

# 指向核能復興之羅盤(四十四)

容量因素 99%連續運轉 23 個月

Davis Besse 核電廠「世界最安全」宣言

作者：IAEA, NEA ISOE 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 2007 年 12 月 ENERGY 雜誌

## 美國核管會進用 700 人因應核能復興

在上一期中敘述韓國的努力，筆者從韓國直接赴巴黎，擔任核電廠降低輻射曝露之 ISOE 委員會主席之後又飛往美國，此次是擔任日本機械學會「核能管制最適化研究會」第 4 次海外調查團團長，率領 25 人參訪美國核能管制委員會（NRC）、Davis Besse 以及 Quad Cities 核電廠。此次也和以前一樣，由東京大學岡本孝司教授擔任副團長，北海道大學的奈良林直教授、原子力安全保安院的檢查課班長等也同行，加上電力公司與廠家的管理幹部，集結核能界的產官學人員，可說是世界上相當獨特的一個調查團，受到美國各個訪問單位的熱烈歡迎。



第 2 次調查團時已訪問過 NRC 本部，此次則前往位於芝加哥、實際執行核電廠視察的第 3 區 (Region III) 訪問。如圖所示，NRC 下設 4 個地方性區部，第 1 區位於費城，掌管美國東北部，第 2 區位於亞特蘭大，掌管美國南部，第 4 區位於德州，掌管美國西部的核電廠。

此次訪問的第 3 區掌管全美國 104 部核能機組中 16 座核電廠的 24 部機組 (BWR 11 部機、PWR13 部機)。

照片 1 為第 3 區 Caldwell 局長為我們特別安排在辦公室前攝影留念，進入辦公大樓後最先感到驚奇的是懸掛著 100 個以上的美國政府機關中最舒適職場的最優獎 (Best Award)。從事核能有關工作是守護國民健康的有意義事業，取得視察員資格後薪水也增加，大家充滿自信，朝氣蓬勃，令人印象深刻。

NRC 像這樣充滿活力的理由就是核能復興，申請興建新核電機組已超過 30 件，為因應審查作業，已新進 700 人，顯現出意志軒昂，現在 NRC 也因此高達 3400 人，詢問如何招收到如此多的人材時，答以大多是核子潛艦等海軍有關人員。



