持國家、國防、外交三項獨立的情況之下，更要發展能源獨立。這對法國來說是維護國家安全的重要途徑。

60年代戴高樂政府的能源獨立基礎在於核能，且對此投入大量的心血，建立了許多核能電廠，秉持和平用途與軍事用途的並重；另一方面，法國的科學工藝有一定的水準，亦有足夠的人材支援；再者，也由於民眾的支持，儘管早期左派曾反對核能發展，但是在其執政後舉辦多場公聽會與民眾宣導溝通後，也承認核能發展在國防與民生上的重要性，因而改變立場。於是70年代後，法國核能工業的發展可說是一帆風順。

我國與日本同處於太平洋的地震帶，此次日本福島核災後，請問我國是否採取了相關的預防或補強措施？我國是否作過核能安全的評估？此外，我國未來的能源政策是否會因此次日本核災而受到影響？

我們首先面對根本的問題：（1）地震需要預防到什麼地步（規模）？（2）發生地震的地點離電廠多遠？多深？這些皆需要地質研究，作為評估核電廠是否安全的重要條件。目前我們所依據的是中央地質調查所的資料，但是這些資料仍有其一定的限制，比方陸地延伸到海底的斷層之測量的數據尚未完全齊備，這部份我們也只能靜待調查的結果。另一方面，調查地震對電廠的安全性，若有高度安全疑慮，就應該立即關閉，目前台灣的核電廠尚無此危險性，但是就地震預測的本身尚有爭議點，這是由於地質界對地震調查的意見仍相當分歧。

再者，為什麼核電廠存廢問題會如此慎重？去年，三個核能電廠總共發電量為四百億度，若我們以三個核電廠不延役的情況下，平均壽命約11年，那麼關閉這三個電廠所要付出的代價，若以天然氣取代來計算，將高達1.5兆新台幣。面臨可能遭逢的巨大損失，勢必要仔細審慎評估，因此有關調查都必須嚴謹以對。

至於我國未來的能源政策是否受到日本核災影響，目前看來，我國民眾對核能發電的支持度確有下降。但是，減核一來可能會造成電費大幅上升，二來，在不限電的條件下，我們勢必得用天然氣或是煤取代發電，但此舉又會增加碳排放。我們目前遇到的最大困難就是減碳與低電費無法兩全，勢必要犧牲其中一項。因此，我們唯有仰賴未來發展出健全的能源政策，以及長達二三十年時間的穩定發展，來逐步達到減碳又安全的目標，切忌隨著不同的政黨意見及當時的民意翻轉。由於核能發電廠之建置牽涉廣泛，必須要能彙集不同的專業學科來解決問題，例如地質學，環境科學等，更不用說建置過程中所需繁複的工業技術。國內相關學科的校系雖頗多，但是該由誰出面整合聚集這些專家學者，從各個學科出發提出專業觀點？我認為此機制必須儘快建立，將來務求以科學證據來做為能源決策改變的參考。

據了解，歐洲的德國、瑞士等最近都已決定放棄發展核能，請問這是否會成為世界能源發展的主流？

在全球減碳的要求下檢視，核能在全生命週期中（包括建廠、採礦、興建、運轉到後端核廢料除役），平均每度電的碳排放大約與風力發電其實是不相上下的，尤其運轉時的碳排放相當低，主要是進行後端廢料處理時的碳排放較高。與太陽能及風力發電相較之下，核能發電屬於成本較低的低碳能源。

福島核災之前，全球各國興建核電廠的計畫是相當蓬勃的。但在福島事件之後，全球對核能的支持率平均下降8%，其中部份國家從支持轉變為反對立場，如比利時、瑞士、日本，其中日本由於

民眾的心理創傷很大，故日本政府對於有疑慮的電廠皆要求停廠檢查，但安檢過後重新營運時卻受到民眾的反對，這使得目前日本供電仍維持吃緊的狀態；而從略微反對變為更加反對者如德國、瑞典等，其中德國關閉了過去東德地區的八個電廠，計畫逐漸減核；至於其他維持支持態度但是支持度略為下降的國家則為美國、中國、俄國、英國等，中國目前宣布採取減速但不停車策略，加強興建中電廠的安全檢測，英國則在福島之後宣布加蓋八個新核電廠，來取代舊有的核電廠。此外，韓國方面亦無甚影響，核能發電維持在全國電力提供量之40%，約為我國兩倍；而法國目前支持與反對雙方則是幾乎成打平的狀態。

