

指向核能復興之羅盤(三十)

IAEA 運轉經驗會議「世界資訊共有化」 各國在德國宣示提升安全性

作者：水町涉

IAEA, NEA ISOE 委員會副主席[下一任(第七任)主席]

譯者：石門環

行政院原子能委員會技正

日文原文刊載於 2006 年 8 月 ENERGY 雜誌

各國有識者在德國商討合作提升核能安全

在 6 月份文章中才剛說明德國核能界的努力，後來再度訪問德國，出席 IAEA 與 OECD/NEA 主辦的以運轉經驗回饋提升安全性的國際會議，芬蘭的核能管制當局 Laaksonen 總局長擔任主持人。今年（2006 年）1 月，筆者擔任日本機械學會「核能安全管理最適化研究會」訪歐調查團（23 人）的團長，曾就芬蘭的核能管制狀況向 Laaksonen 局長討教，3 月參加美國 NRC 核能管制資訊會議時，也和 Laaksonen 局長、NRC Diaz 主席等人會面，深深感受到世界上安全管理相關人員的交流愈來愈密切。會場所在地的科隆也是世界盃足球賽的競技場，旅館客滿，會議與足球賽一樣熱烈。此會議以歐洲為主，美國、韓國等 14 個國家與 2 個機關共約 100 人參加。

IAEA 谷口副秘書長的提議

IAEA 谷口副秘書長代表 IAEA 出席，強調運轉經驗回饋的重要性，特別是國際間資訊的共享，而且不只是事故方面的資訊，良好的運轉經驗等優良事例的共有也相當重要，並呼籲國際上的專家致力於同業評估（Peer Review），使運轉經驗得以回饋、善盡向民眾說明之責，確保透明性。

谷口副秘書長也指出現今核能的課題，具有豐富經驗的專家引退，導致經驗與技術能力欠缺的因應對策，以及在經濟性壓力攀高之下提升安全性等。

美國的運轉經驗回饋

美國 NRC Diaz 主席原預定出席，但因表明將引退，故由 Lyons 委員發表 2005 年 NRC 的運轉經驗回饋實績，內容相當精彩。

NRC 有 30 位技術人員審查運轉經驗，去年 (2005 年) 共過濾 1000 件以上世界上的運轉經驗，並由技術人員調查其中 127 件、評估 30 件，其中又有 7 件作成報告，陳報最高層。在每天早上的晨間會議中，評估經過過濾的案例，圖 1 是具體實例，為廠用水系統劣化的共通要因照片。



圖 1 美國的廠用水系統劣化的共通要因

原子力技術協會石川迪夫理事長簡介業務

原子力技術協會石川迪夫理事長說明該協會的業務活動，「本協會是類似美國核能發電運轉協會 (INPO) 的組織，其目的在支援電力事業者的安全運轉，並對提升管制成效作出貢獻，會員由電力公司、廠家、承包商等共 113 家公司所組成」。

「比較日本與美國機組異常後的停機期間，美國為 7.3 天 (2004 年)，日本為 34.4 天 (1999~2004 年平均)，為美國的 4.7 倍，日本實際上檢修所需時間為 6.8 天，大致與美國相同，但是「水平展開」(譯者註：調查同型廠或同型機組是否有相同問題) 及調查原因時間較長，顯然是『過猶不及』」。另外，石川理事長也強調運轉經驗回饋才是防止異常事件的唯一對策。

瑞士提出核能安全新指標

瑞士管制當局 SFNS (Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate) 的心理學家 Flury 博士提出有趣的提案，在我的記憶中，心理學的專家出席這樣的會議應是首次，提案的內容相當有趣，令人相當期待今後的發展。

Flury 博士首先從何謂核能安全這個最上層的議論談起，國際原子能總署 (IAEA) 的 INSAG-12 中揭示 2 個目標，也就是輻射防護與技術性的安全目標。另外，DS-298 的草案 (Draft) 揭示核能安全的 4 個項目：①核能的安全性，②輻射的安全性，③放射性廢料的安全性，④放射性物質搬運的安全性。對於此 4 個項目，瑞士的核能安全目標為保護人類與環境，以免遭受以下的輻射災害。

