

四月二十六日，人們迎接世界災難史上占有特殊地位的蘇聯車諾堡事件五周年。它是繼一九四五年八月，日本的廣島與長崎遭到原子彈攻擊後，人類所受最大的核輻射災變。它帶給該國及周邊諸國的人民生命財產及社會經濟等廣泛且長期的嚴重災害，已經有很多調查、研究報告與媒體報導，使人人談核色變，對核能利用的前途憂心忡忡。

然而，在車諾堡大災難五周年前夕，當另一個帶給台灣民主憲政大災難的「萬年」國大的老表們，正在山中演「一黨修憲」的荒謬戲之四月二十三日早上，台電的核一、核二兩個電廠連連發生兩部核能機組故障而跳機。由於在此前一天台電協和火力電廠二號也故障跳機，致使一時之間供電能力大約減少一百九十五萬。

於是「狼來了」一台電立刻宣布從上午十點半起，緊急採取分區輪流停電措施。而妙的是，核二廠二號機是在限電的十五分前跳機，而核一廠一號機是在限電開始一分鐘後跳機的。相距不到十公里且具同一型式（沸水爐）的兩核電機組幾乎同時跳機，恐也是台灣奇蹟之一吧（日本的美濱核電廠今年二月也發生事故，但與它在同一半島上的敦賀核電廠最近一次事故，是在一九八一年，即相隔有十年之久）。更不可思議的是，因設備故障而發生今年度第二度跳機，而理應慎

重檢查改善的核二廠二號機，卻在不到二十四小時之內檢修完成恢復併聯運轉，使得分區輪流限電立刻解消，稍後一千多戶大工業用戶限電百分之十五也解除。通常核電機組跳機後，都需停機一段時間，少說幾天多則幾個月或更久，俾作審檢修復，如核三

廠會因事故停機一年以上紀錄，又如日本美濱廠也繼續停機一個月作詳細調查。

難怪這一次跳機、限電受到各界的質疑：有人認為台電如此頻繁的跳機，怎麼能說核電安全；也有人指出當局想利用限電來製造人民對缺電的恐慌，俾為核四推銷。立委們且在院會中質詢，台電有提高跳機率嫌疑，目的在間接對社會施壓，以推動核四興建。雖經原能會許主委的公開否認台電跳機為故意，但因其與台電的曖昧關係使其超然立場屢受各界質疑，又鑒於此次三機組跳機時間巧合的天衣無縫，與檢修過程不尋常的倉卒等，恐只得欲蓋彌彰的效果，使人更加懷疑幕後有人為因素作祟的可能。

在此跳機限電「動作」的前後，當局也「規劃」了另一些大小動作，如聚集政府高官於陽明山研討，惡補核能知識與溝通策略，演練擁核、反核雙方大辯論：如成立「反反核專案小組」做對壓制反核聲浪的總部：如台電「核四策略小組」開始採取「見招拆招」策略，且有新聞局撥出五千萬元巨金在媒體上大作廣告，正面迎擊反核人士，連情治單位也出動要取締所謂「環保流氓」，其司馬昭之心路人皆知。限電過後，最荒唐的未過於行政院郝院長的表示：若再有限電時，生產用電絕不限制；但民眾生活用電，必要時將酌予停電。此一「重」工業「輕」民生的新限電

狼來了？「嚇死」不了人民的鬼話

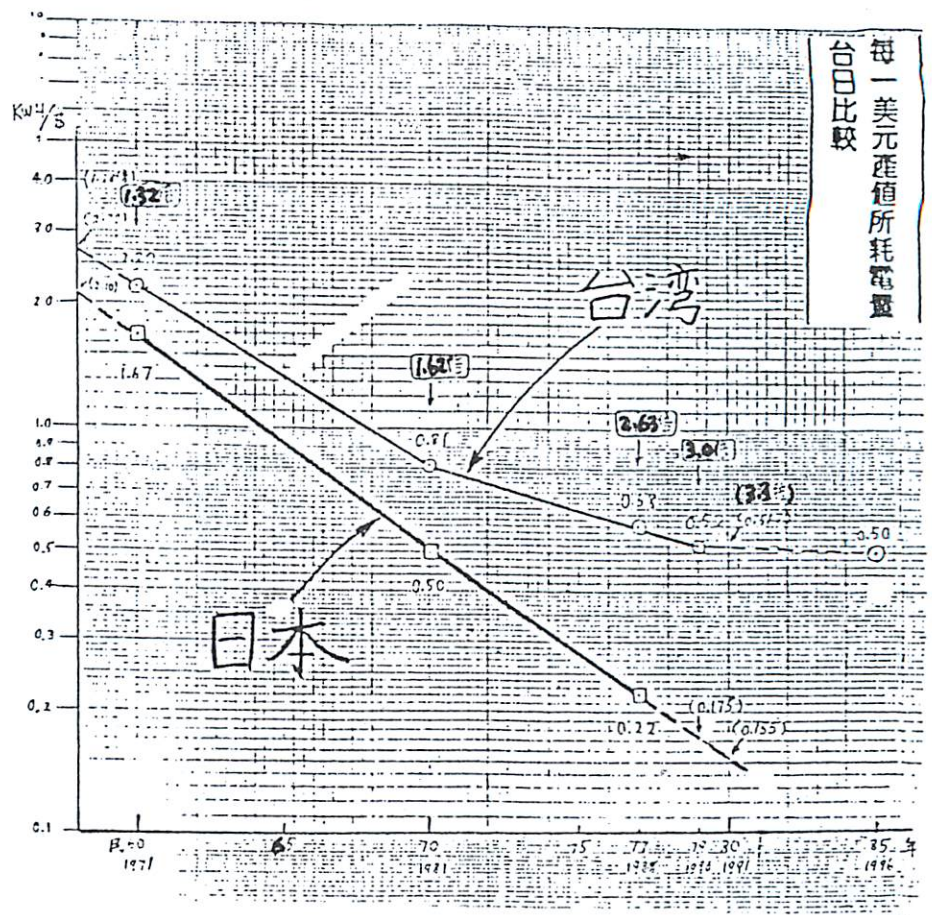
——揭穿核四的推銷規劃

／吳慶年

政策宣示，隱含著以不限電取寵擁核的產業界，而以停電威脅反核的社會大眾的意味。所以此語一出，各界嘩然。不僅受到立委們指責，連工業界一大老也表示不敢苟同，更使經濟部及台電無所適從，害得只好把此被指為反民主且外行領導內行的「朝令」，在訂定限電方案時悄悄地又「夕改」一下，使工業限電從原來的百分之十五降到百分之五。

筆者在此不得不提出一基本問題來探討。今日台灣之所謂「缺」電，其實不然，只是其中有太多的浪費而已，而這又是政府沒有正確且健康的能源及產業政策使然。第一，政府過去一直沒有認真制法、宣傳與鼓勵民眾自動節約，並有效使用能源。第二，在我們產業中，有不少由能源與環境觀點不適當在現階段的台灣發展的工業。這個恐怕才是缺電最主要原因，蓋工業用電約占總用電量百分之七十，而民生用電不過百分之二十五而已。我們可以從政府六年國建計畫中的數據來看台灣工業的品質如何。以下就台灣與日本的每一美元產值所耗電量，作一比較（見附圖）。一九七一年台灣美一元產品需耗電量二·二度，而日本為一·六七度，兩者之比為一·三二倍，但到了一九八一年增加為一·六二倍，一九八八年則為二·六三倍。

若把日本數據繪在半對數 (Semil-Log) 圖表上，以外延法估



計出去年的值○·一七五，再與台灣實績值○·五二比較，去年台灣工業單位產值的耗電量，已是日本的三倍了。從圖上可看出，一九七〇年初台灣工業的品質，只落後日本不過兩年，但一九九〇年的現在已落後十年了。依政府自己的估計，單位產值耗電量今後幾乎一定，所以日本之工業升級若繼續進行，則台日間差距會愈來愈加大，恐永遠不能縮短了。趕快淘汰高耗能工業，停止浪費吧！

這個事實證明了目前台灣產業裡，確有很多高耗能工業的存在。而耗能度之高，同時也表示其對環境污染度也高，事實上這

些工業包括石化、水泥、電鍍、煉鐵等。其中石化業的產值約占整個工業的三分之一，而其用電量之大幾可與民生用電匹敵。單從這一觀點看，識者不贊成在台灣發展石化業是有理由的。然而，政府不僅不把這些附加價值低但高耗能且高污染的「骯髒」工業淘汰掉，使整個工業提升其品質，反而以「絕不限電」鼓勵繼續浪費自產率極低的寶貴的國家能源，又讓忍受那些「骯髒」與特權工業所帶來環境污染多年的台灣百姓，以「必要時可停電」威脅下嘗嘗缺電的滋味。這是何等的不公與不義！為什麼政府口口聲聲說要工業升級，而事實上

仍縱容那些「骯髒」工業呢？這裡有一個較不出檯面的理由。以石化工業為例，其中游工廠多為執政黨營或所投資，而它們與上游的國營公司之間，有某種利益輸送管道的存在（如中油可將每噸成本二萬元的乙 原料，以一·六萬元的低價賣給中游廠，而其損失由其他油品之高價出售來彌補之類）。

