

指向核能復興之羅盤 (五十)

美國核能發電運轉 80年的戰略 體貼環境的大規模能源

作者：IAEA, NEA ISCE委員會主席 水町涉

譯者：行政院原子能委員會技正 石門環

* 日文原文刊載於 2008年 06月 ENERGY雜誌

核能管制委員會與能源部共同主辦運轉 80年的研討會

赴美國佛羅里達、法國巴黎後返國，再訪問台灣，接著又出席巴黎的輻射防護公眾衛生委員會（CRPPH）。今年的巴黎特別寒冷，雖然已到春天，但早上 2°C，白天 10°C 左右，芬蘭人都笑說：「還是北方溫暖多了」，這也是地球暖化現象，因此也成為話題。

另一方面，美國正堂堂進入核能發電運轉 80 年的檢討之中，美國核能管制委員會（NRC）核准的核能電廠運轉期限是 40 年，現在正進行所謂執照更新（License Renewal）手續，延長運轉期限 20 年，並陸續發出可運轉 60 年的執照。此次，第 2 次的延長 20 年，也就是核准 80 年運轉的問題正由 NRC 與能源部（DOE）共同主辦研討會（Workshop）討論，日本也開始談論到運轉 80 年的有關問題，所以這是相當值得注意的動向。

首先是能源部發表的不排放二氧化碳的電力生產比率，如圖 1 所示，核能占 72.3%，其次是水力 24.9%，號稱體貼環境的風力、太陽能分別只有 1.6% 及 0.05%。能源部依此結果達成守護環境非核能莫屬的結論，為了抑制二氧化碳的排放，2050 年時必須要有 300GW 的核能發電。

因此，從 2021 年開始，每年必須有 4 部新的核能機組加入運轉，即使如此，4 部機×30 年=120 部機，假設每部機為 130 萬瓩級，也只有 160GW，剩下的 140GW 必須由現有的核能機組供應。

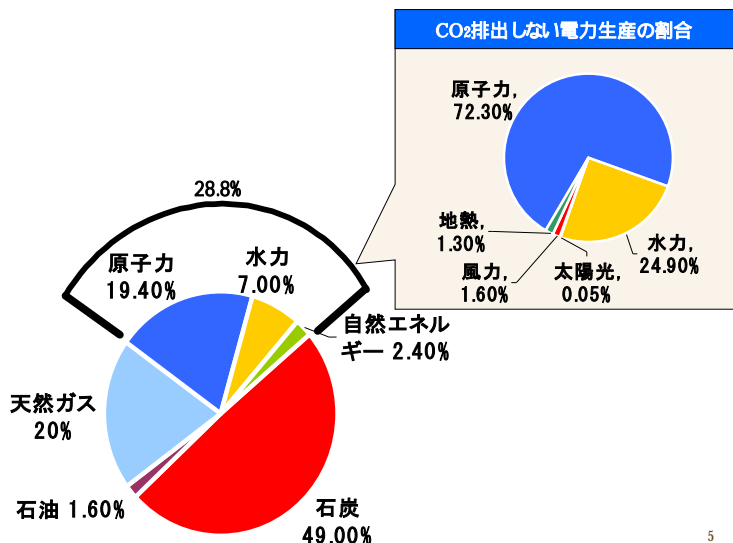


圖 1 美國電源構成及不排放 CO₂的電源比率

美國已有 50部機獲准運轉 60年

在美國，1970 年代開始發電的核電廠大多已接近 40 年的壽命，這些機組延長 20 年運轉的認可作業正在進行中，美國運轉中的 104 部核能機組幾乎全部預定申請延長運轉年限，其中已有 50 部機組獲准。

另一方面，這樣電力供應是否就足夠？DOE 發布 1970 年至今之全部電力需求實績以及由此數據預測至 2030 年的需求如圖 2 所示。2006 年美國全部電力需求為 4 兆 650 億度 (kWh)，DOE 預估到 2030 年時約成長 40~50%，達到 5 兆 5000 億度。

