

指向核能復興之羅盤

不拘小異 尋求大同

即使百家爭鳴 亦須傳播核能的重要性

作者：原子力安全基盤機構(JNES)安全情報部長 水町涉

譯者：行政院原子能委員會(AEC)技正 石門環

*日文原文刊載於 2005 年 2 月 ENERGY 雜誌

千條蛟龍活躍水波亦不興

2004 年 12 月，參加第 19 屆核能安全研討會，赴台灣訪問。這是每年由日本和台灣輪流主辦、去年為第 19 屆、頗具歷史的會議。台灣原子能委員會歐陽主委也出席，新聞也有報導。歐陽主委是參加內閣會議的大臣（部長）。此次會議，日本方面由中國電力公司的高東副總經理擔任團長，我個人則以副團長身份參加。

歐陽大臣上次（於東京之台場舉行）用一根手指頭，以鋼琴演奏「荒城之月」，是一位親日家，此次也熱烈歡迎我們。在聽到我在演講中所提及的“如果不學歷史，歷史就會來教導我們”後，也以“深具同感”發出共鳴。

後來赴台灣原子能委員會主任委員室作禮貌性訪問，看到壁上掛著一幅詩作，詢問之下，得知是歐陽主委自己的作品，詩作名為「風情萬種」(圖 1)。

萬山不惜一水奔

堂堂山溪過前村

千蛟戲水浪不興

風吹微波起萬仞

將此詩直譯如下：

萬山中奔流著一條河

堂堂流過溪谷中的村莊前面

千條蛟龍在河中嬉戲，河面上卻是水波不興

只有輕風徐來，吹起一縷微波而已

意思大致如此，歐陽主委的解說則為「台灣原子能委員會現有 1000 人，好像蛟龍一樣活躍，但是表面上無一絲一毫的混亂」。我立即補充說：「像那樣的掌控者就是歐陽主委吧」。歐陽主委也能領會我意而點頭稱是。

去年是核能界內部分裂之年

去年以再處理方法、高速爐、六所村再起動運轉、美濱事故為主，核能界之中各種意見眾說紛紜，新聞報導中諸如「對於現在的再處理方法，核能專家之中也有反對者」之類的報導躍然紙上。日本是民主國家，百家爭鳴的議論自是理所當然，但去年當中，僅以些許技術及想法的差異而有高談闊論的主張，誤導核能整體方向性的言語行為層出不窮。

去年的油價暴漲算是異常事態，大家都害怕而不敢說出是第三次石油危機。有很多意見說是紐約的投機客粗暴地進行價格操作所引起的，但中國對石油輸入的增加在今後將難以避免，很明確的是這已不再是燃燒石油來產生電力的時代了。能夠解救這種狀況的只有核能，我確信核能界人士在這方面的認知是一致的，在本質上重要的是獲得廣大民眾的理解。從今年起，應該不拘泥於技術與想法的微小差異，讓今年成為核能界人士尋求大同之年。

中國與美國的石油狀況

有關石油的價格，在本刊物上亦常有論述，因此不再多言，在此僅對最近中國與美國的狀況簡單觸及。圖 2 顯示石油價格暴漲的趨勢，從 1999 年每桶 10 美元暴漲至去年的 55 美元，實在相當異常。

圖 3 顯示中國之石油輸入量增加趨勢，從 1999 年至 2004 年大約成長為 3 倍，此架勢令人不寒而慄。圖 4 顯示中國經濟成長與電力需求的變化，1990 年經濟成長率 4% 為最低，1992 年立即回復到另人咋舌的 14% 成長率。

圖 5 顯示中國與日本總發電設備的變化，中國在 1996 年的總發電設備容量開始凌駕日本，此後差距持續擴大。中國國土為日本的 26 倍，人口為 10 倍，這是理所當然的。也就是說中國在不久的將來，總發電設備大概會變成日本的 2 倍，即使如此，每人電力消費量只有日本的十分之二，如果很快變成日本的 3 倍也不奇怪。但是這表示又出現了另一個日本，能源問題變成大問題。

另外，美國去年每加侖的石油價格終於破 2 美元大關，已到達恐慌的狀況。我在美國居住的時候，每加侖漲破 1 美元而引起軒然大波，去年終於漲到 2 倍。但是經濟仍然不錯，特別是年輕人之間，用油像用水一樣的 SUV (Sport Utility Vehicles) 大流行，其消費量持續增加，這種狀況實在沒有道理持續下去，但這也增加了核能的重要性。