另一個使台灣電不夠的原因，就是在於台灣過分依賴核電本身上。依據能源會及原能會資料，台灣核電裝置容量最近幾年均占台電的百分之三十一左右，而發電量，於一九八七年時是百分之四十九，去年則為百分之三十九，都在所有發電方式中最多，其對核電依賴度僅次於法國，為世界第二位。但台灣核電的跳機頻率也是在世界最前面的。去年台電三座核電廠計六機組的總跳機次數為二十六次，前年總次數也一樣），一、二、三廠分別為十一、四、十一次，平均每機組每年約為四·三次，最近三年有一機組一年跳機十二次之多與法日等核電國家之年平均跳機不到一次相比，以這種破紀錄跳機率誰會相信台電「絕對安全」的說詞？由於核電以特大容量作為基載用，所以一跳機就會減少供電一百萬 之譜，當然就會「缺電」了。

目前，台灣「錢淹腳目」，自然有發展核電的「物」力，然對其安全運轉更重要的「人」力

條件如何呢？台電這個老大的國營機構近來已逐漸表現出其「人」的問題特多。如高階主管過去在購煤案中所暴露的巨額（數百億）國際利益輸送前科，其管理鬆懈以致常發生各種毛病，如工作人員打瞌睡；如任諸多數據被作假，如空浮等事故被掩蓋，甚至連輻射防護上最重要的保健物理日誌都被撕去等等，不勝枚舉，叫台灣百姓如何敢相信台電，以及其上司監督單位包括經濟部與原能會？台灣人民是住在一個小島上籠罩著無法趕走的可怕核災變陰影下，戰戰兢兢地向不可知的未來。

「台灣不夠電，為國家發展，為全民利益，核四一定建。」這是政府興建核四廠的標準說詞，今以押韻的一首五言絕句形式寫出，使其當作促銷「廣告」，多麼的動聽且動人呀，相信讀過後有很多人會被洗腦得一乾二淨。現在筆者來作一些文字遊戲，改動其中幾個關鍵字，看看會如何？先把「國」字改為「黨」，「全民」改為「特權」，則變成：

「台灣不夠電，為黨家發展，為特權利益，核四一定建。」這一首仍動聽卻不那麼動人了，但是它比較表露出實相，而實相通常是醜陋的。若再將「不」字改為「有」，「一定」改為「不能」，則變成

「台灣有夠電，為國家發展，為全民利益，核四不能建。」

這一首相信又回到動聽且動人的了，因為它傳達了目前反核的理念，而真理通常也是美麗的。

有了理念或理想之後，我們需要制訂一個民主的產業、能源與環境政策以落實理想，這裡我們主張：

(一)徹底消除骯髒特權產業，確實遂行產業升級，

(二)鼓勵全民節約及高效率地使用能源。

(三)推動開發利用清潔且安全的新能源。

(四)凍結中央集權式大電廠，而發展地方權式小電廠。

在能源的開發與節約方面，很多先進國家的作法可作參考，特別是鄰國日本推行有年且頗具成效的陽光（Sunshine）計畫及月光（Moonlight）計畫值得借鏡。

願全國每一個人都能尊重人民生命，愛惜本土環境，並珍惜利用地球上有限資源與能源，大家一起來為建立我們子孫可永續生存與發展的空間，亦即安全、民主、公義與和平的社會而打拼。

（本文作者是成大物理系教授、台灣教授協會會員、台灣環保聯盟副會長）◎

台灣環境保護聯盟

草根的・運動的

讓陽光驅「黑影」

／吳慶年

在芝加哥大學總圖書館西側空地上，有一個美國著名藝術家亨利摩爾（H. Moore）所作銅製彫刻品，看上去像是在三支粗腳支撐著一個大扁頭的怪物。常來此拍照留念的遊客，未必能領會此怪物之意涵為何，等到讀了附近一小塊簡介牌後，才知它是象徵著一九四二年十二月二日，在此地成功產生核分裂連鎖反應，於是誕生了全世界第一個原子爐。然而這項科學史上的偉大成就，有否帶給人類真正的福祉？由此原理製出的兩顆原子彈投下日本，奪走了二十幾萬人命；六〇年代後逐漸出現的核能發電，也因不可避免的輻射污染及核廢料之難以妥善處理等致命缺陷，令有關科學家們咸感到對社會責任之重大，紛提核武管制呼籲（如羅素、愛因斯坦）或警告核武、核電輻射會引起血癌增加。就連核能解放者費米（E. Fermi）本人也因常暴露於輻射線只活到五十三歲。

一九八一年我去芝大費米研究所。做有關太陽能之研究。翌年底欣逢核能解放四十週年，全世界相關學者（其中有十多位諾貝爾獎得主，包括楊振寧教授）匯集於芝大召開兩天紀念會，我也有幸就地參與盛會。會中除回顧與評論外，特別對核武競賽及核電的潛在危害表示嚴重關切。會場外也有學生舉牌示威，牌上所寫：「No More Nuke」（不要再有核電）或「End the Atomic Age!」（結束原子時代）等使我印象極深。

一九八三年回國以後，我在從事太陽能有關研究及教學之餘，也逐漸投入反核運動。因為眼看台電對已存的三座核電廠管理不善，頻頻出事，但政府卻以核電為「百分之二百安全」、「既定政策」或「必要且唯一的選擇」等「黑」心肝、「黑」箱決策及「黑」白講法，欲強硬推動核四，違反世界潮流，危害全民安全，令人憂心忡忡。核電在地狹人稠的這小島已投下一大「黑」影。幾年來我挺身而參加反核之遊行請願、立法院靜坐或到處演講宣揚理念，常常因上課關係從台南趕早車北上再乘夜車回南，而不顧近古稀之齡，實為熱愛斯土斯民，深知任何一次核災變（其機率非零）必毀滅此美麗島之故。最近更出席數場核四公聽會，與當局據理力辯，尤從專長力陳，鑒於美日等積極研發太陽能發電成本急驟下降（本世紀末會降至每度二元上下），天賜太陽能充沛的台灣應積極推動陽光發電及省電（尖峰時改用陽熱吸收式冷氣機）等具體方案。其有必要性及可行性（可替代一座半以上核電廠）。但結論總是「核四非建不可」，令人懷疑其中有否「核」人「黑」幕？

讓一切攤開在電視亮「光」下辯論能源政策，令真相浮現，並讓豐沛的「陽光」來驅走「嚇死」人的大「黑」影，以利重建子孫後代可永續發展的非核「美麗島」國！

非武反核的壯舉

——核四公投千里苦行回顧

／吳慶年

宜地歷代出義人，傷鳥歸巢入慈林。如今律師兼高僧，絕食禪定立法院。
 竟化悲憤為毅力，獨俠重現江湖濱。坐倡核四公投議；起率千里苦行陣。

外聞核電高科技；內見公建低質品。集合猛狎古廟埕；誓揚台灣新精神。
 球員裁判一條褲，上樑不正故障頻。克己互結共命體，喚起同胞做主人。

擅把爐機容量增，非法預算七年銀。齊然素笠素襯衫，肅然禁語禁食飲。
 官稱國家既定策；民疑惡黨利送金。灼面江背不為苦，非武抗爭風範新。

罔顧住投九成反；蹂躪遊行三萬心。夏炎秋涼披星月；北南西東遍鄉鎮。
 蠻橫獨夫一手遮，寶島天空陰森森。百姓只顧三頓忙，滿街靡音交噪音。

可怕遊離放射線，久遠遺害子孫身。綠褪山河烏臭瀰，嗚呼難土我母親！
 能源政策何去從？決擇主權在庶民！遠天隱現片片雲；近地待清滾滾塵。

成立公正負責的核管會

——再論核二廠輻射外洩事件／吳慶年

核二廠一號機七月十一日因燃料棒破損而發生輻射外洩事件，筆者曾寫「停止愚民的核電政策」一文，（七月十九日自立早報），質疑原能會與台電的措施不當。八月二日自早刊出《台電來函》有所回應。筆者茲就來函並對此次事件進一步評論。

來函第一點中說：一號機廢氣處理系統下游之輻射偵測器讀數二十時左右上升，廿時五十分達「低階」警報值，值班人員立即採降載措施，廿時廿一分分解聯。另據原能會表示十一日廿時五十分廠房輻射劑量由正常值每秒廿微居里遽增至九千微居里，但仍在「安全」範圍內。輻射劑量率每秒九千微居里是否「低階」或「安全」？爲了檢驗它，我們取其一半爲開始上升至停機前二小時廿分鐘期間之平均值，算出其總輻射外洩劑量三十七居里。而此劑量的放射性氣體（研判爲碘爲主）的規模到底有多大？試與外國情形相比較便知，與一九九〇年日本平均每一核電機組一年內外洩放射性氣體（碘）的總劑量，七萬貝克（Bq）相比，三十七居里是它的一千萬倍！又與一九七九年美國三里島事件時之放射性氣體（只有含碘）外洩總劑量十五居里相比，即超過二倍，幸未洩出廠外而已。

可見這次廠房輻射外洩，絕非低階或安全，難怪外文報紙稱爲「高階」放射性外洩。然而原能會仍表示「情況不嚴重」，「尚不需停機」，甚至把台電員工主動採取妥當處置，停機檢查，還認爲「保守」態度。試想若當時依照原能會「仍可繼續運轉」看法去做，則後果如何只有天曉得。

來函第二點澄清「未找出破損燃料棒就併聯」說：爲瞭解燃料棒破損位置，機組必須維持運轉，熱功率提升爲第一階段二十至三十%及第二階段五十至六十%，將每根控制棒逐一插入爐心後抽出，藉由觀察廢氣活性變化，定位出破損燃料棒位置，進而抑低其出力，減少輻射廢氣產生。

