

指向核能復興之羅盤

日本也應有美國的活力 申請新建 16 部機

NRC 招收 400 位新進人員

作者：IAEA, NEA ISOE 委員會副主席[下一任(第七任)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 2006 年 5 月 ENERGY 雜誌

雖是很少走過的路 但非遙遠之路

美國核能管制委員會（NRC）主辦的例行會議—核能管制資訊會議今年（2006 年）和去年一樣，都在 Marriott 大飯店舉行。今年為第 18 屆，參加人數破以往紀錄，達 1800 人，飯店會議廳內客滿，相當壯觀。去年為 1500 人，前年 1200 人，由此一盛況看來，正顯現出期待已久的新建核電廠已為期不遠。

Diaz 主席與往常一樣，以諷諧的題目「A road less traveled...A road not far ...Soon」發表演說，直接翻譯就是「雖是很少走過的路，但非遙遠之路，就在你我眼前」，這是先就結論講起，也是他的哲理，因此先簡要介紹。

「人生有很多道路，有漂亮的柏油路，也有骯髒的路，NRC 和我一樣，雖然困難，但都會選擇有很多回報卻少走的路。旅程尚未結束，經常會有新的道路，那並非遙遠之路。我們調查道路、施工、建設，實際上也必須加以利用，這樣的道路就在眼前不遠處，我確信已經非常近了」。Diaz 主席闡述他獨自的哲學，並以此作為演說的總結。

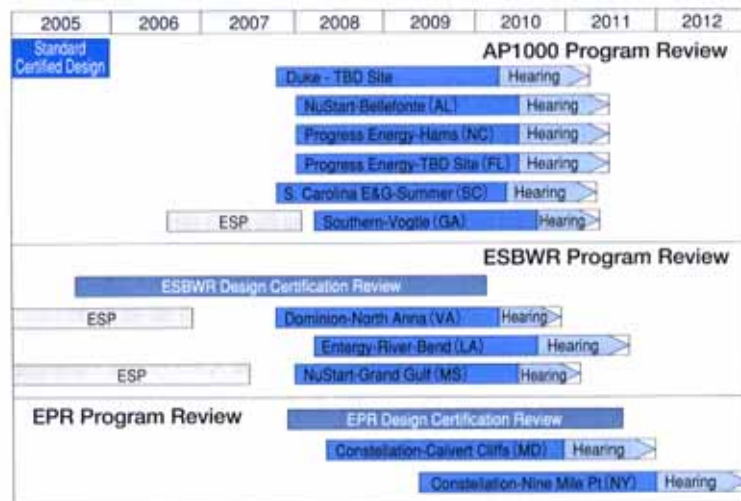


圖 1 美國新建核電廠計畫

美國轉向核能

Diaz 主席以 Powerpoint 發表目前預定申請新建核電廠的狀況如圖 1 所示，共有 16 部機。Bellefonte、Hams、Summer、Vogtle 等核電廠及一些未確定廠址預定採用西屋公司 100 萬瓩的被動式 (Passive) 反應爐 AP-1000，North Anna、River Bend、Grand Gulf 等核電廠預定採用 GE 公司 100 萬瓩的被動式反應爐 ESBWR，而 Calvert Cliffs、Nine Mile Point 等核電廠則預定選擇法國 150 萬瓩的 EPR。

Diaz 主席意氣風發地談到：「現在有 16 部機預定提出申請，為了審查這些機組預作準備，NRC 在往後 2 年之內預定進用 400 位新人，從今天開始就招收，這一扇門也為今天在此的電力公司、廠家等核能專家公開，我們希望能錄取優秀的人材」。

現在 NRC 有近 3000 人，其年齡層如圖 2 所示，此圖顯示以 47~57 歲的人數最多。NRC 沒有退休年齡的限制，即使到 80 歲，如果本人有意願，仍可繼續工作。但是也有人憧憬著領取年金的生活，可預想今後會有相當

