

# 指向核能復興之羅盤(五十八)

## 17 個國家 90 人參加 ISOE 委員會代表者會議

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 2009 年 2 月 ENERGY 雜誌

### 一年一度的 ISOE 代表者會議

從阿根廷的布誼諾艾利斯返國，在正值楓紅的京都主辦 ISOE（核能潔淨化）委員會各國代表者會議，帶領各國全體與會代表赴金閣寺、清水寺、嵐山的觀光小火車一遊，大獲好評。我們日本人對佇立在滿是紅葉之中的金閣寺的美既深愛又感動。清水寺的本尊在經過了 55 年後再度公開，實在非常幸運，各國代表紛紛表示未曾見過擁有如此漂亮世界遺產的城市，驚嘆讚美溢於言表，作為主辦者也感覺相當有面子。筆者在開會致詞中談到「1990 年首度在京都簽署環境問題的京都議定書（Kyoto Protocol），在此地召開核能潔淨化的代表者會議深具意義」，正式開啓會議的序幕。

會議後搭乘巴士赴準備再起動運轉的文殊核電廠參訪，並在敦賀市舉行國際 ISOE 研討會（照片 1），緊鄰敦賀市的城市是小浜市，交通標識中有「OBAMA City」，美國代表發現與下一任歐巴馬總統同名，相當驚喜，紛紛按下快門。



照片 1 在敦賀舉行國際 ISOE 研討會

在開會典禮致詞後，此次由首次獲邀的輻射防護公眾衛生委員會（CRPPH）主席

-法國的 Jacques Lochard 發表特別演講，其他各國代表共發表 26 篇論文。  
循例選出最優秀演講者頒發 ISOE 獎，由發表「達成世界第一低劑量的東通核電

廠的活動」之東北電力公司伊藤重及發表美國 Braidwood 核電廠達成低劑量的該廠 Patrick Daley 獲獎，大會決定邀請此 2 人明年赴維也納 IAEA 總部參加國際 ISOE 研討會。

在研討會順利結束後，筆者立即赴印度，在前一期文章中談到筆者在孟買恐怖攻擊之日從印度回到日本，印度正進行具體的核能復興。

## 降低曝露劑量的聖經初稿獲得通過

筆者作為 ISOE 委員會主席的另一個努力項目就是對世界上的核電廠，如同此次東通核電廠那樣，將達成降低劑量的良好事例，包括採行何種措施等彙整成書籍出版。

其中一本就是 1997 年的桃皮書 (Pink Book)，正式由 OECD/NEA 出版，成為世界上核電廠降低劑量的聖經。但最近 10 年來技術革新相當快速，特別是 IT 產業發生革命性的變化，我們的工作方式也變成各人利用電腦傳送電子郵件，使用網路來作業，核電廠也進行 IT 化，而且遙控監測、機器人 (Robot) 等也有顯著的進步。

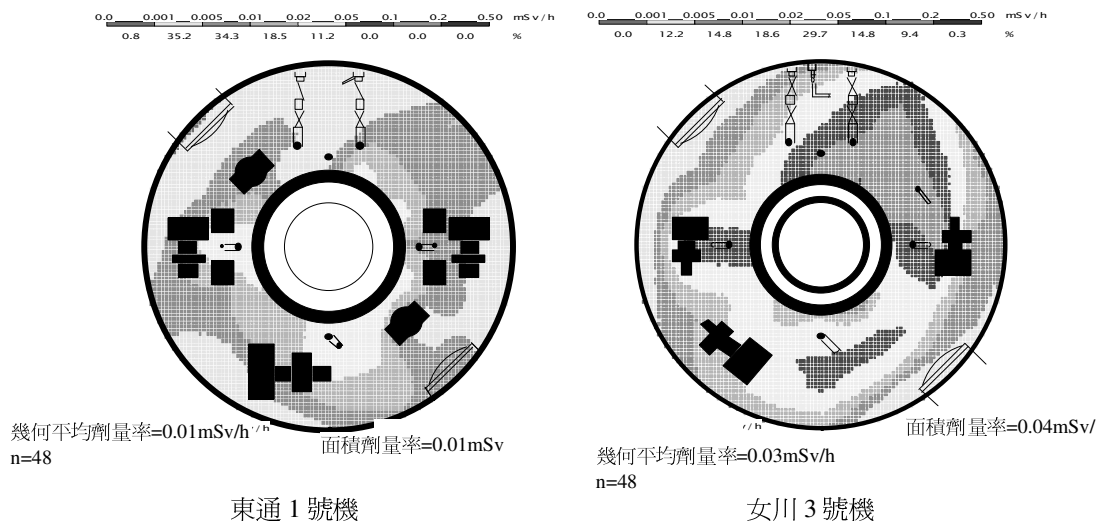
此次滿載那些嶄新技術的新降低劑量聖經以「Work Management to Optimize Occupational Radiation Protection in the Nuclear Power Industry」為名，彙整成冊，因封面為綠色，故決定通稱為綠皮書 (Green Book)。