然而在沸水爐採用控制棒來調整出力是很危險的。其理由是：當某一根控制棒插入爐心後又以很短時間抽出，其旁燃料棒內燃料丸在熱功率急遽上升之下，其溫度會比外面的覆套管的上升更快。由於覆套是極薄（約0.6mm）的鋯（Zr）合金，燃料丸的急遽熱膨脹會從裡面把覆套朝外壓開，將使它變形——此爲燃料丸覆套相互作用（PCI）。另外，出力的急遽上升也會加速鈾分裂生成物的產生，而其中氣體狀的碘（¹³¹I）極具腐蝕性，從燃料丸跑出進入覆套間隙將使它腐蝕。加上PCI的強壓

，竟會使覆套裂開，若有裂縫者將更擴大——這就是應力腐蝕裂開。

核二廠廠房輻射劑量率既高達每秒近一萬微居里，顯示覆套破裂很厲害，原委會卻同意進行如此危險的低載定位實驗，實在不可思議。七月十三日起測試數天後，果然台電就承認：(1)幾天以來乃「無所獲」，(2)已確定，前氣燃料棒有細微針孔的「判斷錯誤」，且(3)廢氣廠房輻射量仍「超過正常值。」原委會也表示，由於一號機已無法全功率正常運轉，若處理不當並可能「擴大輻射洩漏」事件，開蓋更換燃料棒已不可避免。可見這次冒險的定位實驗是徹底失敗，不是應了筆者所謂「隔靴搔癢，每底撈針」嗎？請不要以此定位技術在國外有多成功案例，所以是最佳抉擇等鬼話來唬國內老百姓吧。要知史上最大核災車諾堡事件，也是在進行低載實驗中引起多種複合事故而發生的。

來函第三點對「小裂縫會受熱膨脹而自然密合」的說詞，改口說：受損燃料棒確有破孔「重新密合」與「再開口」交叉出現情形，而又把責任推給各國核電廠運轉經驗，似說既是經驗就不管它與物理定律符合或否。那麼我們也來看看這次台電經驗如何？實驗五天後，原委會表示：提高發電功率至15%測試，燃料棒「熱脹冷縮」，但燃料棒護套裂縫「並未縮小」；可見「重新密合」未發生。該會也承認，提高功率會使輻射洩漏量「增加」；顯示「再開口」效應。原委會七月十七日既知（或應知）事態嚴重，也知各國經驗禁止燃料棒「嚴重」破損時繼續運轉，爲何還讓台電繼續運轉數日，直到二十一日以後才停機？

來函第二、三點原爲筆者對原委會同意台電做低載運轉及所持理由的質疑之台電回應。核安監督者不負責，卻由核電開發者代打的怪事，再印證兩者「穿同一條褲」的本色。在此事件中，他們以荒謬觀念所採錯誤措施，差點把台灣陷入萬劫不復的境地！希望立法院及監察院調查這次事件之真相，並追究其相關責任，以保核電安全。

我們呼籲，「有爲」的政府應拋棄歷史包袱，裁撤長久以來表現無能不負責的原委會，把其裁判兼球員角色分開；核能應用部分業務與經濟部能源會及能源相關單位合併成立能源部，以統籌全國能源行政；並另設立一公正超然的核安管制委員會，專責切實監督現存核電廠營運與廢料關廠等後端處理，以維護人民子孫的生命安全與國家永續發展的契機。

世界物理年與永續能源

吳慶年（成功大學物理系/教授、台灣環境保護聯盟/學術委員）

聯合國為慶祝1905年愛因斯坦發表震撼物理世界的多篇論文剛滿一百年，特訂今年為「世界物理年」。當京都議定書今年二月生效，且面臨油價飆高、傳統能源趨向枯竭之際，愛氏在兩篇與新能源息息相關的文章裡，所揭示的重要概念與影響值得我們回思玩味。

在第一篇的特殊相對論，他導出嶄新的「質能轉換」之可能性（即有名的公式： $E=mc^2$ ）。質量與能量可互換的顯著事例，除在宇宙中的湮滅及對生等高能現象外，就是重元素的核分裂及輕元素的核融合。

在第二篇的光波量子說，他提出電磁輻射在與物質作用時具有粒子性質（稱光子），而完美解釋了「光電效應」之機制。事實上光電效應有兩種：一種為光子進入金屬把自由電子打出其表面外，而在外加電壓下產生光電流的現象，稱「外部」光電轉換。另一種為光子入半導體內激發出導電的載子而產生光電動勢，稱「內部」光電轉換，即太陽電池。

茲將沿著歷史軌道，巡禮一番這些新能源百年來發展與愛氏角色，俾資人類追尋未來永續能源之南針。

核分裂能

1938年德國化學家O. Hahn實驗發現用中子撞擊造成鈾的核分裂，這消息輾轉被傳至流亡在美國的愛氏，由他寫信影響羅斯福總統而成

立的曼哈頓計畫下，1942年12月義裔物理學家費米（E. Fermi）在芝加哥大學建造了世界第一座可自連鎖反應的核分裂「原子爐」。1945年8月（歐戰結束後），應用核分裂能的「原子彈」首次投下日本，目睹了慘局而震驚的愛氏非常後悔曾寫信給羅斯福，而發表了著名的羅素-愛因斯坦宣言，強烈譴責並主張嚴厲管制核武乃至廢核。筆者1981至83年間在芝大「費米研究所」作太陽能研究時，佇立費氏的肖像畫前，思念及他因長期曝露于核放射線而只活了53歲，嘆惜其英年早逝，並深深體認核輻射摧殘生命之可怕，成為筆者爾後投入反核運動的精神原動力。

1955年，即愛氏逝世年，艾森豪總統的聯大「和平利用」演講推銷下，核能用於發電才迅速開展（全世界現有434機組運轉中）。核電除具大容量、少放二氧化碳外，事實上簡直像不定時炸彈隨時會因人為疏失引發如車諾堡、東海村等嚴重核災，放射性廢料處置、關廠等艱鉅耗費的後端遺毒處理將長期危害後代，且因低熱效率致排放大量熱廢水入海，以加激全球異常氣象等。更有甚者，由於鈾鑛藏量也極有限，為貪圖核電應用的延長，必走上核燃料再生利用；於是美法俄日等核電大國都先後建造了危險的快速增殖爐（FBR），但都因鈉外洩火災等嚴重事故而現均停爐，只日本似還未死心。另外，日法等國試圖把用過燃料再處理後抽出的鈾，混合於鈾來燃燒（稱MOX），雖遭住民強烈反對，其蠻行前途仍堪

憂。鈾為全球最毒的元素，且可輕易製成小型核武，有助長破壞核不擴散條約之懼。人道和平主義者愛氏若還在世，面對這些險惡發展，相信他一定會站出來反核，高呼早日脫離所有核分裂能的使用，以免人類與地球走向毀滅之路。

核融合能

太陽源源不竭的能量如何來之謎，直到1938年德國物理學家貝德（H. Bethe）提出在太陽核心部進行的「質子-質子循環」的機制始解開。這循環的淨過程為四個氫核（即質子）在約一千五百萬度高溫下熔合成一個氦核，放出兩個正電子及微中子；並由反應前後質量缺損轉換而產生巨能，供地球上萬物享用。

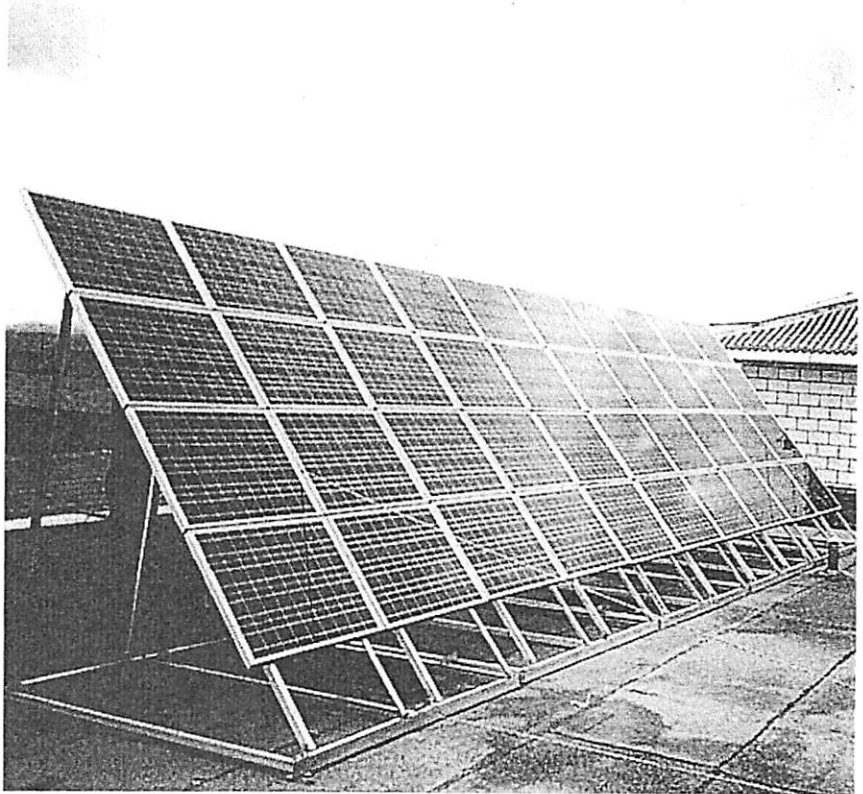
氫核融合能在地球上首次應用是1952年美國的氫彈試爆。鑒於其超大的威力，受控制的熱核融合能便被認為人類未來的終極能源，邇來在美俄歐日等國大力進行研究。目前實驗的主流是把氫的同位素，氘及氚的電漿用磁場囚禁，並加熱至約一億度超高溫下熔合成氦，稱「氘-氚反應」，經過半世紀努力最近有些進展。一九九九年筆者曾去普林斯頓大學「電漿物理實驗所」訪問，其著名的環狀融合試驗爐（TFTR）已獲不錯成果後結束，而新一代的國家球狀融合實驗爐（NSTX）則剛完工，正開始實驗。當時被告知有一個「國際熱核融合實驗爐」（ITER）的計畫，其達成點燃融合所需指標值設定為當代最佳記錄值之六倍。由美俄歐日中韓六