多的自願退休者，因此斬釘截鐵地表示，增加 400 人是理所當然。據說有

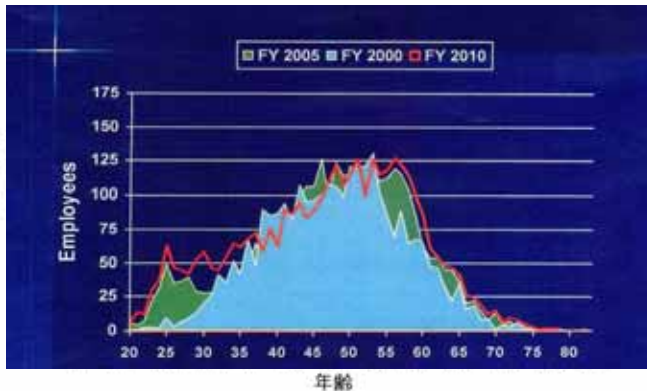


圖 2 美國核能管制委員會 (NRC) 年齡層分布

一位去年 (2005 年) 自願退休的布拉克女士，現在正在自己擁有的船上環遊世界。這顯然與日本不同，實在是優雅之舉，美國也有相當多海軍核子潛艦的核能專家，新進 400 人應該可行。

39 部機將運轉 60 年

Diaz 主席說明運轉執照更新正順利進行，目前已核准 39 部機，12 部機組審查中，27 部機組希望提出申請，合計 78 部機，剩下 25 部機還沒有動作。此審查是針對運轉 30 年以上的機組，徹底執行老化審查、認可，並以 GALL 報告為基準，進行透明性的審查。

多國間設計認可計畫

Diaz 主席也興致勃勃地談到多國間設計認可計畫 MDAP (Multi-National Design Approval Program) 的重要性，特別是 EPR 為法國設計，目前正在芬蘭興建中 (參考 2006 年 3 月份本系列文章)，美國並沒有人了解 EPR 詳情，因此邀請法國、芬蘭等進行合作。NRC 已有 20 年以上未曾審查新建核電廠，所以也希望日本能夠協助，NRC 目前與 38 個國家簽署協定，也期盼國際間的認可行為。

今後可預見核電廠的設計、興建將會國際化，雖然有這樣的提案，但具體上仍有各種困難的問題。

氚的問題

在此會議的最後一天，Diaz 主席在國會解釋有關 Indian Point 核電廠氚（Tritium）的問題。氚廣泛存在於自然界中，放射微弱的貝他（ β ）線。在 Indian Point 核電廠外，檢測輻射量測用的水井時，測出含有氚，認為應該是從廠內排放出來，調查結果發現廠內燃料池有洩漏，此洩漏與氚的關係尚不清楚，但氚洩漏至廠外則屬事實。

Indian Point 核電廠位於紐約市北方 40 公里，希拉蕊參議員就住在附近，因為她的大肆抨擊而演變成大問題，另外，哈德遜河就流經核電廠旁邊，大家對於河水是否受到污染而議論紛紛。

Indian Point 核電廠為 Entergy 公司所有，雖然該公司說明即使把洩漏量以最嚴格的方式估算，對國民健康的影響仍然微不足道，但該公司沒有在第一時間說明，紐約時報也大幅報導。

Diaz 主席提出令他頭痛的兩個問題，除了這個氚洩漏以外，另一個就是以下所述的 PWR 圍阻體的集水槽（Sump）問題。

美國核電廠以 PWR 為主流，現有 69 部機組在運轉，假設 PWR 圍阻體內發生 LOCA 大事故時，首先必須將水注入反應爐內，其水源是燃料更換用水槽，此水槽沒有水時，則從圍阻體底部以泵吸取水，注入爐心。假設發生管路破斷事故時，流出的水將一些絕熱材料沖至圍阻體底部堆積，集水槽可能被阻塞，因此有必要進行改善工程，將集水槽加大。

NRC 在 1996 年就指出此問題，但電廠的改善工程卻花費了 10 年，也

因反應遲緩而受到批判。NRC 要求在 2007 年以前完成改善，並持續進行所謂的 ICET 實驗，也就是整體化學效應測試 (Integrated Chemical Effect Test)，此實驗同時在新墨西哥大學等進行。

