

指向核能復興之羅盤(四十七)

佛羅里達的核能潔淨化會議

核能管制委員會從北風大變身為大陽

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 2008 年 03 月 ENERGY 雜誌

佛羅里達也因次級房貸問題油價暴漲

美國佛羅里達州勞德岱堡 (Fort Lauderdale) 舉行例行的 ISOE 會議，共有來自世界各國 150 人參加，會議及討論充滿活力，筆者也前來擔任此次會議的主席。去年也曾在此系列文章中談及，勞德岱堡在這寒冷的季節仍相當溫暖，很多人還在游泳，是世界上億萬富翁雲集的著名城鎮。

對這些富翁而言似乎沒什麼影響，但佛羅里達州次級房貸的問題也接踵而至。所謂次級房貸是指對那些無法一次償還房貸者的貸款，原來風險就比較高，但與其他優良的貸款組合，在世界上到處散佈，到後來灰頭土臉，包括日本在內，出現大約 10 兆日圓的錢災，演變成今年景氣的最大問題。

佛羅里達州的地方自治團體和學校等把錢存放到州政府，州政府運用在投資上，最近 20 年以來，每年持續配發 5% 的紅利，去年州政府遭受次級房貸的衝擊，無法發出 5% 的紅利，引起相當大的騷動。

除此之外，美國特別是巨額的年金資金被次級房貸套牢，像這種巨額資金流入石油市場，造成每桶石油高達 100 美元的驚人價位，這種價格並不是石油的供給與需求的問題，而是次級房貸所造成的嚴重問題。

另一方面，異常的石油價格導致產油國聚集了相當於 200 兆日圓的現金，演變成可以掌控金融機構的事態，日本的大型金融機構也因為次級房貸問題而負債，影響到今年的景氣，造成騷動。但是更根本的問題則是產油國累積了 200 兆日圓的超巨額現金，並將此資金投資在美國的大型金融機構，造成類似日本國會那種扭曲的現象。

世界上遙控監測技術提升

此次研討會中特別是遙控監測器的使用方面有相當多的議論，各核電廠都綜合性配備這種設備。早期進行改善工程及檢查時，即使是高劑量的場所，也有多位監督者、作業員進入，結果造成效率不佳及無謂的暴露劑量，現在則以最少的人數在現場作業，監督者一面用遙控監測器觀看，一面監督並下達指示，遙控監測的集中系統也用在預防恐怖份子等方面。

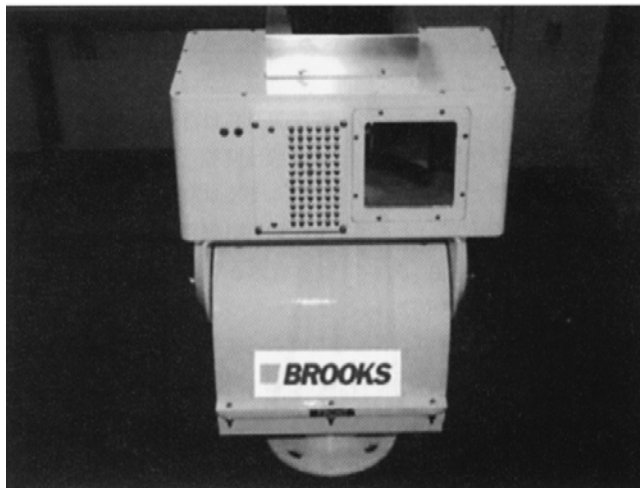
像這種遙控監測的技術每年都在進步，照相機所使用的晶片比較不耐高輻射及高溫，壽命也短，此次廠商所展示的監測器如照片 1 所示，附有屏蔽裝置及冷卻風扇，相當輕巧，現場並作實際操作示範。

Darlington 核電廠獲頒 ISOE 獎

每年頒發 ISOE 獎給努力降低輻射劑量的核電廠，今年由加拿大的 Darlington 核電廠獲獎，由筆者頒贈獎狀，照片 2 為 2008 年 ISOE 研討會論文集的封面，也就是紀念獲頒 ISOE 獎的 Darlington 核電廠，照片 3 為表揚典禮後筆者與該廠人員攝影留念。

筆者也曾在數年前造訪 Darlington 核電廠，該廠位於渥太華附近，擁有 4 部 93 萬瓩級 CANDU 爐，此次頒獎對象首先是蒸汽產生器輻射劑量的降低，圖 1 右側顯示蒸汽產生器正中央加裝巨蛋（Dome）型鉛毯（Lead blankets），圖的左側則顯示輻射劑量從 96Rem 改善為 7Rem，降低至 10 分之 1 以下。

另外有關氚（Tritium）方面，如圖 2 所示，將洩漏抑制在最小限度，也改善到 10 分之 1 的程度，這種腳踏實地的努力，終於獲得巨大成就，也因此獲頒 ISOE 獎。



