

# 核能

簡訊

雙月刊

中華民國九十六年十月號

No. 108

## 加拿大的乾式中期貯存設施

柏崎刈羽核能電廠因強震全面停機

暫時的住所——放射性廢棄物貯存庫

沒有公投的國家——芬蘭

幫幫忙，為放射性廢棄物找個歸宿吧

南韓最終處置場進度神速



## CONTENTS

### 專題報導

- 加拿大西部放射性廢棄物營運設施……………編輯室 1
- 加拿大的乾式中期貯存設施--皮克靈……………編輯室 6
- 加拿大達靈頓乾式中期貯存設施……………編輯室 8
- 柏崎刈羽核能電廠全面停止運作……………謝牧謙 譯 10
- 暫時的住所--低放射性廢棄物貯存庫……………編輯室 11

### 核能脈動

- 沒有公投的國家--芬蘭……………劉振乾 譯 14
- 幫幫忙，為放射性廢棄物找個歸宿吧……劉振乾 16
- 南韓最終處置場進度神速……………編輯室 17
- 96年核安演習……………編輯室 19

### 輻射看板

- 台電公司核電廠環境輻射偵測網站介紹……編輯室 23

### 核能新聞

- 核能新聞……………編輯室 25

出版單位 中華民國核能學會  
財團法人核能資訊中心  
地 址 新竹市光復路二段一〇一號  
研發大樓208室  
電 話 (03) 5711808  
傳 真 (03) 5725461  
網 址 <http://www.nicenter.org.tw>  
E-mail [nic@nicenter.twmail.net](mailto:nic@nicenter.twmail.net)  
發行人 朱鐵吉  
編輯委員 李四海、徐懷瓊、翁寶山、黃文盛、萬永亮、劉仁賢、潘欽、蔡顯修、謝牧謙、鍾堅、顏上惠、蕭金益（依筆畫順序）  
主 編 朱鐵吉  
顧 問 喻冀平  
文 編 鍾玉娟、翁明琪、陳婉玉  
美 編 陳慧欣  
編印者 信誠廣告事業有限公司  
地 址 台北市興安街100號3樓之5

### 編 | 者 | 的 | 話

這一期的專題報導是著重在加拿大的乾式中期貯存設施的介紹。安大略電力公司，擁有3座乾式中期貯存設施，分別是西部、皮克靈與達靈頓。其中西部乾式中期貯存設施就有4座貯存建築，平均每5-7年就要再建造新的貯存建築。

事實上，乾式中期貯存已經經過全世界證實是安全可用的技術。在加拿大，堅特利的魁北克水力公司、里普岬的新布朗斯威克電力公司、白堊河與道格拉斯岬的加拿大原子能公司，都已經使用乾式中期貯存。

獨獨我國的乾式中期貯存設施，還停留在環境影響評估的審查階段。核一廠用過核燃料的貯存池預計在民國99年就要貯滿，喪失爐心內用過核燃料退出的保留空間，如果不能及時移放到乾式貯存設施內，將會嚴重影響核一廠的正常營運。這將會導致電力調度困難，對國內的經濟發展造成重大的影響。

同樣地，我國的低放射性廢棄物最終處置場址，也因為各方的質疑聲浪至今仍然無法定案，必須等待2008年的地方性公投才能確定場址是否可以順利產生。最近「公投」這個名詞非常熱火，似乎所有的重大議題都必須訴諸公投才得以彰顯民意。

這一期有篇文章--「沒有公投的國家—芬蘭」，讓我們瞭解，原來芬蘭的民意代表，真的可以代表民意，不必勞民傷財辦公投，就可以依循大多數國民的意願、有效推動各項重要建設。這樣的一個國家，自2002年至2005年連續3年被評比為全球「成長競爭力」第1名。忍不住想問的是，「不需要辦公投」所代表的觀念，會不會就是個關鍵重點？



# 加拿大西部

# 放射性廢棄物營運設施

◆ 編輯室

- 加拿大的安大略電力公司(Ontario Power Generation)已經安全地處理放射性廢棄物達40年以上。旗下有西部放射性廢棄物營運設施(Western Waste Management Facility, 以下簡稱西部廢棄物營運設施)、皮克靈放射性廢棄物營運設施(Pickering Waste Management Facility)以及達靈頓放射性廢棄物營運設施(Darlington Waste Management Facility)。
- 「西部廢棄物營運設施」負責處理皮克靈、達靈頓與布魯斯電廠的中、低放射性廢棄物。
- 「西部廢棄物營運設施」的乾式中期貯存部分,存放的是布魯斯電廠的用過核子燃料。

