

# 指向核能復興之羅盤

## 事故及故障時早日採行對策的重要性

### 對民眾而言安心才重要

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 2005 年 8 月 ENERGY 雜誌

## 學習台灣的核能

這是第一次造訪台灣的總統府，也就是日本在第二次世界大戰前興建的台灣總督府，此地的門禁檢查比機場還嚴格，不但不能帶相機，女性的手提包也要先寄放。前往 2 樓的樓梯中有國父孫文的銅像，歡迎會在總統的會客室舉行。陳水扁總統 52 歲，是一位相當穩重的紳士，呂秀蓮副總統則是富有才幹的女中豪傑，令人印象深刻。



與陳水扁總統合影留念

台灣的核能相關組織如圖 1 所示，此次係晉見元首陳水扁總統，在其底下有行政院，也就是日本的內閣府，行政院之下有經濟部（經濟產業省）、教育部（文部省）等，以及與其相同位階的原子能委員會（原子力委員會）。

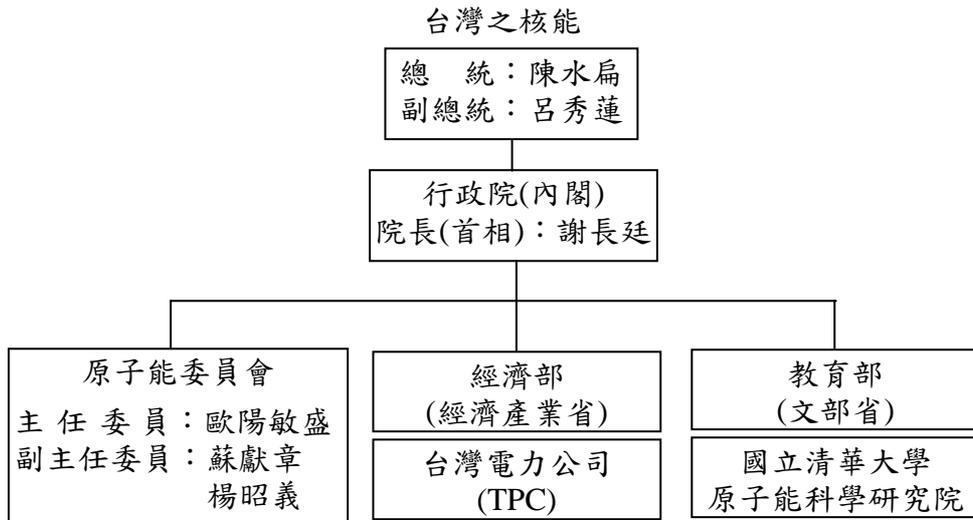


圖 1 台灣政府機關圖

原子能委員會的負責人歐陽主任委員是出席內閣會議的大臣（部長級），可見台灣是如何地重視核能，如圖 2 所示，歐陽主任委員之下有核能管制處、核能研究所等部門，為一元化的管理。

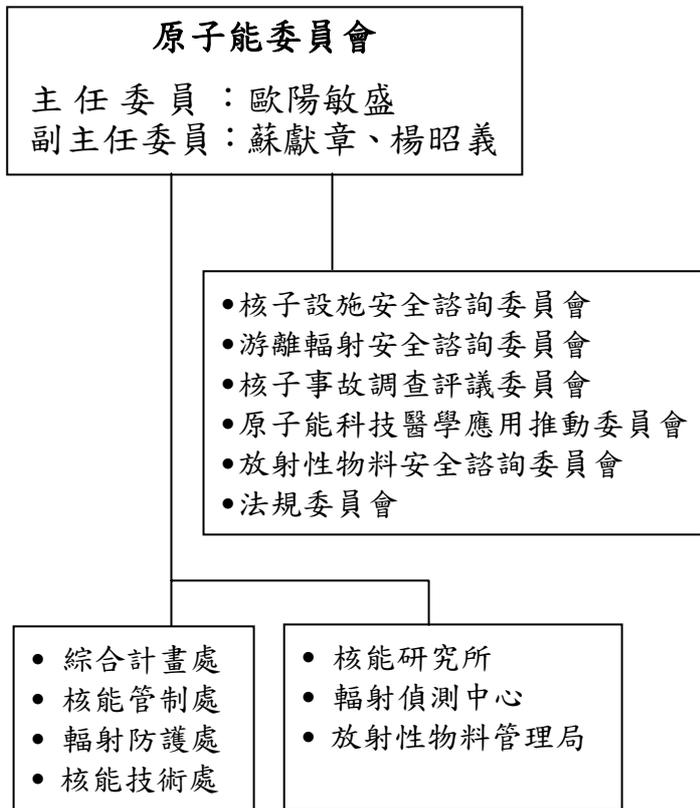


圖 2 台灣原子能委員會組織圖

歐陽主任委員原為清華大學核工系教授，2002 年起受拔擢為大臣，是一位非常豪爽的親日家，赴其辦公室拜訪時，還直接稱呼我的名字「涉

先生」，表達誠摯的歡迎之意。歐陽主委說明原子能委員會的任務：「原子能委員會並非因為人事需要而設立的單位，其存在的意義在代表社會大眾，確保核能安全。因此，有以下 3 個重點：