照片 1 附有屏蔽裝置與冷卻風扇的遙控監測器用相機

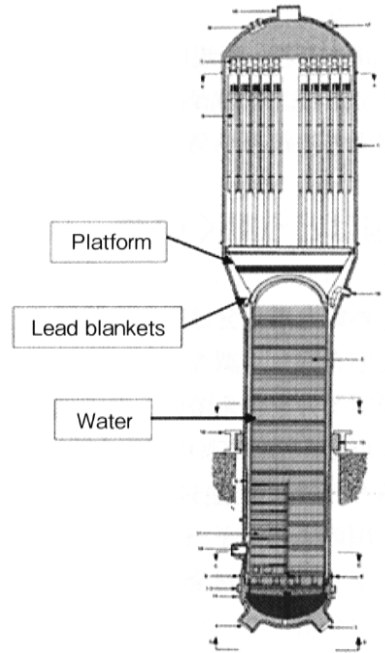
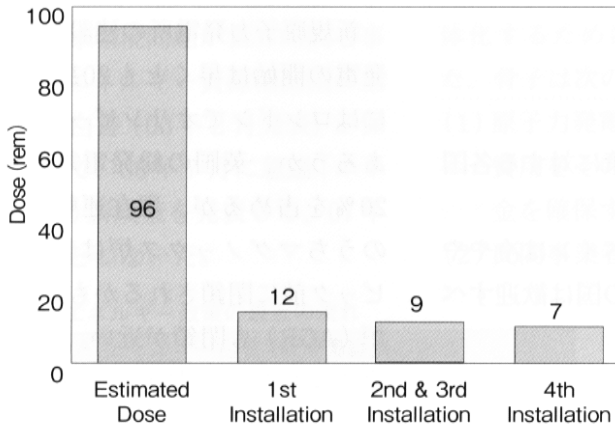
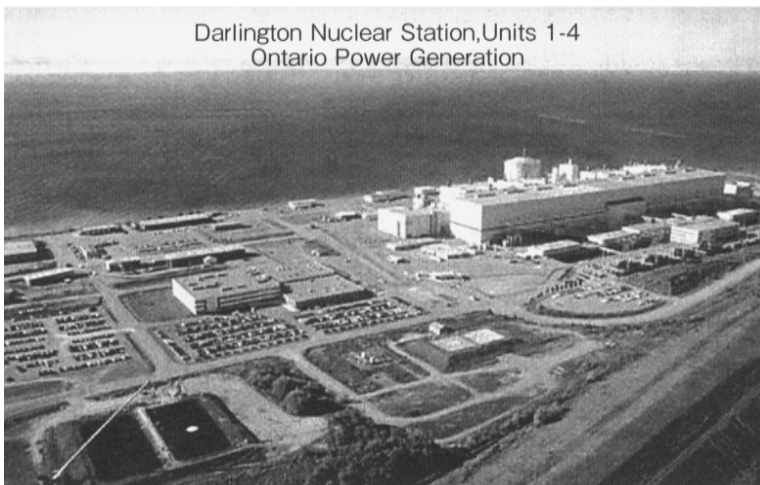