反應爐的運轉

燃料的操作

燃料的貯存

放射性廢料的處置

放射性廢料的貯存

放射性物質的搬運

這些包括技術上與組織上的觀點，另外，將要求事項與運轉經驗作為此一思想的基礎，要求事項以書面文件加以定義，運轉經驗則在電廠實際觀察。

此外，核能的安全性必須從技術上的要素、人的要素、以及組織上的要素達成。

在這種前提之下，作成圖 2 所示的矩陣 (Matrix)，作為新的性能實績指標。橫軸有 4 個項目，要求事項分成 2 個項目：①設計要求事項，②運轉要求事項；運轉經驗也分成 2 個項目：③機組狀況，④人與組織的狀況；合計 4 個項目。另一方面，縱軸為 4 個大項，合計以下 10 個項目。

輻射防護

①防護輻射釋出廠外

②降低作業員的輻射劑量

深層防禦

③防護異常事件及破損

④異常運轉的控制

⑤設計事故範圍內的事務控制

⑥機組嚴重狀態的控制

⑦重大輻射物質釋出廠外的緩和

輻射屏蔽的完整性

⑧燃料的完整性

⑨一次系統邊界的完整性

全體的安全性

⑩安全文化、風險評估等多方面觀點

從以上 40 項 (4×10) 指標評估機組的脆弱性與完整性，對此，進行以下 3 階段評估。

1：異常運轉

A：安全系統設備破損，進入運轉限制條件 (LCO) 等

V：改善要求

我國也已決定今後將採行安全實績指標，瑞士的獨特提案實在值得研究檢討。

Subject	Requirements		Operational Experience	
	Design Requirements	Operational Requirements	State and Behaviour of the Plant	State and Behaviour of Man and Organisation
Goals				
Radiation Protection				
Optimising radioactive off-site release	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■■ G	1 A V ■ N ■■■ G	1 A V ■ N ■■ G
Optimising staff radiation exposure	1 A V N G	1 A V ■ N ■■■ G	1 A V ■ N ■■■■ G	1 A ■ V ■ N ■■■■ G
Defence in Depth				
Level 1 Prevention of abnormal operation and failures	1 A V ■■ N ■■■ G	1 A V ■ N ■■■■ G	1 A V ■■ N ■■■■ G	1 A V ■■ N ■■ G
Level 2 Control of abnormal operation	1 A V ■ N G	1 A V ■ N ■■ G	1 A V ■ N ■■ G	1 A V ■ N ■■ G ■
Level 3 Control of accidents within the design basis	1 A V ■ N ■■ G	1 A V ■ N ■■■ G ■	1 A V ■ N ■■■■ G	1 A V ■ N ■■■ G ■
Level 4 Control of severe plant conditions	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A ■■ V ■ N ■ G
Level 5 Mitigation of the radiological consequences of significant external releases	1 A V ■■ N ■■ G	1 A V ■■ N ■■ G	1 A V ■■ N ■■ G	1 A V ■ N ■■ G
Barrier integrity				
Fuel integrity	1 A V N ■ G	1 A V N ■■■ G	1 A V ■ N ■■ G	1 A V ■ N ■■■ G
Integrity of the primary cooling system boundary	1 A V N ■ G	1 A V N ■■ G	1 A V N ■■■ G	1 A V ■ N ■■■ G
Containment integrity	1 A V ■■ N ■■ G	1 A V ■ N ■■ G	1 A V ■ N ■■■■ G	1 A V ■ N ■■ G
Overall safety				
Multiple level aspects	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■■ G	1 A V ■ N ■■■ G	1 A V ■ N ■■ G

圖 2 瑞士的安全指標新提案

Davis-Besse 因新體制而重生

此次較有趣的是 Davis-Besse 新廠長亞倫的報告。

據說他是從持續有良好成績的 Bellefonte 核電廠廠長職位被挖角過來的，就任後隨即將 Davis-Besse 的組織與人事一舉換新。Davis-Besse 核電廠只有 1 部機組，目前的體制是廠長直接向副總經理、總經理報告。

亞倫廠長以「今日的 Davis-Besse」為題，強調「改變 3P」，如圖 3 所示，所謂 3P

就是人 (People)、電廠 (Plant)、過程 (Processes)。首先在人的方面列舉資訊傳達、訓練、安全文化、安全第一的環境、加強管理、標準化等 (圖 4)。在電廠方面，反應爐容器頂蓋換新、高壓注水系統的改善、圍阻體變更塗裝、加強燃料完整性、圍阻體換氣空調系統的改善、運轉員減少束縛等。在過程方面，教育訓練、系統完整性的評估、管理的強化、硼酸及 600 系列合金的檢查、改正行動方案、超越管制及產業界標準的方案、完善的燃料換新等。