值得一提的是，美國當年於911恐怖攻擊事件後對全國的核電廠進行了嚴密的反恐安檢，深怕恐怖份子以核電廠為目標，將對美國人民造成難以彌補的損傷，也因為經過了這波縝密的檢查與安全措施的加強，美國民眾對自己國家的核能發電信心很強，故在福島事件後，所受影響不大。

由於目前再生能源佔世界各國的供電比都不高，且增加速度有限，連歐盟都承認無法達到當初提出的2020年再生能源佔供電比20%的目標：這其中20%的供電中，水力發電佔很大的百分比，而非大家所認為的太陽光電；而風力發電除需好的風場，葉面越大效率亦越高，故工業上需要極高的技術以及足夠的陸地空間，這些條件使得許多地區因受限而難以擴展。

我們瞭解到各種能源都有其限制及發展的瓶頸，因此，需要倚賴多元能源互相搭配，以提高再生能源的供電比。由於目前尚難以達到此目標，所以屬低碳排放的核能發電，仍是各個國家供電的重點項目。

請問我國政府當前主管核能的單位及相關的任務是什麼？

我國與核能相關的政府單位尚處於較分散的狀態：其中有經濟部能源局，為能源政策的主管機關；原能會（未來將更名為核能安全署）之核心任務為安全管制，協助政府管理所有核子設備，包括核能電廠、實驗反應器、放射及核子醫學等，將來將與國科會併入科技部；此外，未來亦將會在行政院下設立核安會報。

事實上，由於全球暖化的問題，能源的決策必定要將二氧化碳的排放量列入主要考量。目前我國負責碳排放問題的單位為全國溫室氣體減量辦公室，設於環保署之下。放眼國際，已有許多國家（如英國）將能源與減碳兩種範疇做結合，目前在台灣，此二者仍分屬兩個不同部會之下，若能有效結合，在未來的政策協調將有很大的幫助。另外，尚有明年將更名為能源研究所的核能研究所，將隸屬於經濟及能源部之下運轉。

其實我們目前所需要的是一個常設性的大型機構，負責整合能源研究社群，結合工程、工業、經濟學、社會科學等背景的專家學者，這些專家的任務便是共同彙整意見，產生共識之後，告訴人民正確的知識與消息。縱觀其他相關研究單位如中央研究院，則較缺乏工程技術的團隊，大學亦有此問題；而國科會目前每年雖有近二十件宣導能源的計畫，但較為可惜的是，這些宣導計畫主要是針對學校，較少針對社會大眾，尚需要透過媒體宣導達到知識的推廣，以及更有系統性地組織活動。

建立整合部門以及後端的宣導工作都將耗費氣力，但卻值得投資。現在與其爭議核能存廢，當務之急其實是建立民眾對於核能與能源的知識，經由科學數據理性判斷，以提升能源決策的素質！

日本政府處理311福島核災事故被認為應變能力欠佳，依您了解，究竟是何原因？

關於日本為何決策反應不及，原因眾說紛紜。這樣的結果對環境與人民造成很大的影響。當時海嘯使得福島核電廠所有緊急備用發電器全都泡水，導致反應爐裡沒有水，僅剩一個備用電池運轉了八個鐘頭。因此，電廠人員必須在這關鍵八小時內另闢途徑找到水與電，但是結果並沒有，且在八小時後亦無消防車協助灌入海水。因為若灌入海水，核電廠日後將無法再使用，等於成了棄廠與否的決定，也意味著電力公司可能蒙受的巨大損失，諷刺的是，這樣的躊躇最後卻釀成了更難以彌補的傷害。

而當時日本拒絕美國的援助可能由於低估其後果，以及同為核電廠的販售國，有其商業競爭的考量。最後雖由總理出面做決策，但其在短時間內對核能的知識可能仍相當有限，恐需授權核能安全主管單位即時做決定。