大 LOCA 視為嚴重事故

核電廠的設計基準事故是假設最大口徑的管路瞬間齊頭破斷 (Guillotine)，但是直徑達 60 公分的管路瞬間完全破斷實在是令人難以想像，NRC 提案將其視為等同於嚴重事故，剛好目前正逢公開徵詢意見結束。也就是說，即使萬一發生這種事故，因設計上具有維持「停機、冷卻、封閉」的功能，實際上反而是小管路比較容易破壞，所以 Diaz 主席認為更應該採行小管路的萬全對策，筆者也深表贊同。

未來 15 年興建 30 至 40 部機

Merrifield 委員也發表演說，他也談及布希總統的演說，核能是不會產生公害、最乾淨的能源，並預測今後將會持續興建。

Merrifield 委員說明未來 15 年間將興建 30~40 部核能機組，雖然 NRC 已決定招收 400 人位新人，但將來仍須要更多人材。Merrifield 委員再度說明美國至今已興建 122 部核能機組，並有運轉實績，雖然有的機組已經除役，現在也還有 103 部機組仍在安全地運轉，所以再興建 30~40 部機組完全沒有問題。

Merrifield 委員現在最重視的是用過燃料的貯存，對於民眾所擔心的用過燃料愈來愈多問題，強調不能「不看、不聽、不說」。NRC 對用過燃料貯存問題老實說出事實，使民眾能相信其安全性，誠摯訴說非採取行動不可的時期已經來臨。

提升容量因素等同增加 20 部機組

接下去是我的友人 Dyer 署長介紹美國現況，圖 3 所示為美國年度別核能發電量的演變。美國在過去 20 多年以來未曾興建核能電廠，發電量卻年年增加，1997 年的容量因素為 70%，在採行新的檢查制度 ROP (Reactor Oversight Program)，以及提升功率後大幅改善，去年 (2005 年) 達到 91%。在沒有興建新核電廠的情況之下，這相當於增加 20 部 100 萬瓩級的核電機組，這種經濟效益是非常驚人的。

日本也應該要有美國的活力

以上介紹今年的 NRC 核能管制資訊會議，筆者每年都參加這個會議，相當感佩 Diaz 主席自訂主題發表 1 小時的演講、接受 30 分鐘的提問並當場作答。例如，「聽說現在開始審查 16 部機組，大部份是西屋公司的 AP-1000 與 GE 的 ESBWR，兩種爐都有可能是東芝製造，NRC 認為這樣好嗎？」，對這種問題如何回答實在令人好奇，Diaz 主席快人快語：「你們大概不是開福特汽車，而是開豐田車吧，NRC 的立場是，只要能確保其安全性，任何國家的製品都審查」。