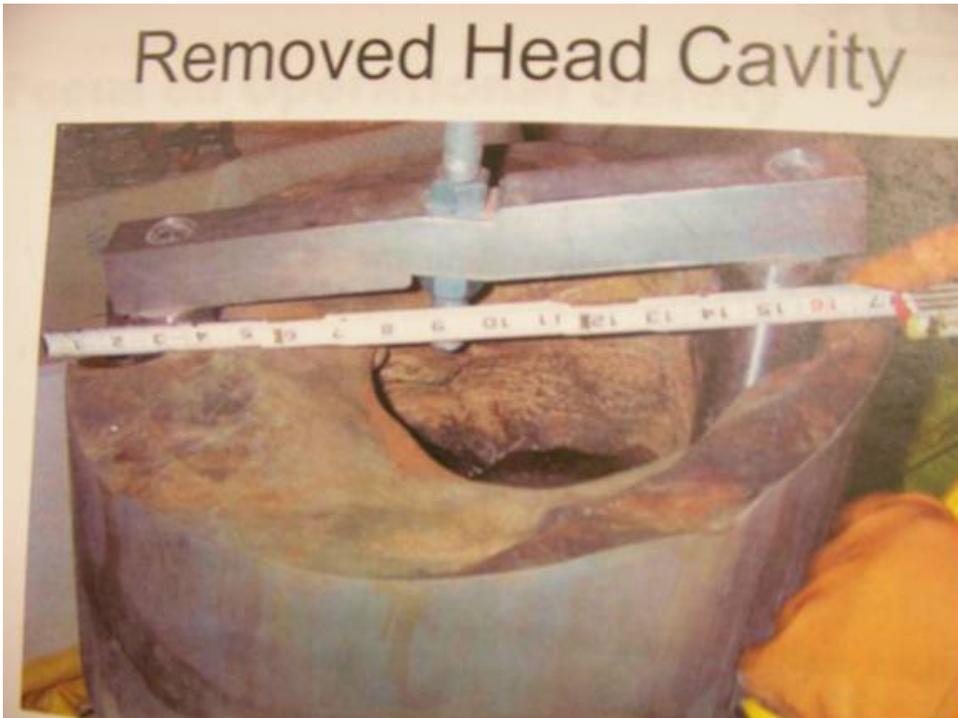
照片 1 NRC Region III Caldwell 局長等與調查團合影

## Davis Besse 核電廠的大改革具有日本風格

此次訪問 Davis Besse 核電廠，該廠在 2003 年因反應爐頂蓋發現如鳳梨大小的破洞而使世界上的核能專家大為驚訝，照片 2 就是有名的頂蓋破洞。

其實此次訪問 Davis Besse 核電廠有其緣由，去年 (2006 年) 國際原子能總署 (IAEA) 在德國科隆召開「運轉經驗回饋」會議，芬蘭核能管制局的 Laaksonen 局長、

NRC 的 Lyons 委員、Davis Besse 核電廠的新任廠長，以及筆者共 4 人擔任討論會的共同主持人，在討論到 Davis Besse 反應爐頂蓋及美浜 3 號機事故時，曾提及：「Davis Besse 已變身為世界上最安全的核電廠，請務必前來參訪」，所以此次係接受此一邀請，前往該廠訪問。

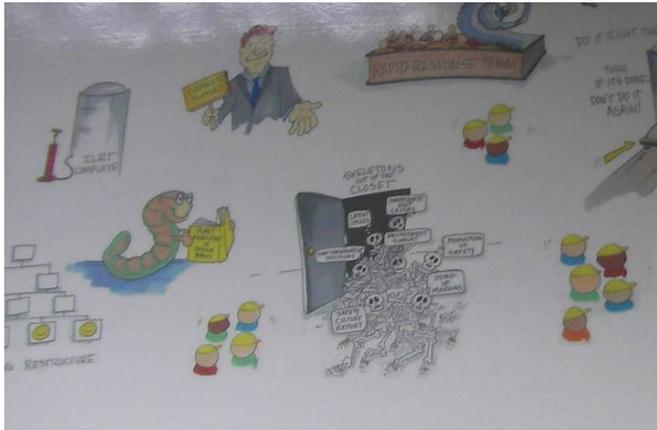


照片 2 Davis Besse 核電廠反應爐頂蓋破洞

Davis Besse 核電廠因為當初沒有所謂的安全文化，所以首先就此方面進行澈底改善。廠長正如 700 位電廠員工的父親，拔擢女性擔任經理，扮演有如母親的角色，提出報告的流程體制鼓勵什麼事都可以報告，包括講上司的壞話在內。我們訪問團一行在廠內參觀時，電廠員工相互之間均以「Hi！」打招呼，令人感受到這不只是口頭上的問候而已，廠內裝飾著異常事件的經緯與對策的漫畫，以前只要大門一開，骨骸（秘密）就絡繹不絕顯露出來，現在則展現出完全沒有骨骸（照片 3）。

另外也引進日本風格的親睦會，每 3 個月舉行 1 次宴會，據說全體管理幹部為員工烤肉服務。同時要求全體員工撰寫改善提案，據說每年達 1 萬件，平均 1 天 30 件，平日 6 點上班，最先的工作就是看這些提案，另外，管制當局的 NRC 駐廠視察員每天早上也要看提案，可說是澈底執行。

另外也挑戰 24 個月的運轉週期，亦即運轉 23 個月，燃料更換 1 個月，去年容量因素達 99%。像這樣的大改革據說是 20 位管理幹部換了 18 人、奮發努力的結果，這在日本或許無法作到。



照片 3 Davis Besse 核電廠的反省：開門後骨骸（秘密）不斷湧出

據說自 9 月 11 日以後，該電廠原則上拒絕外界參訪，此次算是特別招待，得以盡情參觀。打開汽機樓層大門時，剛好 NRC 的駐廠視察員在現場，電廠人員為我們介紹，我們來訪之事已先通知所有有關單位人員，電力公司與管制當局也顯現出良好的互動關係。此地區電力網比較脆弱，因此在外面增設緊急柴油發電機，打開其廠房門鎖時，陪同人員告知：「如果你開門的話會被射殺」，往上一望，配備機關鎗的警備人員正面朝著我們，戒備相當森嚴。