福島核災過後，最麻煩的部份屬善後清理。福島電廠因棄廠太晚，過程中已有放射性物質外流隨風散播，路徑呈長條狀而非圓圈狀，但是在預估影響半徑圓圈裡，仍需接受污染調查。其中碘與銫會透過風傳播，碘的半衰期為七天，目前判斷應已消散，銫的半衰期則較長，但是幾年後也將慢慢散去。其他受污染者如土地，則需將泥土挖起，放置於水泥桶中運送到集中管理地，以放射廢棄物處置。而核電廠的部份，由於反應爐受損，其放射性又非常強，故人類無法靠近，需要時間開發機器人處理，所以這部份會耗費較久的時間。

現在回頭看，日本未在福島核災關鍵八小時內即時採取行動，細數核災後的種種努力與搶救，也只不過是亡羊補牢罷了。

對於增加人民對核能的理解並避免對核輻射的恐慌，請問政府有無進一步宣導的措施？

在福島事件的教訓之後，現我們法令改為核電廠第一線人員即有權決定是否棄廠。原能會與電力公司授權給現場人員，在緊急情況下可做棄廠的決定。過去沒有這樣的法令，故現場人員只能層層向上回報，但是天災發生後，現場的通訊環境可能不盡理想，層層回報又會耗費關鍵救援時間。

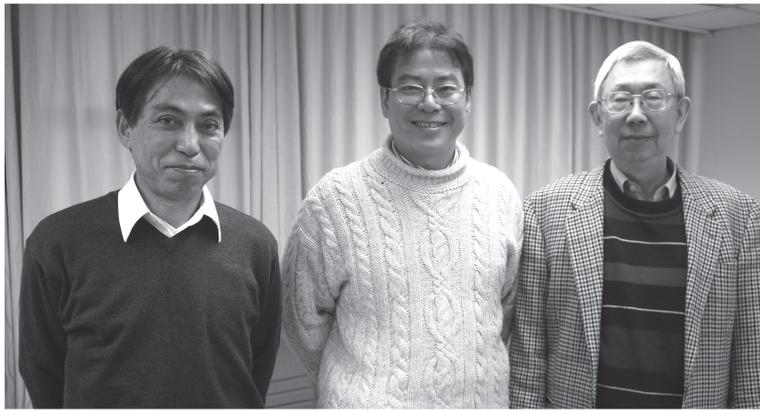
至於造成民眾恐慌的地震與輻射污染議題，我們更深入地探討福島核災的背景：311大地震與海嘯屬歷史上少見的天災，科學上看，可能一千年才發生一次，因此少有建築或是工業標準會要求規格至可防範此類千年一次的天然災害。此外，日

本311大地震約有28000人罹難，大多死於海嘯或是化學工廠的火災，但死於輻射的人數為零。

關於輻射污染對生命的損害是需要長期追蹤觀察，游離輻射是一種隨機的病變，受到同樣濃度輻射所污染的人，並不見得都會生病，故目前難有數據證明多少量的輻射才會危害人體健康。正由於我們很難評估，所以反向要求，在各種與輻射相關的工業與檢驗上，務求做到最低輻射量。

我認為，核能工業是在錯誤與教訓中不斷地改正與求進步，我們必須審慎評估風險，小心執行任務，另一方面，我們更應該投資在民眾的教育，有效率地整合專家研究結果，並傳遞正確的科學知識，如此一來，我們的能源決策才能發揮功能，永續安穩地發展下去。

（本文由藍健民、卓鳴鳳採訪，鄭光伶摘記）



洪麗芬女士獲頒法國騎士勳章

為感謝洪麗芬女士對台法文化交流所作的努力，法國政府於二月一日中午透過法國在台協會授與洪麗芬女士法國騎士勳章。

授勳典禮在國際書展的法國館舉行，首先由法國在台協會歐陽勵文主任致詞，他以流利的中文介紹洪麗芬女士的文化背景以及受獎的事蹟，並讚揚洪女士不僅是一位聞名而傑出的服裝設計師，同時也是一位令人尊敬的文化使者。接著，洪麗芬女士也以感性的語氣答謝法國政府對她的肯定，並表示將持續在她的本業服裝設計以及書店的經營投入更多的心力，以答謝各方面對她的期待，並且完成首任信鴿法文書店店長施蘭芳女士的遺願，讓書店進一步成為台法文化交流的橋樑。

授勳儀式完成後，歐陽勵文主任邀請賓客舉杯為洪麗芬女士祝賀。場面熱鬧而溫馨。