圖 1 改善蒸汽產生器降低劑量



照片 2 2008 年獲頒 ISOE 獎的加拿大 Darlington 核電廠



照片 3 ISOE 獎頒獎典禮後攝影留念

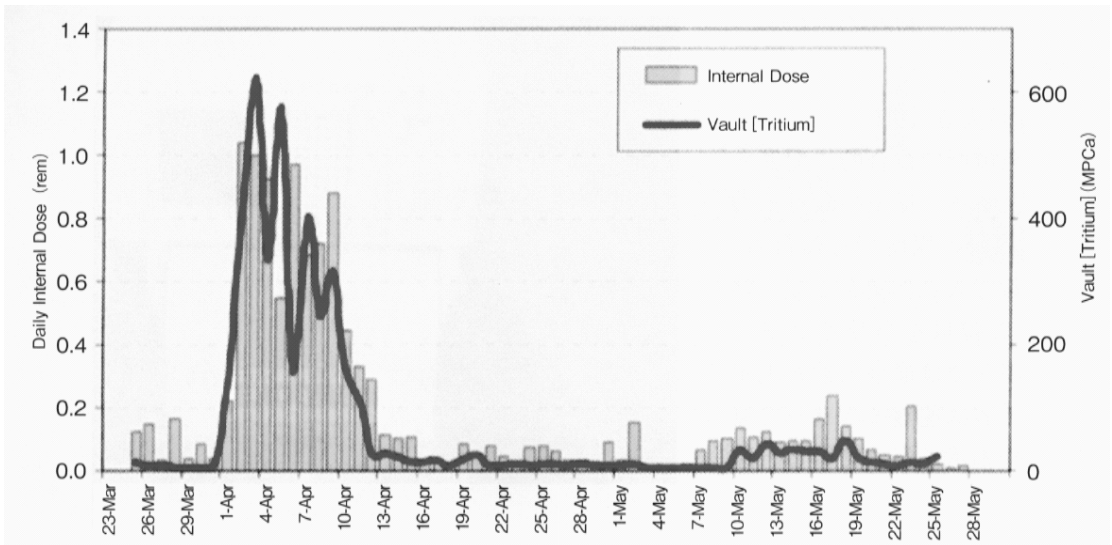


圖 2 Darlington 核電廠的改善

視察員與電力公司坦率交換意見

研討會之後依循往例，美國所有核電廠的輻射防護經理與核能管制委員會（NRC）人員一起舉行會議，NRC 本部 2 人及第 1~4 地區的視察員各 1 人，共 6 人參加。因爲人數眾多，故分成 BWR（沸水式爐）組、PWR（壓水式輕水爐）則分爲 2 迴路（Loop）、3 迴路、4 迴路、CE 製等 4 組，合計 5 組分別進行討論。

各核電廠共報告最近半年來降低劑量的最佳（Best One）至第 22 名實例、不好的事例第 1、2 名、以及詢問其他電力公司的問題 2 件。例如詢問：「注入鋅具有減少輻射源的效果，但注入之後反而增加 30%，令人大傷腦筋，不知是否有人有這樣的經驗」，數家電力公司回答：「我們也曾失敗過，改善對策是掌握注入量和時間點（Timing）的問題」，像這樣的資訊分享確實具有實質上的意義。

另外，某電力公司人員談到：「某位作業員不慎誤開閥門，引起下游工作人員的大騷動，燃料更換日程也大幅落後，單純的失誤造成相當大的麻煩」，NRC 視察員詢問：「偶而就是會有這樣的人，結果怎麼樣？」，答以：「把他調到與輻射無關的廠房去操作閥門」，視察員笑稱：「這樣問題就解決了」。

NRC 的簡報字太小，某位女性經理說：「看不到」，NRC 人員答覆：「我把眼鏡借給妳」，引起一陣爆笑。事後詢問那位 NRC 人員，答以「以前用高壓的態度，結果什麼資訊也得不到，現在視察員將氣氛緩和下來，重要的是營造出可以無所不談的氣氛，視察員所受的教育訓練就是這樣」，這是一個令人羨慕的會議。

筆者也應邀就世界與亞洲的狀況、以及柏崎刈羽核電廠地震問題發表演講，此次地震在美國也有很多人感覺是相當大的事故，筆者談到「停機、冷卻、封阻的安全性得以確保，核電廠具有充份的強韌性（Robustness）」，即使發生那樣大地震，也完全沒有動用到爲因應異常而設置的緊急爐心冷卻設備，仍具有餘裕，而且也能確保安全性，聽講者也發出驚嘆之聲。

核能管制當局從高壓態度轉為和諧氣氛

佛羅里達州 1 月的溫度仍高達 32°C，相當炎熱，綿延到邁阿密的美麗白色沙灘沒有一點垃圾，海水浴場湧入數萬人的泳客，筆者也被太陽完全曬黑。今年起不再流行風力衝浪（Wind Surfing），反而是帶著風箏、高速奔馳的風箏衝浪（Kite Surfing）大爲盛行，偶而作出彈跳動作，有如飛行般的豪邁，又誕生了一種新的值得觀賞的運動。

另一方面，芝加哥和南部的亞特蘭大等地大雪紛飛，單是亞特蘭大 1 天就有 1000 飛機班次停飛，陷入大混亂之中，所以此次是經由達拉斯飛往佛羅里達。在達拉斯造訪 40 年前甘迺迪總統遭暗殺的大道，當時的街道已經大變身，現在是高樓大廈林立。美國國內也是像這樣持續有異常氣象，令人想到是否受到地球暖化的影響。

此次研討會聚集了美國幾乎所有核電廠的輻射防護經理，NRC 也有 6 人參加，大

家非常坦率地進行資訊交流，這種情景實在令人羨慕，特別是 NRC 視察員常常開玩笑，使氣氛輕鬆不少，詢問 NRC 視察員，答以：「大約 15 年前，視察員採行高壓手段，電力公司一有誤失，馬上科以罰金，風評不佳。2000 年時實行 ROP（反應爐監管計畫），開始重視與電力公司的溝通，在 NRC 內部進行教育訓練，強調要營造出可以無所不談的氣氛，開玩笑也是其中之一」。這種努力營造和諧環境的精神令人印象深刻，管制者這樣的態度加上電力事業者的奮發努力，終能達到核電廠的安全運轉與亮眼的容量因素，這也可以說是美國的安全文化。

此次研討會可說是群英會，聚集了美國電力事業者的處長級人員，最大電力事業者 Exelon 的重要幹部、NRC 官員及視察員、廠家、教授等，令人銘感難忘的是所有與會人員均以平等的地位坦率進行資訊交流。日本產官學界此時也應該積極協調，共謀核能的安全與發展，在解決環境問題方面，也應該利用核能的技術對世界作出貢獻。