安大略電力公司已經安全處理轄下核能電廠的放射性廢棄物超過40年以上,在「西部廢棄物營運設施」中,所接收的廢棄物是來自核能電廠,經過處理之後進行貯存。工作人員大約165人,他們將確保放射性廢棄物中的有害物質不會危害民衆、工作人員以及周邊環境。

## 安全與環境保護

西部廢棄物營運設施的工作人員都接

受過完整的訓練,將安全與環境保護視為工作的最高指導原則。他們在這部分完成了數項里程碑,例如:達成長期無失工時事故的記錄、實施安全工作計畫、安排安全工作演練、對於細節部分特別的關注。以具有安全意識的工作態度,獲得安全上的卓越績效。

西部廢棄物營運設施的環境管理系統(EMS)成立的策略、宗旨與對象是為了使環境保護的工作做得更好。環境管理系統是基於ISO14001的標準——提供一種工具,用以

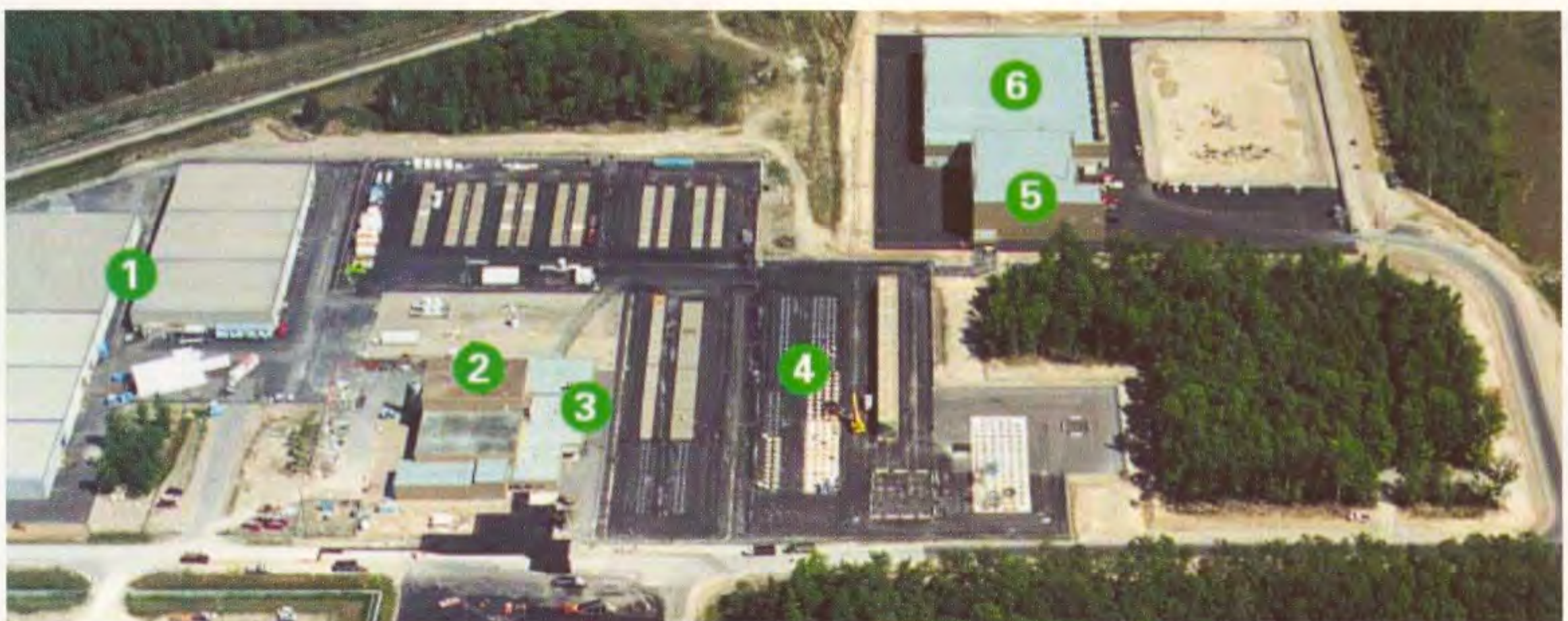


圖1. 西部廢棄物營運設施鳥瞰圖: ① 低放射性廢棄物貯存建築, ② 廢棄物減容建築, ③ 員工活動中心, ④ 地面下的廢棄物貯存桶, ⑤ 西部乾式中期貯存設施處理建築, ⑥ 乾式中期貯存桶貯存建築