龍門現況

參加前述在台北舉行的核能安全研討會之後，此次訪問了兩座核能電廠。台灣有 6 部核能機組在運轉中，合計 514.4 萬瓩，2003 年底佔總發電量的 18.2%。第一核能電廠的金山 1、2 號機為 BWR，分別為 63.6 萬瓩，第二核能電廠的國聖 1、2 號機也是 BWR，分別為 98.5 萬瓩，第三核能電

廠的馬鞍山 1、2 號機為 PWR，分別為 95.1 萬瓩，以總發電量而言，火力佔 70.9%，水力為 13.5%。

以上介紹的歐陽先生是原子能委員會的主任委員，原子能委員會是屬於內閣的特別委員會，從核能政策的立案、研究開發、利用促進、以至於管制，掌管所有核能事務。

此次先訪問離台北只有 60 公里的龍門核能電廠，現在有兩部 135 萬瓩的 ABWR 機組正在興建中，雖由美國奇異公司得標，但機械設備幾乎全是日本製，日立、東芝、三菱重工、鹿島建設參與施工，令人感覺像是日本的現場。圖 6 顯示龍門工地全景，圖 7 為排水隧道，因遠而淺的關係，設計在海底挖掘隧道來排水，由鹿島建設公司施工。圖 8 為 1 號機施工現況，反應爐廠房鋼筋還只到達地面層階段，雖說施工進度為 57%，但日本製設備還存放在倉庫，工程並沒有太大進展，日立製造的 1 號機反應爐壓力容器仍像往常一樣置放在倉庫中（譯者註：已於 2005 年 3 月 20 日吊裝定位），東芝製造的 2 號機反應爐壓力容器也已運抵工地，也一樣置放於倉庫中。

馬鞍山的教訓

後來赴位於最南端墾丁國家公園的馬鞍山核能電廠訪問，馬鞍山在周圍停電、外部電源喪失時，2 台緊急柴油發電機未能起動，導致世界上首次發生喪失全部電源的事態，後來因第 5 台柴油發電機而緊急得救，也因此而聞名。

此地全部由珊瑚礁所形成，可以看到漂亮顏色的珊瑚在動，是非常好的觀光景點，但是也以強風聞名。去年 12 月，27 號颱風在菲律賓發威，因即將在台灣登陸，風力相當強，帽子都會被吹走。

因為海風的關係，鹽害相當嚴重，導致上述外部電源的共通原因故障，

為記取這個教訓，每部機組當然都有 2 台緊急柴油發電機，除此之外，同時也已增設 1、2 號機共用的緊急柴油發電機。

國際原子能總署不待多言，日本的基準也禁止安全系統共用，我對此頗覺疑惑，例如世界上最大的東京電力公司柏崎核能電廠，7 部機組運轉中，每部機組設置 3 台緊急柴油發電機，合計 21 台均獨立，即使這樣的數量獨立存在，機組間仍不能共用，我倒認為多部機組的核能電廠，反而是共用才會提升安全性，另外，設置可移動式的發電機等，對提升安全性應具有助益。

六所村開始鈾試驗的快舉

雖說去年是核能界內部分裂之年，在那樣的混亂之中，年終時仍有兩件快舉，第一就是 12 月 21 日起，六所村開始鈾試驗運轉，克服了池水洩漏等諸多問題，實在是相關人員努力的結晶，在此謹表達崇高的敬意，這雖然是核子設施，但近似化學工廠，今後預期也會有小問題發生，但只是試驗運轉，期盼能詳細檢查，以備正式登場。

另一項快舉則是東通 1 號機裝填燃料，這是青森的第一座核能電廠，也是日本從志賀 1 號機以來 12 年來的新廠址。12 月 24 日初次裝填燃料，實在可喜可賀，我在此之前不久訪問該地，這是 Mark I 改良型的日本標準電廠，圍阻體既乾淨又寬敞，期盼能安全運轉。這個圍阻體的形狀，是我作為降低輻射當量決策者所設計的，令人感慨良深。

從去年年終的兩大快舉開始，期盼今年會是核能復興之年。

高經年化委員會

去年年終的 12 月 16 日，召開第一屆高經年化委員會。

這是以美濱 3 號機事故為契機而成立的，美濱 3 號機事故的直接原因為管路薄化管理缺失，管壁厚度檢測的管理清單上遺漏必須列入的部位，而且一直到事故為止都未能修正。但是機組持續高經年化（高齡化）也是背後原因，委員會是由福井縣知事向經濟產業大臣和原子力安全保安院長提出要求而成立的，其中一位委員引用我在本雜誌 11 月號中所寫的「以在管路內流動的水的心情來設計維護」，述說這樣的技術傳承相當重要，期盼對今後核能之設計、維護有所助益。