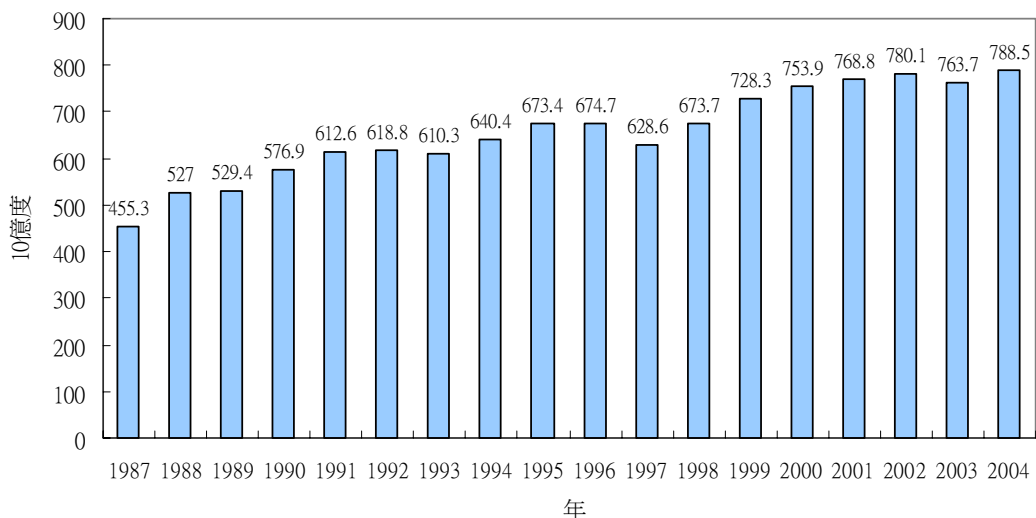


圖 3 美國核能發電量之演變

去年的第 17 屆會議情形已在去年 5 月份的系列連載文章中說明，Diaz 主席以「變革中的安定 (Stability Amid Changes)」為題，強力訴求「沒有 100 分的管制，改革不能間斷」、「不要一成不變，要經常往前進，這是動態的安定性」。

前年的第 16 屆會議情形也已在當年 5 月份文章中說明，當時為 TMI 25 週年，Denton 等人曾發表演講，Diaz 主席也反省 TMI 事故，先說明從 2000 年起，核能方面的成績相當好，然後談及 Davis Besse 核電廠事件，「成功衍生自傲，自傲衍生事故」、「NRC 避免太過嚴格或鬆散的管制，我們採行現實的保守主義」。

Diaz 主席就像這樣以其哲理發表演講，每年都可獲得寶貴的教訓，在宴會的場合，也顯現出坦率的一面，「去年水町先生帶我去買的禮物，我兩個孫子都想要，以後請多多關照」。

此次會議可說充滿了活力與朝氣，美國轉向 (Gear Shift) 核能、預定審查 16 部機組、NRC 計畫在 2 年內招收 400 位核能專家，參加會議的 1800 人也都充份感受到那種盛況。前 1 期 (上個月) 的文章中說明法國的核能文化大革命，前 2 期 (上上個月) 則說明芬蘭興建核電廠、以及活力十足的歐洲，這次美國也是朝氣十足，不能獨有日本落後，現在正是我們和處境相似的法國、芬蘭、還有已脫離核能低迷期的美國一起大聲疾呼，訴說核能效益的時機。

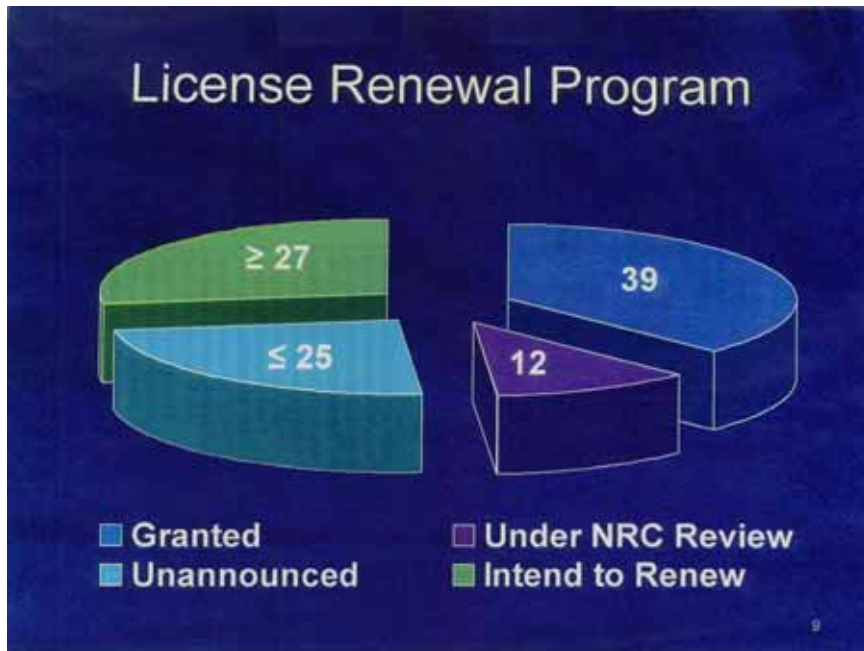


圖 4 美國核電廠執照更新計畫



美國核能管制委員會 Diaz 主席