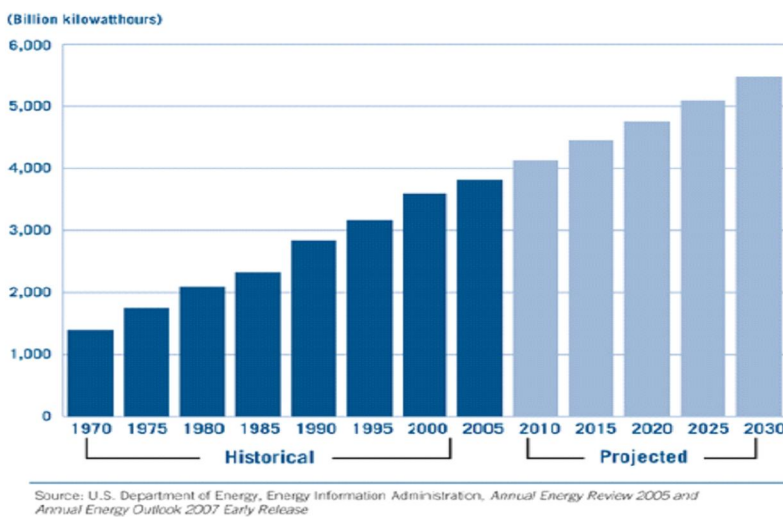


圖 2 美國 2030年以前供電實績及預測

2030年世界電力需求達 2倍 預定興建 150部機

DOE 正式發表 2030 年以前世界的電力需求將增加到 200%，為了因應此需求，現在世界中預定興建 150 部核能機組。

另一方面，對於 2030 年美國整體電力需求成長 40~50%，電力供給將如何因應？以現況而言，幾乎是不可能的狀況，如果全部核能電廠延長運轉期限為 60 年，而且大膽假設 2021 年起每年有 4 部新的核能機組開始運轉，其結果如圖 3 所示。

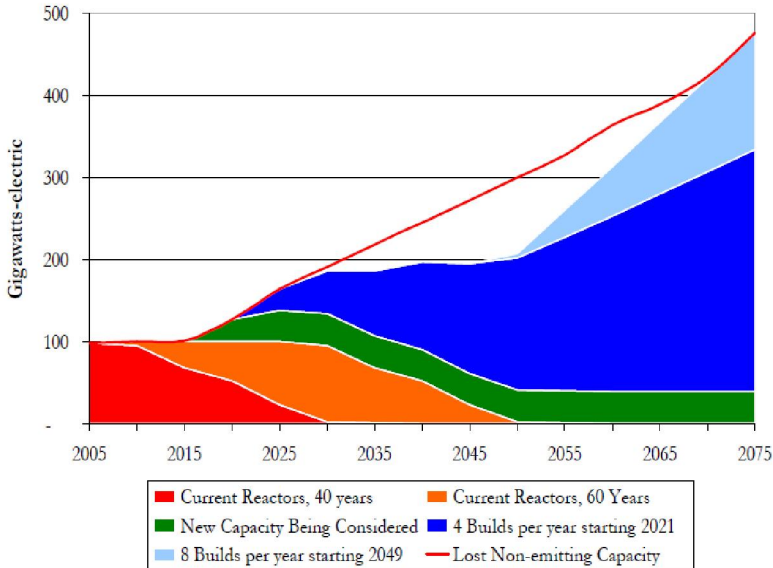


圖 3 美國核電廠之供電（假設運轉 60年）

即使在大膽假設之下，2030 年起供電將追不上需求量的狀況至為明顯。

核能發電運轉 80年為解決能源供給之道

為了解決圖 3 所示供電不足的狀況，石油已不可能，每桶石油價格已從 2000 年的 20 美元暴漲到現在的 120 美元，煤炭也因環境對策相當棘手，以價格而言也相當困難。