在新年的新聞中，記載以模仿鳥類等而聞名的江戶家子貓師匠，其父親貓八與祖父進入森林內，聽到鳥叫聲後說：「轉變為鳥的心情來模仿」。在完全不同的藝能世界中，也在言語上傳達同樣的事情，實在更令人振奮。

對高經年化問題，原打算在適當時機在此論述，美國各核能電廠已提出評估報告，日本今後也將在定期安全審查時提出。

日本的核能電廠從開始運轉以來已經過了相當歲月，高經年化對策將是今後的重要課題，必須要確實採行對策。

失去十年期間時之外國

最近持續出國，每次回到成田機場，總是感受到曾被人說成「現今世界上最差的機場」。不但無法和最近到訪過的巴黎、芝加哥、邁阿密等相比，甚至也比不上韓國的仁川機場。在本連載中曾提到「核能失去的十年」，日本錯誤選擇了成田，在持續相互爭執之間，世界卻已完成徹底的變身。

核能也確實失掉十年，今後將非常重要。最前面談及歐陽主委的詩：「千條蛟龍在河中活躍，河面上水波不興」，可說是相當微妙。今後的時代是民主、透明性、說明責任、公開性相當重要的時代，百家爭鳴自是理所當然，但絕不能強調細微的技術、想法上的差異而違逆核能的巨流。