確保和展現環保責任的高標準。西部廢棄物營運設施早於1999年獲得ISO14001標準的認證，最近更再度認證成功。

安大略電力公司藉由雇用高素質的工作人員、細心地計畫、發展出一套完善的操作流程、技術與設備，以確保能夠安全的管理放射性廢棄物，對工作人員、民衆以及環境沒有顯著的風險。

核能電廠在運轉期間，所產生的廢棄物和其他工業所產生的廢棄物差不多，但有些廢棄物含有放射性，必須以特殊方式處理。安大略電力公司將放射性廢棄物分成低、中、高3類。

低放射性廢棄物是由極低放射性的材料所組成，例如：拖把、抹布、紙巾、地面垃圾與防護衣等。這些種類約占非核燃料類廢棄物總量的95%

布魯斯、皮克靈與達靈頓核能電廠的低



圖2.西部廢棄物營運設施的低放射性廢棄物在焚化或壓縮處理之前，是由訓練有素的工作人員所操作。

放射性廢棄物，以塑膠製的袋子包裝，再放進特殊的運送專用容器內以運至西部廢棄物營運設施。

西部廢棄物營運設施的廢棄物減容建築接收了這些低放射性廢棄物之後，經過焚化或壓縮的處理，以減少廢棄物的體積與數量。經過減容後的低放射性廢棄物放進設於地面上、混凝土製的、像倉庫一般的建築物內，這就是圖1中的①低放射性廢棄物貯存建築。

中放射性廢棄物主要是由用過的反應器零組件，以及保持反應器水質潔淨的樹脂與過濾器所組成。中放射性廢棄物約占核能電廠的非核燃料類廢棄物總量的5%。

核能電廠將中放射性廢棄物放進特殊具強化防護功能的運送專用容器中，然後送到西部廢棄物營運設施。

由於中放射性廢棄物具有放射性與物理特性，所以不需經過減容程序，就可以貯存在地面下、具有不鏽鋼內襯的混凝土容器內。

所有的中、低放射性廢棄物都貯存在西







部廢棄物營運設施內，24小時連續監控以確保貯存容器的完整性。等到未來進行最終處置時，這些廢棄物仍可被重新取出。

西部廢棄物營運設施每年從安大略的3個核能電廠中接收大約5,000-7,000立方公尺的中、低放射性廢棄物。未來西部廢棄物營運設施將繼續階段性的發展，增建貯存的建構物，以因應需求（需經過管制單位批准）。

**高放射性廢棄物就是用過的核燃料，貯存在核能電廠內。存放在用過核燃料池數年之後，再轉放到地表的乾式中期貯存容器中。**

布魯斯電廠的用過核燃料，貯存在西部乾式中期貯存設施內，這個設施也只貯存布魯斯電廠的用過核燃料。西部乾式中期貯存



圖3.安大略電力公司工作人員小心地將中放射性廢棄物放進地面下的貯存容器中

設施是由廢棄物處理建築與廢棄物貯存建築組成，設計貯存容量約可容納2,000個乾式中期貯存桶。西部乾式中期貯存設施總共有4座貯存建築，每一座容量大約500個貯存桶。

乾式中期貯存桶的貯存建築將依照空間的需求分期建造，大約

每5-7年就要建造新的貯存建築。

乾式中期貯存已經是經過全世界證實可用的技術，在加拿大，堅特利的魁北克水力公司、里普岬的新布朗斯威克電力、白堊河與道格拉斯岬的加拿大原子能公司，都有使用乾式中期貯存。除了西部乾式中期貯存設施之外，安大略電力公司也在皮克靈電廠設置乾式中期貯存設施，同時也計畫在達靈頓電廠建造類似的貯存設施。

## 乾式中期貯存的程序

用過核燃料放入乾式中期貯存桶的程序，一開始，是將63噸的貯存桶放進布魯斯電廠其中一個裝滿用過核燃料的貯存池中。一個貯存池1次放4個模組進貯存桶中，每個模組有96束用過核燃料。用過核燃料束已經在充滿水的燃料池中貯存了至少10年，在這段期間，它們已經冷卻而且放射性也變得較低。