在此次的代表者會議獲得通過，OECD/NEA 於 2009 年 2 月正式發行，筆者擔任諮詢委員會的召集人，因此得以留名，謹在此對各國委員表達最深的謝意，也衷心期盼今後世界上的核子設施都能善加利用此一聖經，降低核電廠唯一的問題所在---輻射劑量。

## 東通核電廠之快舉 降低曝露劑量世界第一

此次國際研討會最高榮譽的 ISOE 獎經全體選拔委員的推舉，決定頒給致力於降低曝露，並達成世界最乾淨的東北電力公司東通核電廠，最近日本的紀錄不佳，這是近來所未曾有過的快舉。

東通核電廠推動「電廠淨化活動」，澈底管理水質，致力於降低設備管路內部及外部的輻射強度。圖 1 顯示女川 3 號機與東通 1 號機圍阻體內再循環泵馬達周圍的劑量比較，其乾淨的程度可說是一目瞭然。這是施行材料的表面處理、首次在飼水加熱器傳熱管進行氧化處理、執行降低劑量對策等所獲得的成果。另外在「電廠淨化活動」中，起動偵測試驗時澈底執行淨化運轉，達到降低銹垢 (clad) 的效果。



圍阻體內再循環泵馬達周圍（反應爐停機 4 日後）

圖 1 反應爐圍阻體內輻射劑量之比較

近年來開始運轉的核能機組，其主要課題就是發現反應爐內鉻（Cr）離子有顯著上昇的現象，這是因為鉻離子將爐內環境酸性化，致使原來安定附着在燃料套管表面氧化膜上的鈷 60 加速溶出，結果造成爐水中輻射濃度上升。鉻離子的主要產生源為飼水加熱器傳熱管，東通核電廠首次將飼水加熱器最終段加以氧化處理，致力於抑制飼水將鉻帶入反應爐內。

由於以上的盡心努力，才誕生了世界上最乾淨的核電廠，圖 2 顯示世界上沸水式反應爐（BWR）的年度劑量，東通核電廠卓越的成績顯而易見，此圖僅為 BWR 型核電廠的數據，但一年才 0.14 人-西弗的數據，包括壓水式反應爐（PWR）在內，也是世界第一的紀錄，這是令人讚嘆的水準。

## 日本的降低曝露落後於世界

上述東通核電廠之快舉，與世界各國比較即可知其紀錄是如何優秀，圖 3 為 1980 年以後世界主要國家的趨勢，日本在 1992 年達成世界第一的紀錄以後，因為自傲而被世界上主要國家拋在後面，若單以圖 4 所示 2004 年主要國家 PWR 的平均劑量比較，日本也是最差的紀錄。今年（2009 年）年初日本改善檢查制度，電力公司在此方面的意識也提升，期盼今後能有大幅改善。