圖 3 及圖 4 的照片為 Davis-Besse 重生後的標語。

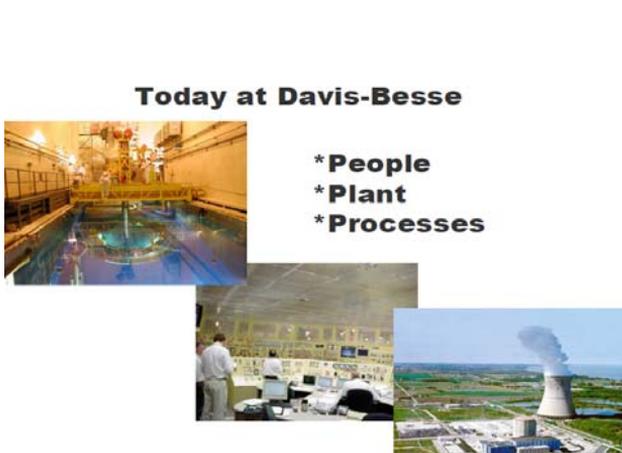


圖 3 Davis-Besse 的 3P 改革



圖 4 Davis-Besse 作業員著重安全

電廠的改革

法國的管制當局發表最新的資訊，法國席拉克總統宣布核能管制當局改為直屬總統的機關，並已獲得國會的同意。

發表報告的古普達先生說明 2005 年的異常事件有 792 件，為了提高透明度，輕微事象也公布，因此件數較多，其中與安全有關者 585 件，與輻射防護有關者 175 件，與放射性物質之釋出有關者 32 件。

以結論而言，法國將運轉經驗分成以下 4 個等級，進行核能安全之管理。

每週執行即時解析

每 3 個月管制單位與電力公司定期會議

每 3 年與核能專門機關 (IRSN)、顧問會之會議

每 10 年的定期安全評估

今後為提升安全，決定開發安全指標。

座談會討論

最後一天舉行座談會討論 (Panel Discussion)，作為此次會議的總結，由芬蘭管制

當局 STUK 的 Laaksonen 總局長主持。代理法國 Lacoste 總局長的古普達先生、美國 Davis-Besse 新廠長的亞倫先生、會議主辦單位 OECD/NEA 副署長田中先生、以及筆者進行座談討論 (圖 5)。

各國都相當重視運轉經驗的回饋，再度認知國際間共享資訊的重要性，而且不只是事故等不好的資訊，對於良好的事例也要積極進行資訊交流，並強調對提升各國核能安全具有助益。

Laaksonen 總局長說明：「現在發生的事故，差不多 100% 都是過去我們經驗過的事例，例如美濱 3 號機的事例與 Surry 幾乎是完全一樣的錯誤，芬蘭的核電廠也曾經經驗過，幸運的是芬蘭是發生在無人的場所，沒有人員傷亡，才沒有像日本那樣造成相當大的震撼，從此一事實看來，此次所謂運轉經驗回饋的會議實在是非常重要的會議」。

筆者的意見與 Laaksonen 總局長完全相同，最後也以美濱事故時在此 ENERGY 月刊發表的文章作為總結，也就是「If you do not learn the history, the history comes to teach you!」(如果不學歷史，歷史就會回來教訓我們)。Laaksonen 總局長會見韓國人員時，顯露出領會我意的表情，在當日晚宴時，對筆者大為讚揚。



圖 5 會議總結的座談會討論 (右端為筆者)

主辦單位的結論

此次會議的結論有以下提案，首先是 IAEA 與 OECD/NEA 共同執行的事件報告系統 IRS (Incident Reporting System)，目前是以事件發生的資訊為主，以後應將重點置於採行的改正行動上。其次是運轉經驗反映系統，有必要與核能以外的產業界進行資訊交流。另外，也有必要蒐集整理各國的良好事例 (Good Practice)，今後應就這些方面加以檢討。

虛心學習世界各國的運轉經驗

芬蘭 STUK 總局長 Laaksonen 所說「幾乎所有的事故在過去都經驗過，運轉經驗

的回饋才是防止事故於未然的關鍵所在」，實在是千真萬確。Surry 事故時的新聞報導：「我國的管路薄化管理與水質管理等與美國不同，這樣的事故在日本不會發生」。

各國對於在其國內發生的事故，在調查時都會反映到其他類似的機組、設備（水平展開），但對於國外的事故，往往容易視而不見，認為其不可能發生。但是，實際上發生的事故一定是過去在某個地方發生過。

此次再度寫出我一貫主張：If you do not learn the history, the history comes to teach you!