國組成的ITER之爐址在日法間激烈相爭很久，直到上（六）月二十八日始確定設於法國。據日方原規劃，總事業費1兆3千萬圓，預定今年動工，2015年開始實驗，在約1億度高溫電漿中點燃氘-氚反應，將供給120 Mw定常電力。隨著此計畫的展開，熱核融合將進入一嶄新階段，重燃人們對此較清潔、安全的再生能源寄予厚望。

太陽光發電

典型的太陽電池用矽晶半導體，但半導體內電子舉動比金屬內複雜，對其瞭解須待量子力學之出現。1924年法國的德布羅意從愛因斯坦的輻射「光子說」概念的逆向思考，提出「物質波說」，即電子在運動時也具波的性質；1926年奧國的薛丁格把此說發展出有名的量子波動方程式。應用此式則可正確描述具波、粒雙重性的電子與光子在半導體內舉動。

1954年，即愛氏逝世前一年，美國貝爾研究所的 Pearson等三位科學家發明最早的單晶矽太陽電池，具轉換效率 6%，受媒體頗高評價；1958年即用在人造衛星，有助於太空時代的開幕。1973年石油危機後逐漸被應用於地面，如作僻地獨立型電源等。1990年前後德日美等國導入電網併聯及經費補助等制度，以鼓勵設置太陽電池系統於屋頂，太陽光發電（PV）才蓬勃發展起來。邇來太陽電池的世界年產量很快生長，如下表所示（其年均增加率從1990年以前10%，90年代20%增到2000年以後之37%）。由於各國加速研發及推動，太陽電池及模組的效率逐漸提高（最高分別達37及22%），成本也降低（最低達\$ 1.2/W）；全球PV累積裝置容量在2000年已突破 1GW，且據日美預測未來將大幅增加，如 2010 年達 9GW，2020年 125GW，到2030年達 920GW。



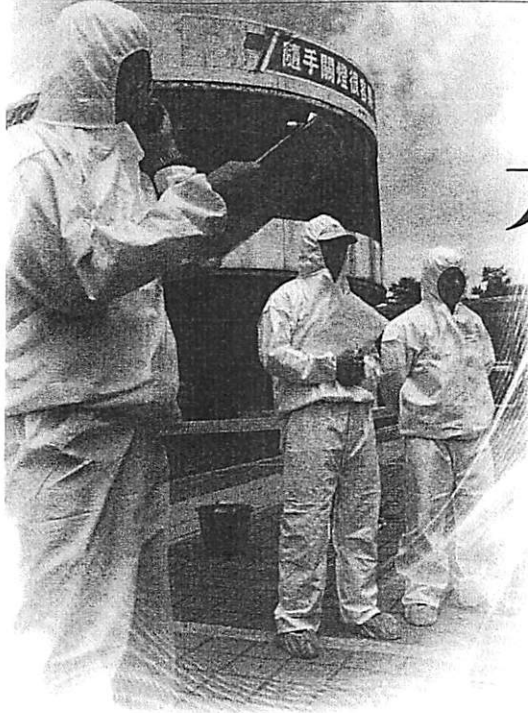
年 份	1983	1985	1990	1995	2000	2003
太陽電池年產量, MW	22	25	47	79	288	750

在核分裂能已到黃昏而核熔合能的曙光才初露的現在，想想最佳的未來能源是什麼？陽光發電的特色是，把長驅入射地表的陽光，用太陽電池板在中途攔截，不讓它被吸收再放出惱人的「熱」，並把其「光」直接轉換成有用的「電」，可謂一箭雙鵰，對遭受暖化威脅的地球具特殊意義。尤其地處亞熱帶，日射資源豐沛的台灣，陽電對炎熱夏期驟增的尖峰用電之抑制有極大助益；對98%能源依賴進口的我國而言，陽電實屬天降的本土自產能源。

所以我國能源政策的最佳組合應是：（1）全國上下強力推行節能生活之外，（2）儘速發展以太陽能為根本來源的再生能源，尤以太陽光發電為主（夏季優勢）與風電為副（冬季優勢）；（3）利用

再生能源的離峰電力把水電解取出氫，供給燃料電池作家庭及車輛電力用（未來還可直接用作引擎燃料），及（4）青黃不接期的較大電力則由低碳的天然氣發電來支撐渡過。

回想1982年在芝大有幸與貝德教授見面談話中，這位1967年諾貝爾獎得主對筆者所說的一句話，「在面對能源及環境雙重危機的未來，太陽能將是上帝賜給人類的最優美（most elegant）禮物」，至今難忘。在愛因斯坦發現質能轉換一百周年的今年三月，貝氏以百歲高齡逝世；深感造化之奧妙，並謹祈他與愛氏在天之靈繼續看守並引導我們，以感恩的心把兩位巨人所揭祕的太陽能源有效運用、發揚光大，以促進人類與地球的和諧與永續發展。（原載於Taiwan News196期）



大地震敲起核安的警鐘

吳慶年（成大物理系教授、台灣環保聯盟學術委員）

一、引言

本（七）月十六日早上日本新潟縣發生芮氏規模六.八的強震，稱「中越海域地震」；造成逾千的屋倒及人傷（含死十人），並引發離震央九公里的柏崎刈羽核電廠受損嚴重而完全停廠。筆者一九九九年曾由柏崎市議員陪同訪視這座世界最大核電廠（共有七基反應爐、總設置容量820萬千瓦），令人特別關注的是，該廠中一九九七年最後完工的六號及七號爐，是剛由美日共同開發的所謂「進步型」沸水爐（ABWR，容量各135萬千瓦），也是台電正在建設中的核四廠所採用機組。鑒於它們從試運轉以來多起事故，當時筆者就懷疑其「改良」的效果，這次地震中發生主要核安災情的果然是該兩機組。

這一次地震是日本有史以來首度核電廠遭到強震重大災害，因安全問題而全面停廠檢修，所以受到日本全國與國際嚴重關切；如國際原子能總署、美國核管會，在第一時間即分別表示願派專家視察及支援。台灣與日美同處環太平洋地震帶，更應從這次經驗中取他山之石以為借鏡，俾檢討提升我國核電設

施的耐震安全。

二、柏崎核電廠的災情與影響

根據報導，地震後東京電力公司陸續發表，最少出現了五十起災情與異常狀況，其中較重要者有如下各項。

1. 三號機組變壓器冒煙起火（因通報等延誤，導致耗費二小時後才完全撲滅火勢）。
2. 七號機組排氣筒偵測出有放射性氣體外洩於廠內。
3. 六號機組貯存用過燃料的冷卻池受震搖晃，引起約1.2公噸含放射性物質的水溢漏，經由外溝排放入海中（延遲四小時才對外公布）。
4. 廠區內貯存低放射性廢料的約一百個鐵桶被震倒，且其中許多封蓋被掀開脫落（經過一天後才發現）。
5. 廠區內地盤受震崩裂，顯出多處隆起與凹陷的地形。
6. 廠內消防用水管破裂、油槽傾斜、漏油、配管變形等。

這次出問題的七號及六號機組都屬ABWR型，從臨界以來迄今就事故頻仍，且所生事故之約一半為其標榜「改良」的燃料棒及內藏環循環水泵之破損及故障。由於沸水型爐之燃料棒破裂會外洩輻射氣體，而這在地震時更有可能發生且更危險。因為平時附著於護套上的水泡會受震脫離浮上，導致核反應驟升，而熱功率之急升令內包的燃料丸吸收熱而膨脹，把極薄（約0.6mm，ABWR型改得更薄）的鈾合金管向外擠

壓使它變形，若護套因長期運轉而有腐蝕，則向外的強壓把它裂開，放射性氣體就從裂縫外洩。難怪京大原子爐實驗所的今中哲二博士（筆者舊識）指出，這次輻射物質散落在大氣中，有可能是核爐內部燃料棒破損或配管龜裂等所致，必須詳加檢查。（一九九五年核二廠一號機也因燃料棒破損，而發生高劑量輻射外洩而停機逾月的事件，筆者曾撰文評論台電、原能會所採不當的因應措施）。

面對這一連串意外狀況，這個亞洲最大電力公司之表現，凸顯對核電的安全管理散漫、不僅應變能力不夠，震後還隱瞞災情，數度更改公布內容。難怪東電社長被經產相傳召，以「應為此次災情通報及對應遲緩，深刻反省」，當面予以嚴重警告。朝野各黨均要求東電就所發生各種狀況之起因，責成相關部門深入調查並提出詳細報告。

在柏崎廠因未曾有的核安事故而被下令停廠後，經產相關明，該廠所有七機組在確認安全無虞前不會恢復正常運轉。東電也表示，電廠何時才能再啟動，目前完全無法預估，重要機器之檢查分析就要一個月，加強耐震的工程也須通過政府的安檢確認，並獲得地方自治體的了解同意（依相互安全協定），最短也要好幾個月。