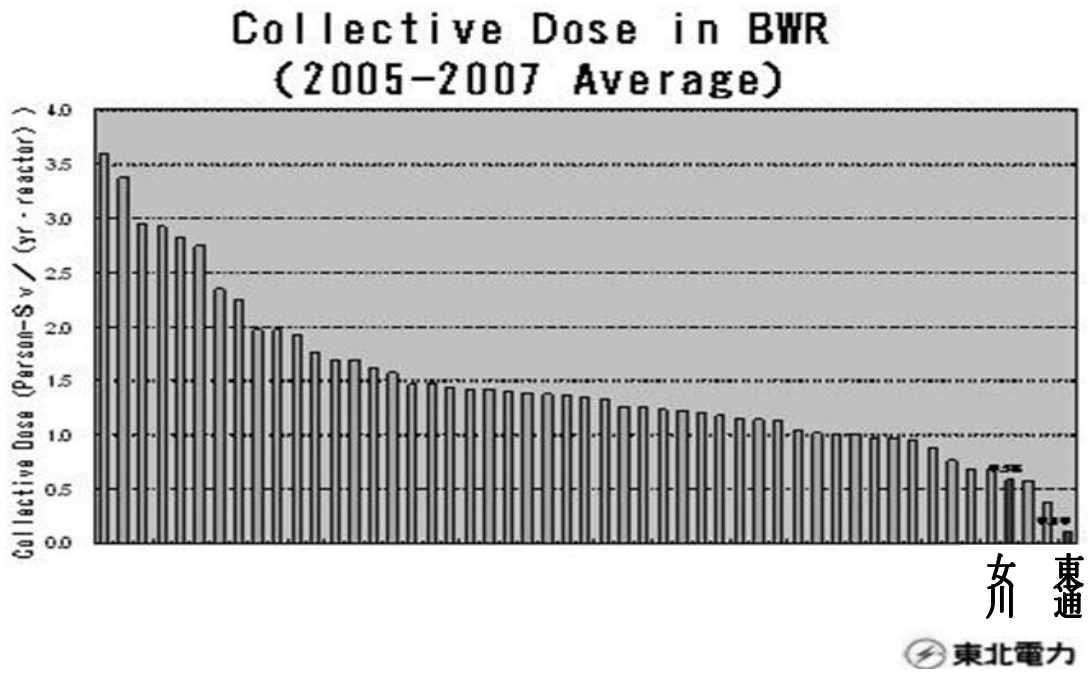


圖 2 世界 BWR 核電廠年度曝露劑量之比較

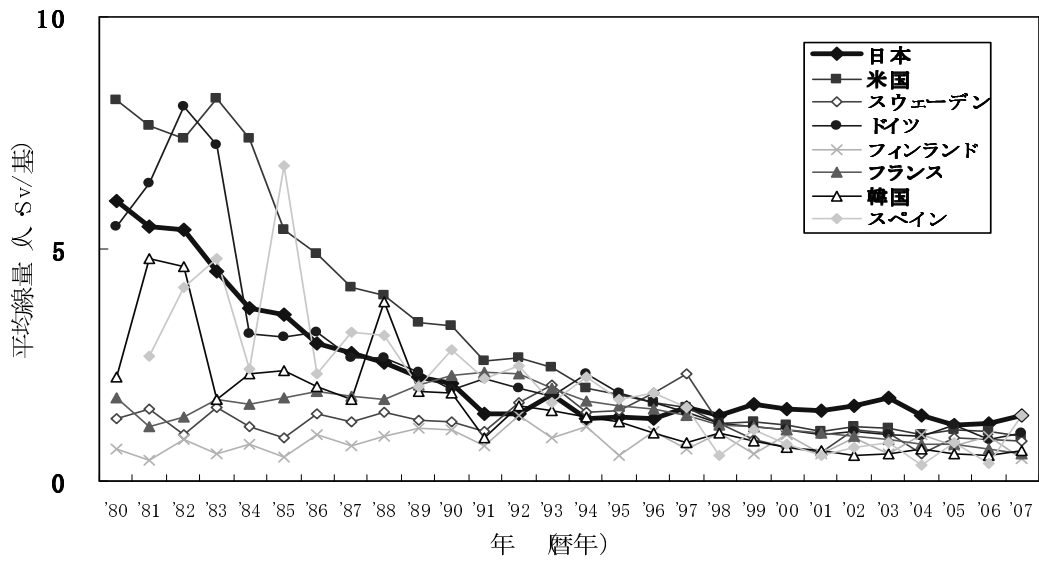


圖 3 世界每一反應爐一年曝露劑量之比較

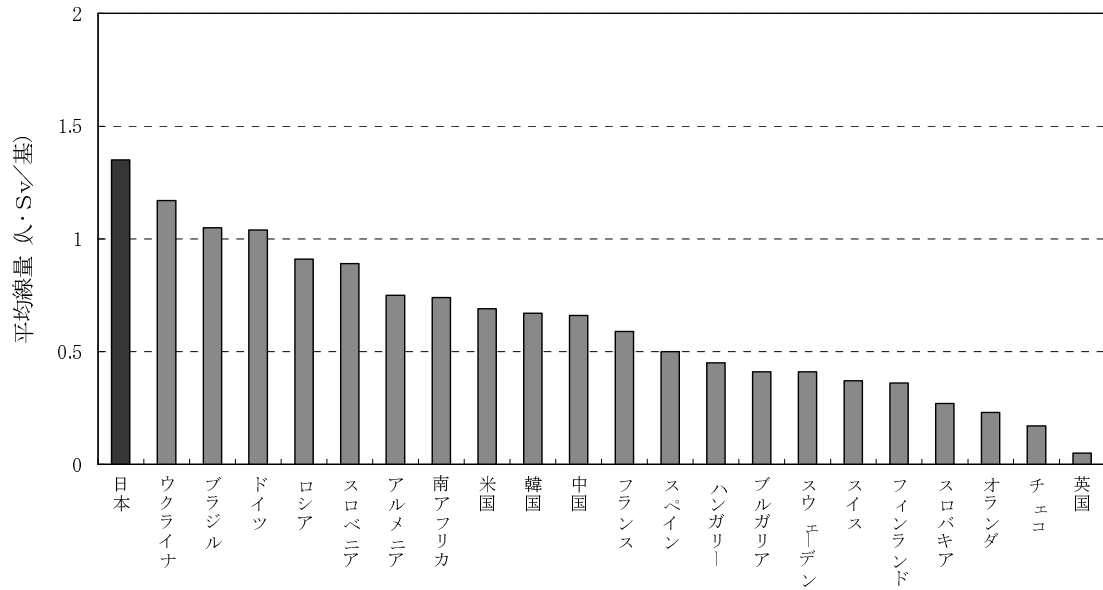


圖 4 世界 PWR 年度曝露劑量 ( 2007 年 )

無論如何，以相同基準互相比較，東通核電廠之快舉作為今後核能復興之先驅具有重大意義，事隔多年終於能向世界展現日本的技術能力，東通的快舉值得大力讚揚。

### 美國 Braidwood 核電廠的努力

另一個 ISOE 獎頒給美國 Braidwood 核電廠發表的論文，該廠的潔淨化運動源於擁有最多核電廠的 Exelon 公司的策略，強調停機中的水化學管理至為重要，特別是添加過氧化氫，去除放射性腐蝕生成物，致力於電廠的潔淨化。另外，採用 1 微米細網的過濾器，改善放射性腐蝕生成物的去除效果，因而獲得良好的成果，經由這樣的改善行動，Braidwood 1 號機蒸汽產生器的維護保養作業創造了該機組最低曝露劑量紀錄。