(1) 提升效率

(2) 平常即不斷向社會大眾提供訊息

(3) 事故時迅速提供正確消息，以免招致誤解

在大眾媒體要求之後才提供，往往產生誤解，此時外界及國外專家的意見較能發揮成效」。同時也以核三廠為例，說明當初全黑時緊急柴油發電機未起動的事故，「當時，我自己立刻趕到現場，馬上發布沒有輻射外洩，並請清華大學陳教授作為民眾代表，以親切的言語向大眾媒體發表」，強調迅速反應的重要性。

歐陽主委的信念為「對核能而言，“安心”極為重要」。所謂安心就是「去除不安」，其意義正如同日本核能界努力透過回復信賴的活動、致力於情報公開、推動風險溝通(Risk Communication)。筆者最近常赴國外出差，不管到哪裡，都獲得日本核能復興的暗示(Hint)，實在令人高興。

當我津津有味地凝視著歐陽主委桌上擺放的像是樹根的飾品時，歐陽主委滿懷自信，立即包裝起來當作禮物送給我，並說明：「這是輻射照射過的金屬用電漿溶解、去除輻射線的東西，是台灣技術成功的產品」。我把這個禮物擺飾在我的辦公室內，對筆者而言，這是令人銘感在心又“安心”的最好紀念品。

這次我進行 2 小時的演講和 1 個半小時的問答討論，一些年輕的核能界工程師們踴躍參加、認真聽講、問答討論也相當熱烈，已有相當時日未曾感受到年輕人的直率，清新的氣息實在令人感動。一時回想起 38 年前我在美國從核能的基礎開始學習的時光，像年輕人這樣旺盛的學習意願，大概是核電廠還在興建之中吧。日本興建核電廠近 30 年來，已進入青黃不接的時期，學生逐漸離開核能，今後對年輕的技術人員應該提供什麼樣的激

勵(Incentive)，實在是重要的課題。對於鼓勵措施與教育訓練的作法，必須深思熟慮，不能落後，否則核能復興的路途將被封閉。

## 龍門 1、2 號機興建中

台灣的核能發電現狀如圖 3 所示，目前有 6 部機組運轉中，2 部 ABWR 機組興建中，最早的是金山 1、2 號機，是 63.6 萬瓩的 BWR，這是美國奇異公司建造的 Mark-I 型 BWR-4，汽機則為西屋公司製造，金山 1、2 號機分別在 1978 年 12 月與 1979 年 7 月開始運轉，位於首都台北的正北方(圖 3)。

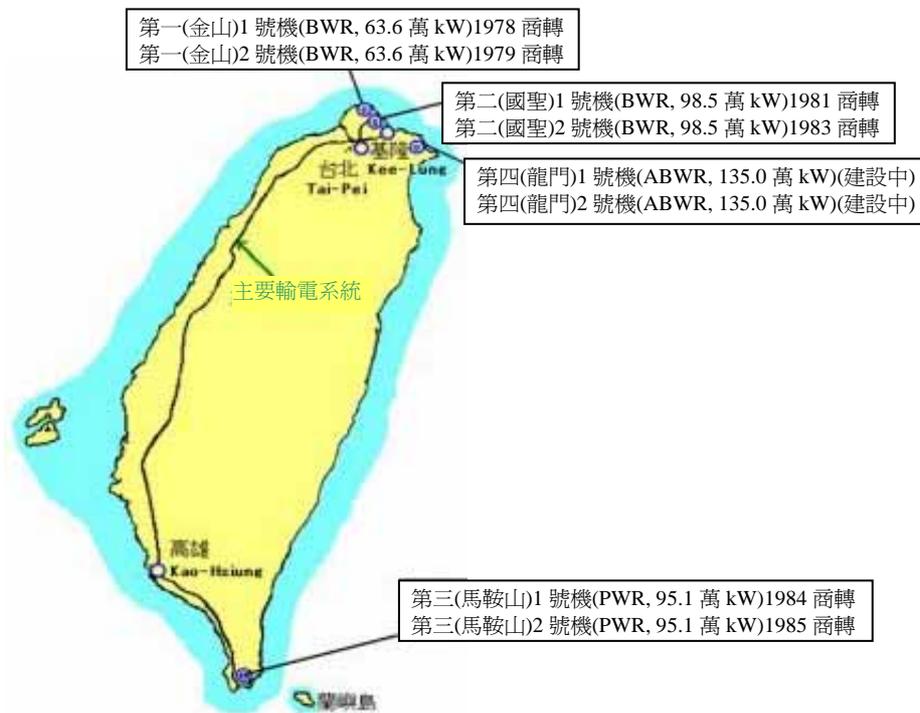


圖 3 台灣之核能電廠(2005 年 7 月)