由於柏崎廠佔全國五十五基核電機組總容量之約十六%及東電供電量之十三%，其全面無限期關閉，將引發今夏東京首都圈的生活及生產用電嚴重短缺；東電準備重啓舊

式火電廠，並請求國內六家同業支援緊急電力以因應。另外據傳強震也導致該市生產汽車重要零組件的大廠震毀停產，迫使主要汽車製造廠商如豐田、日產、三菱等多家宣佈暫停生產。這些發展恐對日經兩大支柱之電力及汽車產業產生負面衝擊。綜觀之，這一震引發的核電與經濟受創程度，似乎超過原先估計。

三、核電廠耐震安全的探討

由於台灣地處歐亞大陸與菲律賓賓海兩板塊交界，且尚在造山運動最盛期，強震頻繁（統計顯示，規模7以上者平均西部每三十年一次，東部則每十年一次），大小斷層密布全島。然而台電卻很大膽（或無謀）地把所有核電廠都建在主要活斷層的旁邊，如核一及二廠分別距金山斷層七及五公里，核三離恆春斷層只一·五公里，及核四離新店斷層也不到十公里處，且有五條小斷層在附近；每一座都宛如坐在不定時炸彈上。一九九九年的九二一大地震之規模七·三，引發從來未曾被認甚為活躍的車籠埔斷層錯動達一〇五公里，奪走二千五百人命，造成中部一大浩劫，也給台灣經濟嚴重打擊，大家應記憶猶新。

柏崎廠位處歐亞與北美兩大陸板塊的交界線，從富士山西邊沿日本阿爾卑斯山脈東邊北上入日本海處的東邊約五十公里。這次震央在該市北方九公里、深十七公里的海中，斷層則從海傾向陸地；據防災科技研究所的專家研判，引發強震的斷層很可能延伸至核電廠址的正下方。該廠一九七八年開工前，曾徹底調查地質狀況，然為何具有進步科技的日本卻未能事前發現這隱藏的活斷層，受到各界質疑。

台灣對「活」斷層的定義一般

採中央地質調查所的分類：第一及二類分別指一萬及十萬年來曾經錯動者，第三類指「存疑性」活動斷層。日本在去年改訂的「耐震設計審查指針」中規定：「所考慮的活斷層應包括十二至十三萬年前的活動尚不能否定者」（比過去只規定活動年代一萬及五萬年進步）。但一些活斷層仍然是無法從地表看出來的，如這次顯示，查不到的地下斷層卻有可能發生規模七級的垂直型強震。又九二一大震時，已知的南北向車籠埔斷層在其終止點豐原，急轉向東北未曾知有斷層的石岡、卓蘭線延伸，而引起大災（石岡水壩垮塌）是另一例。可見台灣島也可能還有潛在地下斷層未被發現，因此對活斷層的學術研究與實地調查及追蹤（包括新近發現核四所在地東北角旁海底活火山群之監視），應更慎重的深入與周全。

台電對核電廠的防震設計是依據20年前的舊規做的，其可承受的水平地表加速度分別是第一廠0.3g，第二至第四廠都採0.4g。此次受災的柏崎廠則用0.3至0.45g，但在地震所測得地表最大加速度達0.7g，阪神地震則達0.8g；九二一大地震更測到最大1g的百年紀錄值。可見台日兩國的電力業者都有為自身經濟利益考量，不顧公共安全以壓低建設成本之嫌。然而為國民的安全，各國近年紛紛改訂建築物、包括核電廠之耐震設計規範；如日本就訂核電廠為一般建築物之三倍，台灣內政部也重新分區規範一般建築標準，地震甲區為0.33g，乙區為0.23g；美國核管會更加入「斷層因素」（如在斷層邊五公里內，則提高標準為遠離斷層地區的兩倍）。筆者據以試算，得出台電各核電廠耐震度至少0.7g，才足以抵禦規模七級強震。

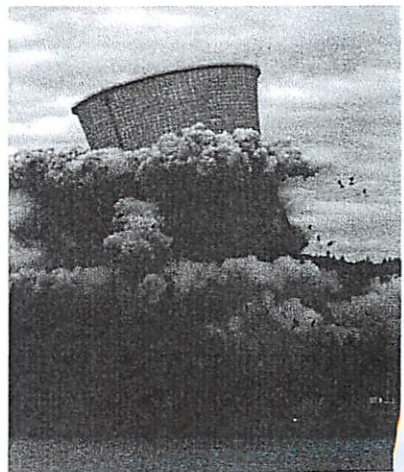
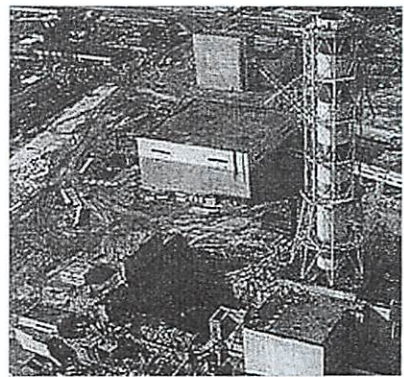
四、結語

建議政府（1）速組一產官所成團隊往日考察災情成因及因應方案，從慘痛經驗中汲取寶貴教訓，（2）嚴督台電順應潮流虛心檢討改進，切實加強耐震及核安措施；俾維護台灣人民與國家的四生（即生命、生活、生態及生產）安全。最後獻上拙詩一首以為為結。

【七月廿九日脫稿】

地震核電災，警鐘響世界。
器障出煙火；輻洩入空海。
七爐復無期；四生重受害。
斷層廠下躲，密探何未逮。
狹島板塊交，共環洋震帶。
設低耐震度，遇強必危殆。
還轍小心避；借鏡大膽改。
莫寄其不來；堅備特有詩。

（原載於Taiwan News302期）



以武士道精神 來推進廢核！

— 寄予2011年青森「反核燃之日」全國集會 —

吳慶年 / 成功大學物理學系教授、臺灣環保聯盟學術委員

這個(3)月11日，強震、海嘯、核電廠災害同時席捲日本東北地區之後，還不到一個月的4月10日，將在東北的青森，舉行2011年「4·9反核燃之日」全國市民集會之際，從同樣位於環太平洋地震帶且受到同型核電廠的災害威脅的台灣，向為著核燃循環政策之轉換，堅強奮鬥的各位致敬說幾句「加油」。

我曾經有榮幸參加2000年「反核燃」5千人集會，在大會前一天的記者會上，看了有超過7個報社的記者們出席，並積極地提問，表示出在新世紀的開端，媒體和輿論對於核燃循環問題(包含核能發電與其前後的核燃料製造再生、核廢棄物處理問題)以及代替能源之關注，深有感觸。

這次的青森集會，正當3月28日菅首相向國民警告「東日本全毀」的最嚴重事態的可能，面臨如此巨大災害當中舉行，因此具有非常重大的時代意義。最初，IAEA將福島第一核能廠的事故輕易判定為第四級，然3月13日我在台灣公共電視節目中，與2007年地震而全廠停爐的柏崎核能廠比較下，認為這一次因氫氣爆炸不得不用海水冷卻的1號爐，含有廢爐的可能而指出其災情發展的嚴重性，恐怕事故會超越三里島的5級。果然，過不久被判定為5級，更升級為6級，這是僅次於車諾比7級的大事故。隨著冷卻失敗，從爐中及用罄燃料儲

藏池燃料棒洩漏出來的輻射線，汙染海陸、農作物、海產物及自來水，在更遠處的歐美也檢驗出輻射核種I-131和Cs-137等，因此恐核、反核乃至廢核的聲浪蔓延到全文明世界。尤其在德國，一天之內25萬人遊行示威，要求廢爐現存核電廠17座；還有，聯邦重要的一邦，竟選出綠黨的首相來了。

日本在這千載一逢的不「幸」機會，可以順應世界潮流，大大地踏出一步，讓廢核(核電 核燃)推進成功吧！將來有一天，沿著芭蕉的「奧之細道」，走訪福島核電廠和六所核燃處理廠的廢墟的旅人，一定會感慨至極，低吟東北詩人土井晚翠所作詩、瀧廉太郎作曲的〈荒城之月〉(詩中「城」改為「廠」)來表出憑弔之意：

今日荒廠夜半月，不變光輝為誰明？
籬笆僅見藤葛殘，松枝唯聞嵐風鳴；
天上光雲雖不變，榮枯流轉世常情。
如今仍然欲映照，哀哉夜半荒廠景。

而且或許悄悄地緬懷著〈平家物語〉的開頭詞：

祇園精舍之鐘聲，有諸行無常之響；
娑羅雙樹之花色，表盛者必衰之理。
驕慢獨夫亦不久，恰如春夜之夢魘；
猛剛巨物亦終亡，皆同風前之塵埃。

現在，持續將近半世紀的日本以及世界的「核能」時代的閉幕，由於歷史巨輪之推動，漸漸地變為現實。為此目標吾人需要靠新的自然能源，尤其是以太陽光發電和風力發電為基礎的「綠能社會」的出現。以福島核災為開端的世界性「絕色革命」行列，日本要扮演鼓笛隊的角色，才能夠即將在2025年左右到來的「綠能」時代的開幕，擔任拉幕的榮譽。

在電視目睹，雖然身處在飢寒窮乏的絕境，還謙虛地遵守社會秩序，互相扶助努力的災民們、一直到被海嘯捲走的前一刻還繼續廣播勸告避難的公所女職員、賭上性命進去瀰漫著輻射線的損壞反應爐建築屋裏，進行修復的壯士隊，對他(她)們驚人的堅強、崇高淒美的精神，不禁感動與敬仰。這就是被稱為台灣糖業之父、出生於東北的國際人，新渡戶稻造著作的〈武士道〉精神的具現，這正成為各位完成這困難至極的「廢核」任務的基本保證。