這樣的紀錄是從停機前 3 個月即進行準備作業，從 ISOE 資料庫學習其他電廠的良好事例，並作成詳盡的作業計畫，終能達成這樣的成效，發表的內容及說明淺顯易懂，因此頒發 ISOE 獎給發表人 Patrick Daley ( 照片 2 )。



照片 2 ISOE 獎頒獎典禮

## 日本應該是核能潔淨化的世界領導者

此次國際 ISOE 研討會從京都到敦賀圓滿成功，特別要感謝 1 年前即展開旅館、會場等準備作業的 ISOE 籌備會成員。1 年前的會議於美國嚴冬之際，在溫暖、甚至可享受海水浴的佛羅里達州豪華的勞德岱堡（Fort Lauderdale）舉行，獲得高度肯定，2 年前在德國的埃森（Essen）舉行，在世界遺產的世界最大煤礦遺跡舉行宴會，有一種溫馨的感覺，也備受讚賞。因此，此次的京都與敦賀也是費盡思量，選擇在最佳的紅葉季節，也很幸運除了豐富的技術成果以外，也觀賞到滿是楓紅的金閣寺，與會人員均感動不已。

從美國引爆的金融危機，預測核能復興的速度不得不緩慢下來，但此一方向性是完全正確的途徑，正如現在中國大步邁進，新核電廠的建設風潮已在各國蔓延，東通核電廠所展示的日本技術力擴展到世界各地至為重要，日本才應該是核能潔淨化的世界領導者。