確實是不拘小異，尋求核能界大同！

即使百家爭鳴，也必須將核能的重要性傳播給民眾。



圖 1 歐陽主委的詩

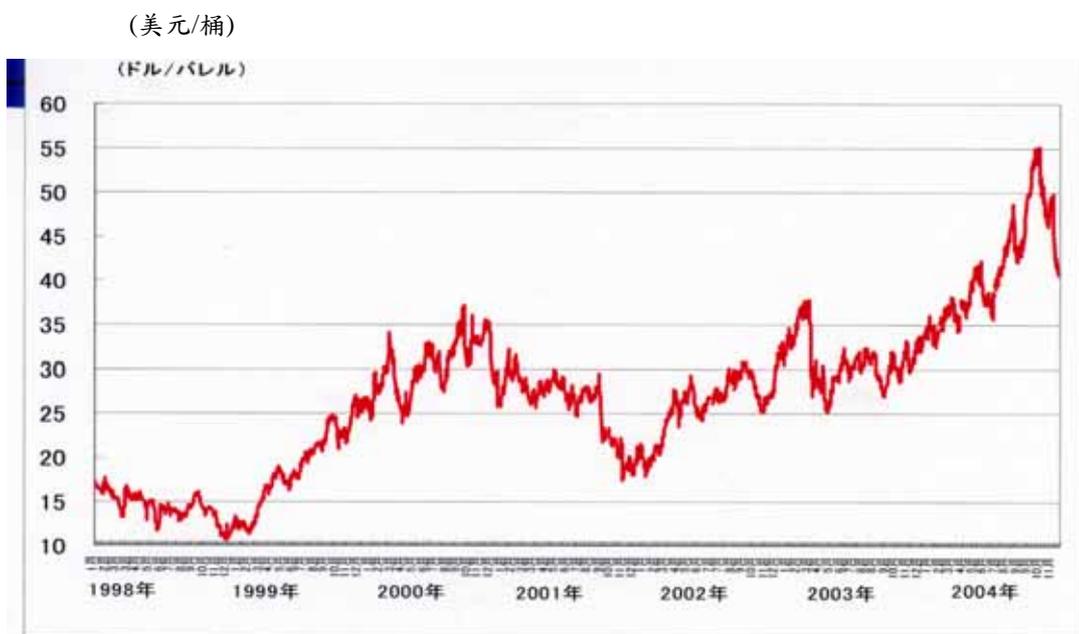


圖 2 石油價格暴漲

引用文獻：日本能源經濟研究所

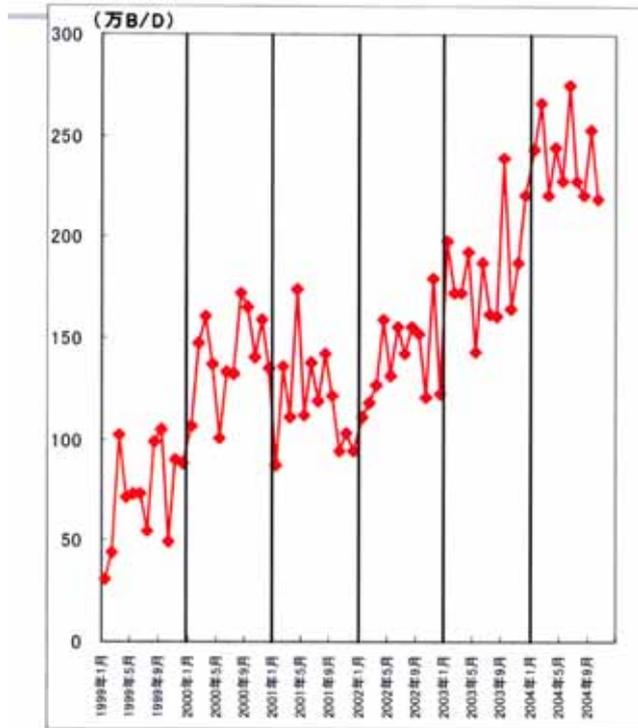
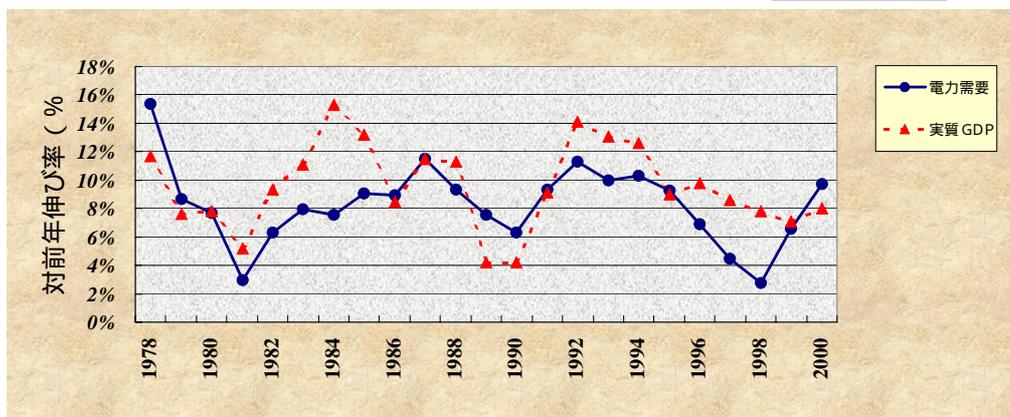
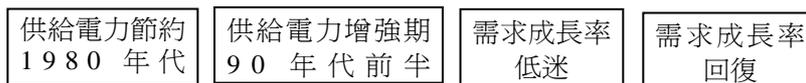


圖 3 中國的石油輸入趨勢

引用文獻：日本能源經濟研究所

中國的電力事業動向：電力需求動向
 <長期趨勢>

中國實際經濟成長率與電力需求成長率之長期趨勢



データ出典：「中國統計年鑑」および関係新聞記事（2000年実績は速報ベース）

圖 4 中國的經濟成長率與電力需求

引用文獻：「中國統計年鑑」及相關新聞記載（2000年実績依據速報）
 註：縱座標為對前一年之成長率

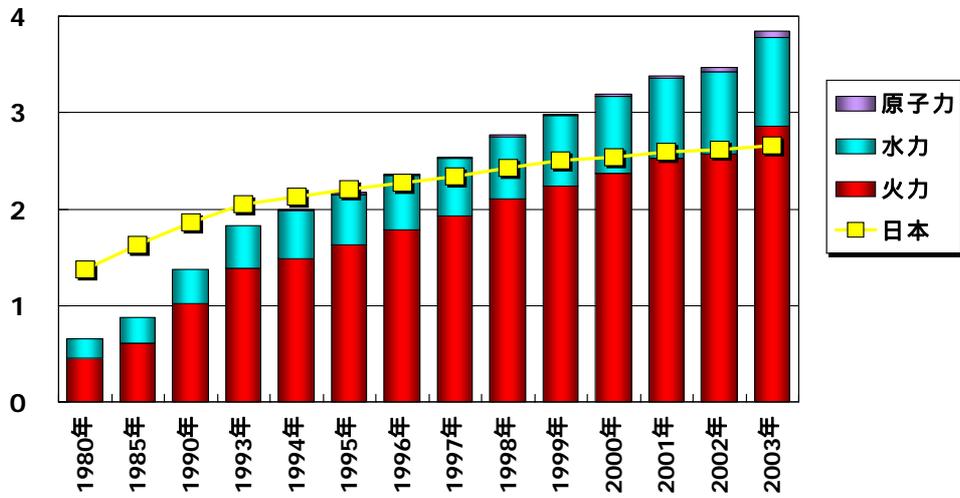


圖 5 中國與日本之總發電量趨勢
中國之發電設備趨勢

引用文獻：Electric Power Industry in China，電氣事業便覽



圖 6 龍門 1、2 號機完成預想圖與現場全景



圖 7 龍門之排水隧道



圖 8 龍門 1 號機反應爐廠房現況