我們從遠方的台灣，祈望全世界的人們與各位手牽手，基於「超越私人的死亡，奉獻公共的生命」的武士道精神與「人不勝天，唯有人天共生」的宇宙觀，使日本這次悲慘的核「禍」快速轉換為燦爛的綠色「福」島。

最後，獻拙詩〈哀災民〉與〈絕境見淒善〉兩首，來祈禱亡者的冥福與傷者及受災者的健康和生活儘快恢復正常。

〈哀災民〉

古瑪耶人曾預言：世界末日在明年。
難道日本出首兆？複因併發巨災變！
九級強震海嘯吞；四爐氫爆輻射散。
屋流族離市町滅；炎上雪下煉獄現。
去奢歸素廢核電，血訓是「人不勝天」。
櫻季未料地浩劫，都知竟提「天罰」說。
雖經媒體斷章誤，「私慾污垢」須洗潔。
災黎冷靜顯高序；遺眷悲慟掩低咽。
球村鄰民陷塗炭，「人溺己溺」感同切。
教授不憫萬元捐；學生送愛千鶴折。

〈絕境見淒善〉

岸邊公所放送報：「海嘯將襲速退走！」
播員堅守至被捲，嗚呼春華瞬散凋。
傷爐建屋放射漫，敢入修復壯士傲。
臨義滅私助公生，大無勇踐武士道。
甦國正需此魂魄，核「禍」轉成綠「福」島！

2011年3月29日

(三里島核電廠災害32周年次日) 謹記

註：本文原以日本送完青森集會協辦朋友，並經杉森藍(成大文學院博士班學生)譯為中文，此致由衷謝忱。



連結市民的蜂起來終止核能時代

—寄給 2012「反核燃」全國集會—

吳慶年 (台灣環保聯盟學委)

令世界陷入驚愕戰慄的日本 311 大事故以來，已經過一年了。在多數犧牲者之周年忌日翌月，來參加此次反核燃集會的各位，必定懷有痛憤的心情，對那個比天災更甚的人禍的元凶，即核電的邪惡，是否有如赴追悼戰的感觸？

青森縣二十幾年來，被當作日本核電廠「公寓」的「廁所」；如今在下北半島（青森東北伸向津輕海峽的狹長半島）除了再處理用過核廢料來生產鈾（在六所村）及放射性核廢料的地層處分（在陸奧市）之外，還建有兩處核電廠（東通村及預定使用混合鈾與鈾的 Mox 燃料的大間町），而演變成世界罕見的「準完全」的核能循環地域。（所謂「準完全」，是指尚欠核武器的製造而言，但如二戰時東條英機類暴衝政客出現，則非無此可能）

目前世界上有美、英、法、俄、中等完全核燃循環國家，然而絕無如下北半島具有集中於一地域、立地於頻繁的強地震帶上、其設施所在的海拔低等條件的地方。一旦如 311 的巨大地震引起津波（海嘯）的來襲，則諸設施恐會剎那間潰滅，而引發比三陸更大事故與被害。

曾經以 54 部機的核能發電誇示世界的日本，目前只剩下一部機外，全部停止運轉中；而六所村再處理廠也因連連故障，以致何時可回復試驗運轉迄未確定，雖還屬暫時的，然已呈顯核能之末期的樣相。現在正是各位與世界諸國的市民相繫手，邁向廢核的千載難逢的良機到來了。

不過一旦廢止下北的核燃設施，則如何具體地繼續替代從來的補償金的地域經濟，是現實的問題。下北半島地居日本本州最北端，很長的冬天海邊是以「強的西風」與「凶的波浪」為特色。這些可借助於良質的近代科技，期待能帶給將來的「幸」（好物）。先就太陽能的分身風力的利用這點而言，若沿半島之約 100 公里之向西淺海岸線與低丘陵上，每 100 公尺設置 1 MW 級風力機，則容易獲得約 100 萬 KW 電力。然後就使用冬季廉價的剩餘電力，來引建將水電解以製造氫的工廠，及使用這氫的燃料電池的工廠等，則不久青森將有以「氫經濟」中心的姿態發展的可能。（另一波力發電也是未來可開發的自然能源。）

在此我不禁想起一位優異的日本畏友，此人是被稱為「拒絕了電力公司提供的封口費三億日元之科

學者」，故：高木仁三郎先生。1981年以來高木先生屢訪下北，其足跡從大所村，經陸奧市而遍及大間町。據於其現地考察，他著有350頁的大勞作《下北六所村核燃循環施設批判》（1991年刊，我也忝有受贈的光榮），在書中譴責「死」的循環，並從世界觀點解說反核燃之理念。「因本書作業，我自身比從前更加數倍痛感此計畫的恐怖。如果此計畫依原來那樣進行，我不得不確信會帶來大慘劇。……愛生命的所有人們必須合力，來阻止此無謀的計畫。」他所遺下的此段話，實為向世間所發警鐘之宏響！

高木先生以市民科學家擔任「原子力資料情報室」代表，我是在1995年第三屆「亞洲非核論壇（NNAF）大會」上，因對拙報告之教示為緣而相識，而畏敬於他的誠懇、沉著且思覺敏銳的人格。他以長年對抗骯髒的日本「原子力村」的反核先覺者，且向世界宣揚鈾之危險的貢獻，而榮獲1997年Right Livelihood賞（被稱另一Nobel賞）；但可惜的是以62歲的年輕就逝去了。茲再揭錄接訃謹表哀悼的拙詩（2000年作），當作先生一巡（12周年）忌之追思，並緬懷他所敲響的超時代警鐘的餘韻：

高木仁三郎仙千古

壯志必竟

高山一縷煙，窯中熱轉變。
木燠黑炭留，如陽造礦燃。
仁享化學能，文明賴以建。
三類火發見，核武又核電。
郎君適挺身，鴻聲警危險。
仙者先知覺：鈾害遺萬年。
千秋念脫核；億代望續展。
古聖再世暫，今生功深遠。
壯著臨終出，「神話解放」宣。
志同受贈惶，願譯與共勉。
必為子孫福，併肩向邪戰。
竟至有一朝，全球無核魔。

擔憂地球與子孫未來的市民們，大家一齊站起來，組成強韌的連結，為終止不義的「核能時代」合力奮鬥吧。

[註] 本文由原為寄給日本「反核燃」集會的日語稿翻譯而成。原稿附錄有「原子力資料情報室」藤野聰先生所作的拙詩日語譯（在此從略）。

結合愛子孫的力量以築造無核的綠色世界

— 寄給 2013 年反核燃全國集會 —

吳慶年 (台灣太陽及新能源學會榮譽理事長 / 台灣環境保護聯盟學術委員)

由東日本地震、海嘯引發福島第一核電廠事故兩周年的「4.9 反核燃之日」，向在青森對抗核霸權的
大本營而勇敢進行持久戰的市民諸兄姊，從台灣謹致上由衷的感銘與聲援。

311 以來，日本內閣已三度交替，其核能政策從民主黨的溫和脫核電，反轉至自民黨的推進核電。
然而核災後的放射性垃圾尚未完全清除，使福島第一核電廠 20Km 域內尚不能住人，而且受破壞的核
反應爐的收拾猶需 40 年的實情等，對災後在海外正高揚的廢核趨勢予以互相矛盾的影響。尤其對台灣
的影響很大。在台灣社會反核意識高漲當中，值得一提的是，長年強烈支持台電核四廠建設的諾貝爾化
學獎得主，中央研究院李遠哲前院長，在 311 兩周年後轉向，公開表明支持停建核四，他並為我們這
一代的錯誤向年輕一輩說抱歉。

另一方面，日本新內閣所採核電推進態度，令馬英九總統放言：「遭遇二度（廣島與福島）的日
本都欲重新啟動停止中核電廠，然而未曾發生重大核災的台灣，卻要求建設中的核四停建，這是無理性
的事」。已經投入 2 千 8 百餘億元預算且花近 20 年歲月卻尚未完工，且有一大堆毛病的核四廠的立地
是與福島廠同在環太平洋地震帶之沿岸上，卻無視其潛在的可能受強震與海嘯破壞的高度風險（核四的
耐震指數 0.4G 遠低於福島廠的 0.6G），而宣稱絕不放棄核四的馬英九自身才應稱為正港「無理性」者
吧。

還有，不堪受反核四的強烈民意的高漲，江宜樺行政院長突然提出，依「核四停建」全國公民投
票來決定核四命運的策略，是預見用現行國民黨版「烏龍公投法」，因其超高門檻絕無通過可能，卻意
依此讓其續建核四正當化的卑劣欺瞞手段，路人皆知。馬政府的如此傲慢且偽善的態度更激怒民眾，在
今年 311 兩周年前夕的「309 反核大遊行」，驅使全國總計超過 20 萬人踴躍參加街頭示威運動。在這
次台灣反核史上無前例的壯舉，與過往不同的特色為主辦者是民間團體（政黨則成次要的存在），出現
較以往少見的電影導演、文藝人以及學生、教師、宗教家、原住民等，尤其母子同伴持寫著「要孩子、
不要核子」的旗幟的隊伍頗為醒目。