已經容納384束用過核燃料的貯存桶，從貯存池中取出之後，洩水、除污、以真空乾燥。這些貯存桶再以獨立、真空的大型車輛運送到西部乾式中期貯存設施。西部乾式中期貯存設施接收了這些貯存桶之後，會將蓋子焊接在貯存桶的基底，並將通風孔密封。

等到貯存桶內部完全真空乾燥之後，再灌滿氬氣，其餘的通風孔接著都被密封。氬氣有助於察覺貯存桶的密封是否出現裂縫，同時也創造出一種惰性環境，以便貯存用過



核燃料。在進行貯存之前，這些貯存桶經過嚴格的測試，以確保它們是絕對的牢固。最後，由國際原子能總署(IAEA)的督察員加上保全封條。

## 管制機構

加拿大的核能營運與廢棄物管理的管制工作，全部都由加拿大核能安全委員會(Canadian Nuclear Safety Commission)負責，中、低放射性廢棄物與用過核燃料管理的每個細節，也都是由加拿大核能安全委員會管控。加拿大核能安全委員會監管西部乾式中期貯存設施所有的一舉一動，以確保操作過程不致對人員與環境造成不當的風險。

為了保證對所有的用過核燃料負責，加拿大加入了防止核武擴散條約，國際原子能

總署也對西部乾式中期貯存設施進行持續的監管行動。

乾式中期貯存紀實：

- 乾式中期貯存是安全而且經濟的
- 已經是世界普遍使用、經過實證的技術
- 西部乾式中期貯存設施只貯存布魯斯核能電廠的用過核燃料
- 西部乾式中期貯存設施自2002年10月開始營運

## 放射性物質的運輸

在放射性物質的運輸方面，安大略電力公司締造了卓越的安全紀錄。在具代表性的年度裡，安大略電力公司運送了將近2,000輛卡車的放射性物質，涵蓋大約70萬公里的範圍。其中大約20%的運輸量，是從皮克靈電廠與達靈頓電廠運送中、低放射性廢棄物至西部廢棄物營運設施。更少部分的運輸量，則是運送布魯斯電廠與皮克靈電廠的氙化重水至達靈頓氙移除設施，以進行處理。

安大略電力公司大部分的放射性物質運輸，包括了運水樣到各研究實驗設施，以及運送各核能電廠的工具與儀器。

所有這些運輸都記載在安大略電力公司的電腦資料庫內。這個程式記錄了所運輸的



圖4.乾式中期貯存桶在密封、上漆、安裝好國際原子能總署的保全封條之後，便可移入貯存建築。





放射性廢棄物的種類、產生地與運抵地等資訊。

運送放射性物質會用到許多不同類型的包件，所有的運輸用的包件都必須依照加拿大核能安全委員會要求的詳細說明來建構。例如：運送中放射性廢棄物的包件用來載運大量用過的樹脂，而運送氙化重水則要用B型的標準。

根據加拿大聯邦的規定，所有B型的包件必須能夠禁得起：從9公尺高墜落到堅硬表面，以及從1公尺高墜落到鋼板的重力衝擊；以攝氏800度高溫持續燃燒30秒的火焰；可浸泡在15公尺深的水中達8小時的重重考驗。只有通過測試場與（或）電腦的分析之後，證明包件材質能夠通過這些層層關卡，才能取得加拿大核能安全委員會所核發的容器許可執照。

放射性物質同時還必須接受加拿大運輸部的「危險物品運輸條例」的規範，這些條例

詳細說明在公共道路上運送放射性物質所需要的文件與行政規定。文件內容必須包括指定內容的運輸公文、規定的標籤與告示牌、經過專業訓練的駕駛人員，以及經過核可的運送危險物品的緊急應變計畫。

安大略電力公司的放射性物質運輸計畫，是由下列事項所構成：

- 包件的設計、製造與測試，均符合規定與標準。
- 對運輸作業執行定期的查核與安全性的評估。
- 不間斷的訓練課程。
- 包件的例行檢查與維護。
- 經過加拿大運輸部的內部與外部審查的運輸緊急應變計畫。

資料來源：

<http://www.opg.com/pdf/wwmffactsheet.pdf>



圖5.運送放射性物質的專用卡車。



## 加拿大的

# 乾式中期貯存設施—皮克靈

### ◆ 編輯室

皮克靈核能電廠與下一篇介紹的達靈頓核能電廠一樣，皆為安大略電力公司旗下電廠。它位在多倫多東方安大略湖東岸處，地理位置亦相當接近達靈頓電廠。皮克靈由於有A、B兩廠，為世界超大型核能電廠之一。皮克靈A廠現有2座營運中的加拿大重氫鈾反應器(CANDU，一種加拿大發展出來的加壓重水式反應器)；B廠則有4座同型反應器。AB兩廠發電量共310萬瓩，可提供人口達150萬人的城市使用。<sup>1</sup>