DOE 認為核能電廠運轉 80 年才是王牌，再加上 2021 年起每年新增 4 部核能機組加入運轉的大膽假設，其結果如圖 4 所示，供給與需求方可達到平衡。

這種長期的電力需求與供給是非常重要的課題，此次 DOE 大膽的想法顯示其為世界先驅，並指引出務實的方向。

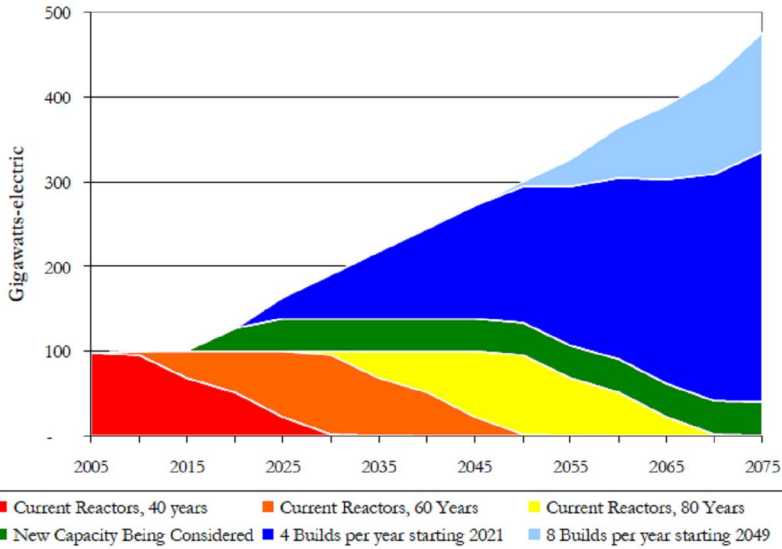


圖 4 美國核電廠之供電 (假設運轉 80年)

運轉 80年的技術問題

運轉 80 年有什麼技術上的問題呢？目前延長到 60 年的運轉，泵、馬達等動態的設備幾乎全部換新，問題是靜態的設備組件。

其中最具代表性的就是反應爐壓力容器，特別是壓水式反應爐（PWR）比沸水式反應爐（BWR）小，比較擔心中子照射導致材料劣化，針對此問題，在實際的反應爐容器內已放置試片，可由此判斷其實際狀況，以現在的試片狀況而言，顯示可以運轉 80 年。

其他需要檢討者包括混凝土、特別是圍阻體內的混凝土必須考慮到熱疲勞，其強度的檢討相當重要，這些混凝土可以採取實物樣品進行強度量測，因此也可以採行因應對策。

其次是電纜的劣化對策，應該也有必要全部換新，再就是埋管以及用過燃料池襯板（Liner）等之劣化也必須評估檢討，此次 DOE 及 NRC 研討會的結論認為這些都有因應之道。

核能電廠延役常常被提出來和人類延長壽命相比較，人類隨著年齡增長，身體與頭腦都會變差，當然核電廠也有壽命，但是設備組件可以換新，這是與人類不同之處，主控制室的電腦相當於人類的大腦，但可以更換為最先進者，設備組件也可以換新，這是和人類延長壽命最大的不同。

日本也必須檢討運轉 80年

日本如何呢？重要的論點是如何看待將來的電力需求，今後持續少子化，人口確實會減少，另外，節能對策持續進行也是理所當然，這應會使電力需求降低。

但是，若觀察最近數年來需求的變化，可知各辦公場所及家庭電腦的需求飛躍成長。另外，最大的論點就是汽車，石油每桶已上漲到 120 美元，像現在這樣喝油像喝水一樣的汽車一直增加下去將難以想像，不久的將來，電動車與氫能車將是汽車的宿命所在，但氫是氣體，與液體的汽油比較，其處理較為困難，危險性也較大，目前還是以選擇電動車為宜。

筆者非常喜愛瑞士的山，為了保護美麗的環境，那裡只允許駕駛電動車，即安靜又舒服，非常享受。

現在電動車的行駛費用雖然較貴，但是，如果加油站變成充電站的話，有可能一舉促成電動車的快速發展，此時電力供給變成關鍵所在自是理所當然。

世界正凝視著未來

在巴黎看到日本國會的亂象，對於日本將來會變成什麼樣子，腦海中盡是淒慘的景象，在此同時，正如以上所述，美國已在公開討論 20 年後，也就是 2030 年的能源問題。

未來的事情當然重要，包括國會在內，日本應整體討論將來的基本政策，不要為了反對而反對，否則日本將陷入一種無法具體且認真議論的狀態。

世界上開發中的國家正為了稻米、小麥等食料價格暴漲而發生激烈的暴動，最大稻米輸出國泰國本身的稻米價格已漲到 2 倍，各地發生暴動自是當然，海外將此稱為「寧靜的海嘯」，並視為重要的課題。

日本沒有問題嗎？日本的食料自給率不到一半，為世界先進國家中最低，能源自給率也低，相當仰賴石油的輸入，食料與能源是我們的生命線，危機已經來臨，這也是將來的基本問題。最近日本一向相當穩定的各種物價，以食料為主，已開始上漲，到夏天時也無法排除大停電的可能性，大家必須有此認知。

現在是認真思考日本未來的食料與能源的時期，此時應拋棄日本特有的類似「一粒稻米都不輸入」、「開發風力與太陽能」等教條式、不負責任的議論，正視事實，認真議論。

美國此次核能發電運轉 80 年的議論剛好點出最基本的問題所在。