在此我憶起 1980 年代末的遭遇。在台南市向東約 20Km 處有被稱為「陸軍山」的丘陵（戰前有
日本兵營），流經其麓的許縣溪斜對岸有個祭祀媽祖女神的小廟。與成立不久的環盟會員往附近調查溪
圳污染的途次，順路到此參拜的我發現在廟的白壁上以黑字寫著日本語句：「但願 / 把對我子的愛 / 也
給予世界的孩子們」，而被震住。可能是殖民地時代由日本士兵所留下的這個短句裡含的心情，令我深
深感服，並想到此心情不正是吾等從事環保運動乃至反核運動者的中心理念嗎？

309 遊行後，在台灣立法院面對執政黨立委的質詢，龍應台文化部長答辯：「核四的停建或續建是屬於專業問題，而不是道德問題」。然而父母為所愛的孩子們有責任，讓（她）們繼承無核污染而安全的地球環境的理由是，尊重生命、冀求人類社會的永續發展是所有地球住民所必須遵守的「世界正義」，為此我們被要求具有至高的「道德」觀念與「道德」勇氣也。龍部長的上述發言恐是露呈身為文化人的「哲學的貧困」，應向「309 遊行」站出來的眾多藝文人的崇高「道德」學習吧（不知日本官僚們是否也有類同的心態？）

人類的能源利用史，經自「柴之火」、「化石之火」而進至「核之火」。可是現在的第三類火，由于在利用循環中不可避免會放出致命的核輻射（尤其高階核廢）迄今尚無法有效處置，比前第一、二類火孕有遠更多重難于控制的危害風險，彷彿從潘朵拉盒跳出來的「科學怪物」一般。人類必須盡早終結此怪物的猖獗，以便順利進入下一個，以「節能」加「太陽能」為基本的可再生且乾淨的能源，即包含太陽光發電、風力、海洋能發電等的「綠能」時代。

最後謹獻拙詩〈人天共和〉，祈望大家合力一起，為子孫早日實現建造無核綠色地球的悲歌而健聞，

人天共和

三一—屆兩周年，悲劇未了驚世間。
佳鄰示威二十萬，母子齊喚「非核園」
人創極品曾受讚；怖人惡妖今討厭。
核燃環產猛毒銻，遺害地人萬載延。
傲官無情無恥脅；愚民安全安價騙。
究科技進現代易；說道德脫現代難。
欲為兒孫承淨土，唯須克難勵節電。
醒悟人必不勝天，陽能天賜綠活泉。

促使青年覺醒起來共築非核的綠色未來 —— 寄給2015年「反核燃」全國市民集會 ——

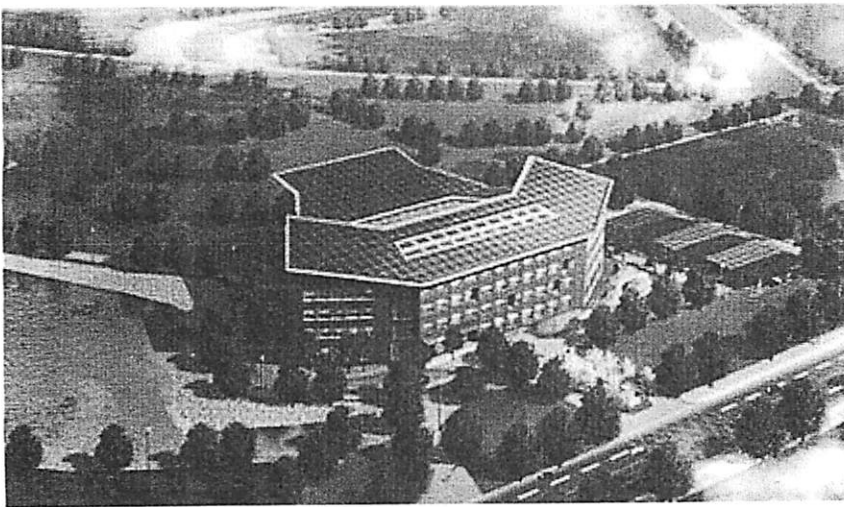
吳慶年

台灣環境保護聯盟學委、成大退休物理教授

今年是日本「反核燃之日」抗爭開始以來第30屆全國市民集會，再向各位為廢止危險的核燃設施，而從各地來參加相繼30年持久戰的勇士們，從遙遠的台灣謹致由衷敬意與聲援。回顧在15屆（2000年）集會，筆者曾蒙邀出席記者會、五千人大會及遊行等活動，親睹各位的旺盛士氣，迄留有深刻印象。

青森縣的下北半島有核能發電所必需的前／後端（Front/Back-end）設施，包括鈾濃縮、再處理廠、高及低階核廢料處分及貯存廠、MOX（鈾鈾混合燃料）製造廠，加上兩座核電廠（燒鈾及燒MOX各一）全集中設置于環太平洋強地震帶上的低海拔沿岸。一旦如發生于同屬日本東北地方的福島沿岸外的M9級地震及海嘯（4年前），或1896年的三陸海岸外大地震（津波高32m、死者2.2萬），襲擊下北沿岸，則這些設施之潰壞所引起對住民及環境的災害恐將超越想像。

台灣電力的核一至核四廠之立地條件皆與下北類同，尤其新建幾乎完成的核四廠是美國（GE）原設計、日本（東芝、三菱等）製造輸出的改良型沸水爐（ABWR），由於其經濟性考慮而變為較脆弱外，加上非專業製造廠商的台電卻擅自作了逾數百項設計變更，而成為極端高危險物，所以受各界的強力要求停止續建且不能裝填燃料。經過20年以上的堅強抗爭，竟于去年結出初步成果，其經緯有下述的戲劇性發展。



圖片來源：http://images.autodesk.com/apac_grtrchina_main/images/1283.jpg

2014年3月18日，福島核災三周年的反核遊行一星期後，發生反對台、中政府間服務貿易協定，在國民黨多數控制的立法院黑箱強行通過為導火線，一群有智慧且勇敢的學生衝入立法院內並佔據議場，期間24日（4月10日撤去），迫使國民黨政府不得不承諾：未制定兩岸協議監督條例完成前，不會重開服貿協定談判，此乃初步勝利；這所謂「太陽花（向日葵）學運」曾受到國內外媒體之關注及報導。

日本的評論家港千尋氏也來台考察此運動，他在其所寫報告之中文版〈革命的做法〉（2015）在台出版會上說：「向日葵運動之最特別點是以非暴力方式佔據國會，且在動員、策劃、組織等過程展現了民眾可驚的創造力，…這運動建基於人民的具體行動而實踐革命，發揮了相互關懷之人道精神」等語，表示獨特的評價。當然此運動之背後存有對弱小台灣受強大中國併吞威脅之不安與貧富差距擴大的不滿之混合情緒，使看不見未來的青年及一般庶民集結數萬人於周邊道路以支援國會內抗爭。

此高揚的熱情餘波在撤去立院后猶繼續發威，竟令在4月24日逾5萬民眾佔據台北車站前繁忙道路，訴求核四停建〔註1〕，並由民進黨前主席林義雄的禁食相配合，終使K黨行政院宣布核四的封存（凍結），這雖距完成終結還有一段路要走，也算2000年民進黨行政院宣布停建核四以來的一次勝利。去年9月來台出席第16屆NNAF大會的日本代表松久保肇氏也肯定此成果，稱「從向日葵運動的年輕人活動與其背後的市民踏實運動間之相互關係，所學很多」（CNIC通信485號）。

今年311四周年前夕，德國總理梅克爾（Angela Merkel）再度訪日，與安倍晉三首相會談歷史問題后，談到核能問題時表示：福島核災讓她體會到像日本這樣擁有高科技水準的國家也可能發生難以預料的事，德國才決定終止核電，宣布2022年全面廢除運轉中17核電機組。她並強調基於安全考量，日本也應儘快脫離核電。但此善意建言似乎未撼動安倍所代表的「核能村」集團一意孤行的推進政策；這表示，就核能問題而言，日本仍與國民黨政府一樣鴨霸、顛預、非民主！

寄望日、台及亞洲的年輕公民能覺醒、崛起並連結在一塊，在新的潮流中以創造力豐富的嶄新思維、策略與勇敢行動來打倒不義的各國核能村集團，俾早日啟開非核的以地球生命根源之太陽能為主體的可永續的綠能未來。最后獻上拙詩「向日葵頌」一首祈大會成功。

向日葵頌

三一一後三一八，	佔據國會太陽花。
學生高倡不服從，	堅拒黨政獨裁化。
跨月抗爭萬人挺，	服貿核四雙打趴。
驅邪滅鬼向日馗，	巧喻靈驗勿驚訝。〔註二〕
知青醒起血路開；	庶民相扶雪巔達。
敢問新紀宿願啥？	天清地淨綠世發！

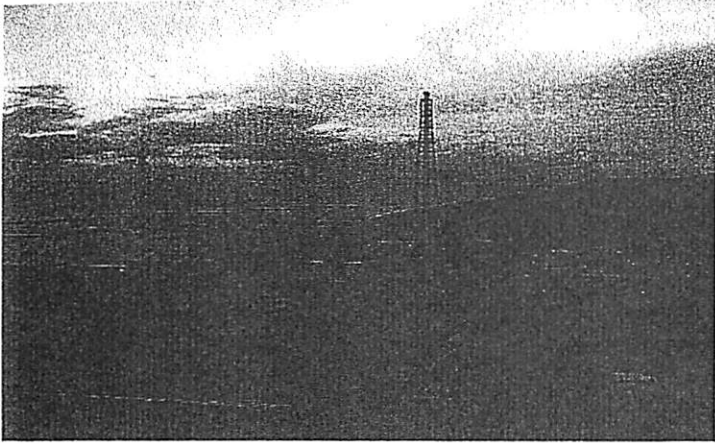
〔註一〕 在台灣，反核運動向來是反獨裁抗爭之一環，從1980年代後半期始與突破政治專制運動併連發展。當議會制民主仍因遭到國民黨強力阻礙，而不能正常運作的