Davis Besse 核電廠自 1977 年開始運轉，是 91.5 萬瓩的 PWR，雖然是較為老舊的機組，但反應器廠房等內部相當整潔，這是經過細心的整理整頓，很像是日本的核電廠，這大概也是大改革的一環，我們也見識到 Davis Besse 核電廠確實已搖身一變，成為世界上最安全的核電廠。

## Quad Cities 核電廠也是 24 個月運轉

Quad Cities 核電廠位於芝加哥西邊的 Moline，這是一個寂靜的小城鎮，在此也受到相當熱烈的歡迎。這裡的輻射防護負責人 Kenith Ohr 亦屬 ISOE 委員會，今年初曾受邀到日本，在東京大學就美國核能復興狀況、降低輻射曝露方面的努力舉行演講，也因為有此一淵源，因此很明快就接受我們這一次的訪問。

在會議開始之前，筆者以日本的盔甲送給 Gideon 廠長（照片 4），對此次接受我們參訪表示感謝，筆者特別說明：「這個武士的盔甲可以守護 Quad Cities，免於所有災害」，廠長相當高興，答稱：「裝飾在入口處，作為此核電廠的守護神」。

此次調查團主要目的之一就是調查長週期循環運轉的現況，由此一主題的負責人 Mark Uhrich 直接說明，Quad Cities 核電廠為達成此目的，在編制上有 13 位專職人員，加上 Exelon 總公司 2 人，承包商 10 人，共有 25 人，2000 年 3 月向 NRC 提出延長燃料週期的申請，2001 年 5 月獲得認可。



照片 4 贈送守護神盔甲給 Quad Cities 核電廠 Gideon 廠長

## 在美國不斷被問到柏崎地震問題

筆者此次赴美國訪問之前不久曾到過東京電力公司柏崎刈羽核電廠進行現場調查，直接看到反應爐，也詳細查看圍阻體內部，並未發現異常，反應器廠房直接建在岩盤上，廠房內部也未看到任何異常。但是，在前 2 期的系列文章中曾提及外部的非安全有關設備損壞，3 號機引發火災的變壓器剛被撤除不久，火災痕跡仍然歷歷在目，化學消防車仍向千葉火力電廠借用，消防問題仍待解決。

此次東京電力公司對於我們希望查看的地方全部錄影，相當具有參考價值，因應美國方面的要求，筆者以錄製的影像和照片說明，在安全性方面也獲得美方人士充份的理解。

## 對美國的努力相當感動

此次從芝加哥飛越密西根湖到底特律，在其正下方為 Ann Arbor 大學街，想起 40 年前筆者作為傅爾布萊特（Fulbrighter）留學生的時代，當時就是從密西根大學的研究所畢業。1960 年代人類初次登陸月球，正是美國的絕佳年代，核能也在最鼎盛的狀況，當時筆者曾陸續參訪 Fermi、Dresden、Nine Mile Point 等核電廠，強烈感受到日本也應該以核能來立國，青春時代令人懷念不已。

此後，美國核能界雖因三哩島核電廠事故而陷入混亂期，但在 2000 年採用新的管制制度 ROP（反應爐監管計畫）之後，即表現出優越的成績。1997 年的容量因素為 71%，現在則為 90%，安全性也獲得提升，管制當局的 NRC 在政府機關中被評定為最佳職場，讓我們見識到朝氣十足的職場環境，反而不像是政府機關。

此外，那個因為重大異常而有名的 Davis Besse 核電廠也完全復甦，並宣稱是世界上最安全的核電廠，這種豪語實在是令人羨慕不已。

美國的核能界人士都相當豪爽，Quad Cities 核電廠也懸掛著標語：「我們從事重要的工作：供電給美國國民」。

美國的核能界已完全復活，除了對其持續性的優秀紀錄深感佩服以外，也要對美國核能有關人員的努力給予高度評價。美國每桶石油價格已達 95 美元的最高紀錄，超過 100 美元已是時間問題，核能復興已成爲堂堂議論的話題。

此次 25 人的訪問團均屬日本核能界，從事最值得尊敬的好工作，也就是能源供給，這是日本人的生命線，但是無法獲得國民的理解，被大眾媒體視爲惡者，令人痛感這種黑暗的狀況必須斷然打破。