繼金山之後興建的國聖 1、2 號機鄰近金山東方，是 98.5 萬瓩的 BWR，與金山同為奇異公司建造的 Mark-III 型 BWR-6，汽機亦為西屋公司製造，1、2 號機分別於 1981 年 12 月與 1983 年 3 月開始運轉。

台灣第 3 個興建的核電廠為馬鞍山 1、2 號機，位於最南端以珊瑚礁聞名的墾丁國家公園，是 95.1 萬瓩、3 迴路的 PWR。與金山、國聖相反，為

西屋公司建造，汽機則為奇異公司製造，1、2 號機分別於 1984 年 7 月與 1985 年 5 月開始運轉，運轉中的核電廠合計發電量為 514.4 萬瓩。

目前興建中的第 4 座核電廠為位於台北東方 40 公里的龍門 1、2 號機，與東京電力公司柏崎 6、7 號機同為 135 萬瓩的 ABWR，由奇異公司得標，1、2 號機反應爐分別由日立、東芝公司提供，汽機則均為三菱重工，現場氣氛與日本不同，1、2 號機原預定在 2007 年、2008 年開始運轉，4 座電廠合計總發電量為 784.4 萬瓩。

## 核能運轉成績良好

台灣與日本一樣，幾乎沒有能源資源，96%仰賴進口，為了維持能源供給的穩定性，致力於能源多樣化。2004 年初，核電廠佔總裝置容量的 15.5%，實際發電量佔 21.5%，大約供給台灣全部電力需求的 2 成。

預測至 2020 年之能源供給為煤炭 30%、石油 42%、天然氣 14%、水力 2%、核能 11%、新能源 1%，核能除了上述龍門以外，也計劃在既有的核電廠增加 2 部機組(270 萬瓩)。

台灣電力公司為國營，在 1999 年 6 月以前，國內需求電力全部由台電發電，由於民營化的潮流，加入電力網的民營電力公司陸續增加，至 2004 年初，台灣電力公司的供電量降至 78.3%。

台灣核能發電的容量因素與日本比較如圖 4 所示，在近幾年留下 80%以上的好成績。圖 5 為各核電廠的容量因素，圖 6 為各核電廠

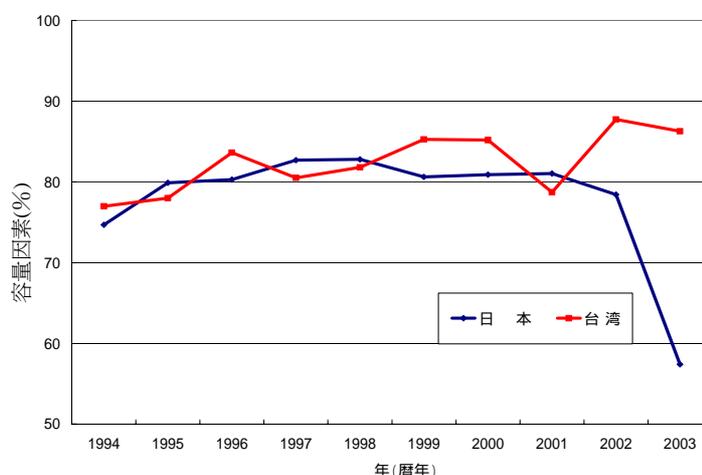
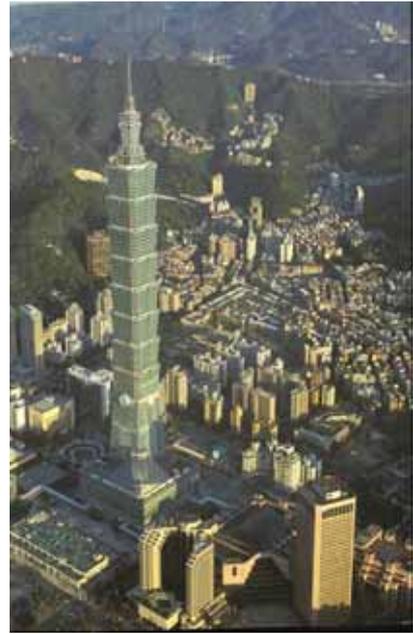


圖 4 台灣與日本之核電廠容量因素

大修燃料更換停機天數之演變，1998 年為 64 天，大約 2 個月，2003 年進步到 47.8 天。圖 7 為各核電廠自動急停次數之演變，也從 1998 年平均 8 次大幅改善至 2003 年 0 次。