現在，公民倡導「不服從」精神，以佔據國會或公共設施等手段，主張真正（直接）的「以民做主」的措施，是被認為有正當性的。

[註二] 這兩句是在大庭里美所著〈核擴散與原發〉（2005，南方新社）內，發現所附之出版祝賀兼追悼辭（因大庭女士在此書完稿後不待出版而急逝，筆者曾獻上哀悼詩）中，有提到向日葵（Cosmos）之花語有象徵廢絕（Abolition）的說法，並由「葵」與「馘」為諧音而作的聯想比喻（鍾馗是專驅邪鬼的古代傳說人物）。

能源天空的黑霧與陽光 —日本新瀉縣民廢核集會之意義

文/吳慶年 台灣環境保護聯盟學術委員、成大物理學教授



去年七月十六日遭受新瀉縣中越地震（規模M6.8）襲擊，全廠停機的東電柏崎刈羽核電廠（821萬KW）迄今尚未能回復運轉。其災情嚴重超過預料。在停廠周年前夕，新瀉縣民在柏崎市舉行全國集會與遊行，訴求「廢爐」（關廠）以維護縣民安心的生活。

「非核亞洲論壇」（NNAF2008）為配合此一活動，決定以「地震與原發（核電）」為主題在柏崎與東京召開年度會議。爾來巧遇亞洲接連在中國四川及日本東北發生強震，益顯出這次會議的重要性。鑒於台灣與日本均處西太平洋地震帶的地震大國，且台電核四所採反應爐正與出核安嚴重事故的柏崎廠六、七號爐同為ABWR型，所以台灣環保聯盟等之NGO團體有數位成員赴日參加以取他山之石。茲將略述這次活動概況及所得見識與觀感，俾供各方參考與指教。

在柏崎的初日活動

六月廿八與廿九兩日在柏崎市的集會是由「從核電保護生命與故鄉的縣民之會」主辦，並由「訴求柏崎原發閉鎖的科學家之會」等協辦，共分三部份。

第一部是第一天下午二點開始在海濱公園的全體集會，在當地團體及協辦學者代表作現地報告及問題提起後，參與的主要核電廠址住民組織代表各作支援談話。最後筆者應邀代表NNAF上台，強調：今天縣民把握了世界最大核電廠遭受強震重傷、迄未能復轉的天賜良機，在全國各界熱烈聲援下訴求其「廢爐」，已向勝利踏出一步。其勝利不僅可使縣民及後代免受核污染的威脅，且「核電安全」、「人定勝天」等神話的破滅，將阻礙核能大國向地震頻繁的亞洲諸國推銷核電，而在導至終止核電的運動上作出歷史的貢獻。讓我們緊密團結、持久奮鬥，直到完成

勝利！致詞完後，全場每人舉起寫著「廢爐」的牌子，高喚「把柏崎原發廢爐」、「要求轉換能源政策！」等口號（見照片）。兩點半起約一千五百人的隊伍浩浩蕩蕩，但很有秩序地遊行市內主要道路，一路喊口號與唱「廢爐歌」，至五點自動解散。

第二部是六點起在市民會館的全國交流會，包括主辦者、現地及全國各地的報告。社民黨女黨首福島參議員也在會中致詞，誓言把集會的國民之聲反應給國會，並強烈訴求「脫原發」政策。筆者被引導坐于她鄰席，緣由她與其夫海渡律師（兼任日本弁護士聯合會原子力部長）在2000年台電核四停工風波後，分別率團來台調查台灣核能政策時，曾陪同訪問有關單位並協助翻譯而相識。該黨是日本唯一堅決反核的政黨，在本屆國會中影響力有所增長下，期待對「廢爐」戰的勝利能有幫助。

分科會及NNAF會議

第三部是第二天上午九點開始在原地舉行的分科會，分三個議題進行；（1）地震、活斷層問題，（2）設備、機器之耐震健全性，（3）不依賴核電的市況重建。筆者參加的第三分科會，由菅井教授引言，其要旨為：原發設置後地域並沒有活化、變為富裕，為不依賴原發的市街振興策應是：依電源三法給市的交付金不能只大量投入土木建設，應擴大有效使用；並徹底挖出、利用當地獨特的自然及歷史資源，以誘致、育成相關產業。筆者鑑于柏崎、佐渡島間之海峽狹窄，冬季東北風必很強；且市郊有海水浴場，沿岸必很淺，建議可建設離岸的風電機數百機（每機1~2MW），則其壯大的人文景觀應有利于觀光發展，且其剩餘的便宜電力可用以電解水來製造水素（氫氣），供作氫燃料電池使用，又可有利于引誘氫經濟相關產業設廠，以振興市況並滋潤市民。

第三天九點起在東京總評會館召開NNAF會議，日、韓、台、印尼、泰國及國際綠色和平組織等代表，分別報告各國有關核電情況。台大高教授以「在台灣反核電運動的現狀與展望」為題報告，特別提到「公民投票」將是反核四唯一的活路。下午二點起討論NNAF之營運相關問題，並簽署擬向日本經產相提出的要請書（陳情書）。在晚上六點至九點向東京市民公開的座談會上，台大徐教授代表台灣報告，特別透露核四做了三百項設計變更，並說明用過核燃料及中低度核廢料之處理情形。海大郭教授也發言抨擊日本政府容許企業把有缺陷的產品推銷海外的不負責任行為。

爐號	1	2	3	4	5	6	7
在各爐建屋基版上設計值	274	167	193	194	254	263	263
在各爐建屋基版上觀測值	680	606	384	492	492	322	356
在地下岩盤表面上推定值	1699	1011	1113	1478	766	539	613

表1。柏崎廠各爐的地震加速度（單位gal）

會議所獲新知見

1. 柏崎受地震所引發的災情，從原先發表的五十多起暴增到3270多項（包括爐及汽輪機之建屋傾斜、水管破損、機器火災、變形、龜裂等等）；但爐內燃料棒、控制棒等之內部損傷尚無法查出來的仍很多，冒然企圖回復運轉無異是危險的賭博。

2. 各爐申請時審定的耐震設計所用基準地震加速度（岩盤表面上）分別為最強地震之S1300gal，極限地震之S2450gal；但這次地震所觀測及推定的各爐東西向加速度值（如表一所示），都遠遠超過審定值。

3. 地震後，關心核安的學者獨立調查、檢討起震斷層，很快就確認一條海底活斷層，向廠址直下方插入引發強震。令人質疑的是：（1）為何東電在各爐申請期間（1977-1992）均未調查出這一條名為F-B的斷層？（2）為何東電雖在2003年認領了此F-B為長7km，但以為「非」活斷層，而報告政府却未向國民公報？直到受震後學者追求下，始被迫在去年底公開承認F-B為長23km之「活」斷層。（今年4月再修正為長34km，但學者認為可能長達50-60km）。

4. 震後放出的放射能量：六號爐之用過燃料貯存池水外溢而放入海的放射能總量為9萬Bq，七號爐經排氣筒放入大氣中的放射能總計達30億Bq，核種包括碘（I-131及133）、鈷（Co-60）、鉻（Cr-51）等。其外洩的原因雖尚未確定，鑒於碘為核分裂產物，其檢出似不排除筆者所推測因受震燃燒棒破損而起的可能性（詳參照去年8/6本周刊拙文）。

5. 放射能外洩對環境的影響：依據民間團體多年的調查原發周邊的櫻花異變的記錄，今春柏崎廠附近的櫻花異常率為22.8%（五年來全國異常平均2.8%），顯示為去年七號爐放出大量放射能引起的生態污染。

6. 東電今年五月發表，依「新耐震設計審查指針」把原發基準地震加速度值修正、提高到2280gal，為現行450gal的五倍！（相較修正後的全國各廠值也高三至四倍）。這豈非象徵大自然對其他地震國核電安全之暗淡前途所發的預警？

7. 國際綠色和平組織引據IEA等報告，在核電「復興」下估計2050年核能發電量將增加四倍（9860TWh/hr），但這對二氧化碳削減貢獻只有6%，相較于屆時再生能源的貢獻64%，則微不足道。

結語——會後觀感

今年六月初在青森市及七月初在洞爺湖，分別有G8能源部長及元首級高峰會，都以抑止地球暖化、減少二氧化碳排放量為藉口，實為跨國資本集團的利益大力策進核電之復辟，宛如天空一片含毒「黑霧」籠罩地球及住民。而在兩者之間的六月底在柏崎市的NGO團體訴求危險核電廠「廢爐」及能源政策轉換的壯大聲浪，彷彿是拯救地球及住民生命的一道強勁「陽光」。相信在陽光持久照射下，黑霧竟有潰散消失的一天！最後獻上拙詩一首。

反核頌

柏崎原發立中越，
地震直擊災慘烈。

高喚廢爐縣民訴；
久敲警鐘學者崛。

洞爺巨頭搞峰會，
借名減碳核遊說。

原發不放溫室氣？
廢水溫海碳氣沸！

狂風暴雨何故頻？
元凶海浮核廢熱！

亞太震帶豈適核？
輸入為孫掘墓穴！

善狗吠車車猶進；
義理抗邪邪竟撤。

幸哉天賜太陽能，
光電風力安且潔。

人定勝天自大妄，
霸權巨構終殘缺。

後世旅人訪廢墟，
憑弔低吟荒城月。

（7/13/08脫稿）

（原載於Taiwan News 352期）