世界第一高樓台北 101

### 台灣有很多親日家的理由

今年(2005 年)台灣梅雨期難得晚到，但是每天下午大約下 1 小時像雨季(Monsoon)時的豪大雨，台北沒什麼災害，南部台南地區因大洪水而有人遇難，台灣名產的落花生遭受相當大的災害。

	容量因數(%)							可用率(%)
	金山 1	金山 2	國聖 1	國聖 2	馬鞍山 1	馬鞍山 2	平均	平均
1997	93.7	77.6	75.2	84.8	74.6	80.4	81.1	84.5
1998	80.8	91.1	77.1	78.4	69.0	97.4	82.3	85.6
1999	77.0	80.7	92.1	81.8	92.6	82.9	84.5	87.8
2000	97.8	86.0	78.7	86.6	84.0	84.0	86.2	89.2
2001	81.1	94.2	77.3	71.6	66.8	87.6	78.8	82.6
2002	82.2	80.6	95.6	82.0	97.9	83.2	86.9	91.0
2003	98.4	86.0	77.1	91.4	84.6	84.4	87.0	—

圖 5 台灣核電廠容量因素之演變

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
金山 1	—	47	53	—	50	58	—
金山 2	46	—	57	49	—	52	46
國聖 1	63	49	—	45	67	—	58
國聖 2	—	49	47(99-00)	—	66	52(02-03)	—
馬鞍山 1	55	111(97-98)	—	52	43(01-02)	—	43
馬鞍山 2	54	—	52	53	42	42	44
平均	52.8	64.0	52.2	49.8	53.6	51.0	47.8

圖 6 台灣核電廠更換燃料停機期間之演變

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
金山 1	0	2	3	0	0	0	0
金山 2	2	1	2	0	1	1	0
國聖 1	2	2	4	1	0	1	0
國聖 2	1	3	2	1	2	0	0
馬鞍山 1	0	3	3	0	1	2	1
馬鞍山 2	0	1	2	0	0	0	1
合計/平均	5/0.8	12/2.0	16/2.7	2/0.3	4/0.7	4/0.7	2/0.3
(內在原因)	5	8	4	2	3	4	0

(內在原因)為因廠內原因而急停之次數

圖 7 台灣核電廠自動急停次數之演變

台灣面積 3 萬 6 千平方公里，比九州略小，人口約 2300 萬，首都台北約有 260 萬人，古來即與日本關係密切，每年雙方往來人數各約 100 萬人。

台北有名的新地標就是 101 大樓，高度超過 500 公尺，是目前世界上最高的大樓，電梯速度每小時 60 公里，也是世界上最快的電梯，此電梯為東芝公司製造，去年(2004 年)12 月只開放到 6 樓，目前已經全部完成。

現在台灣有很多會說日文的親日家，街道上也和日本一樣，有很多學習語言的招牌，幾乎都是英語、日語，學習外語的風氣以英語和日語最盛，台灣的朋友說明親日家很多的原因：「二次大戰前日本統治時代並非殖民主義，而是內地的延伸政策」。

當時日本相當重視台灣，特別是 1898 年（明治 31 年），兒玉源太郎就任第 4 任總督時，民政長官為醫學博士，後來歷任外務大臣、東京市長等要職的後藤新平，後藤以公路、鐵路、自來水、港灣等基礎建設為始，同時也對台灣的衛生環境與醫療的改善等進行相當多的大型計畫。台灣的上下水道在此時代整備完成，據說台灣也因此從世界有數的傳染病源地得以讓瘧疾、鼠疫消失。今人驚訝的是台北的鋼筋混凝土製下水道設施比當時

的東京市更早整備完成，而且各種身份的人都能受教育，對貧窮家庭的子弟給予教育資金、獎勵就學，據稱至 1945 年（昭和 20 年）止，50 年間作為日本領地的台灣，就學率達到 92%。另一方面，印尼作為荷蘭的殖民地 400 年間，其就學率只有 3%。特別是第 7 任總督的明石元二郎，被尊稱為台灣的岳父，在 19 任總督之中，也只有明石總督的墳墓安置在台灣，二次大戰後，因墓園荒廢而重新修繕的人就是此次所晉見的陳水扁總統。

### 此「羅盤」系列文章也以中文與韓文連載

此「指向核能復興之羅盤」連載文章由台灣原子能委員會的石門環先生翻譯，定期刊載於當地的月刊，此次收到其中的第二篇中文翻譯，筆者可以看懂「東京大“學”」這種古字，卻是第一次看到「密西根」大學，中文的意義可以推測，閱讀起來神清氣爽，相當愉快，據稱韓國也有翻譯、出版，對於我國核能復興的想法如果能夠對亞洲核能的推動有些許助益，也是令人欣慰之事。