皮克靈電廠現已有一座廢棄物營運設施，提供皮克靈反應器用過核燃料的乾式中期貯存。然而電廠持續營運仍需有擴充用過核燃料貯存區的支持，因此安大略電力公司預計在皮克靈廢棄物營運設施原址增建第二期工程。二期工程沿用自1995年啓用至今的

一期工程技術。乾式貯存處理程序詳見圖3。<sup>2</sup>

皮克靈廢棄物營運設施的設計容量，能讓所有皮克靈反應器營運年限內所有的用過核燃料，都可在該設施內貯存。皮克靈廢棄物營運設施為二階段的計畫，第一階段的一期工程已在1995年正式展開營運，可貯存約700個乾式貯存容器，每個容器可容納384個用過核燃料束。新的二期設施將設在皮克靈核能電廠內、第一階段設施的東方，目前該區域僅做停車和貯存使用。二期處理設施的貯存容量將達800個乾式貯存容器，計畫在2007年正式運作。

資料來源：

註1：<http://www.opg.com/power/nuclear/pickering/>

註2：[www.opg.com/power/nuclear/waste/facilities.asp](http://www.opg.com/power/nuclear/waste/facilities.asp)

圖1：<http://www.opg.com/news/photos/Pickering---Img0001.jpg>

圖2、3：<http://www.opg.com/power/nuclear/waste/pdf/pickfact.pdf>

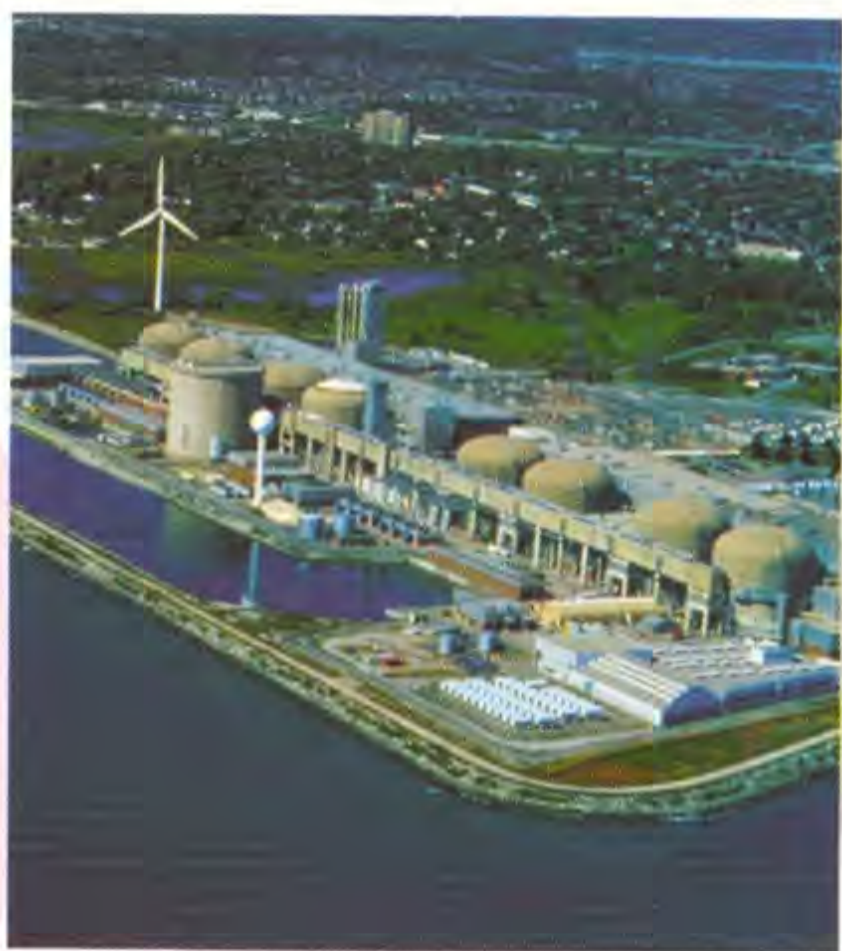


圖1.皮克靈電廠俯瞰圖



圖2.皮克靈核能電廠一期廢棄物營運設施





## 用過核燃料乾式貯存程序

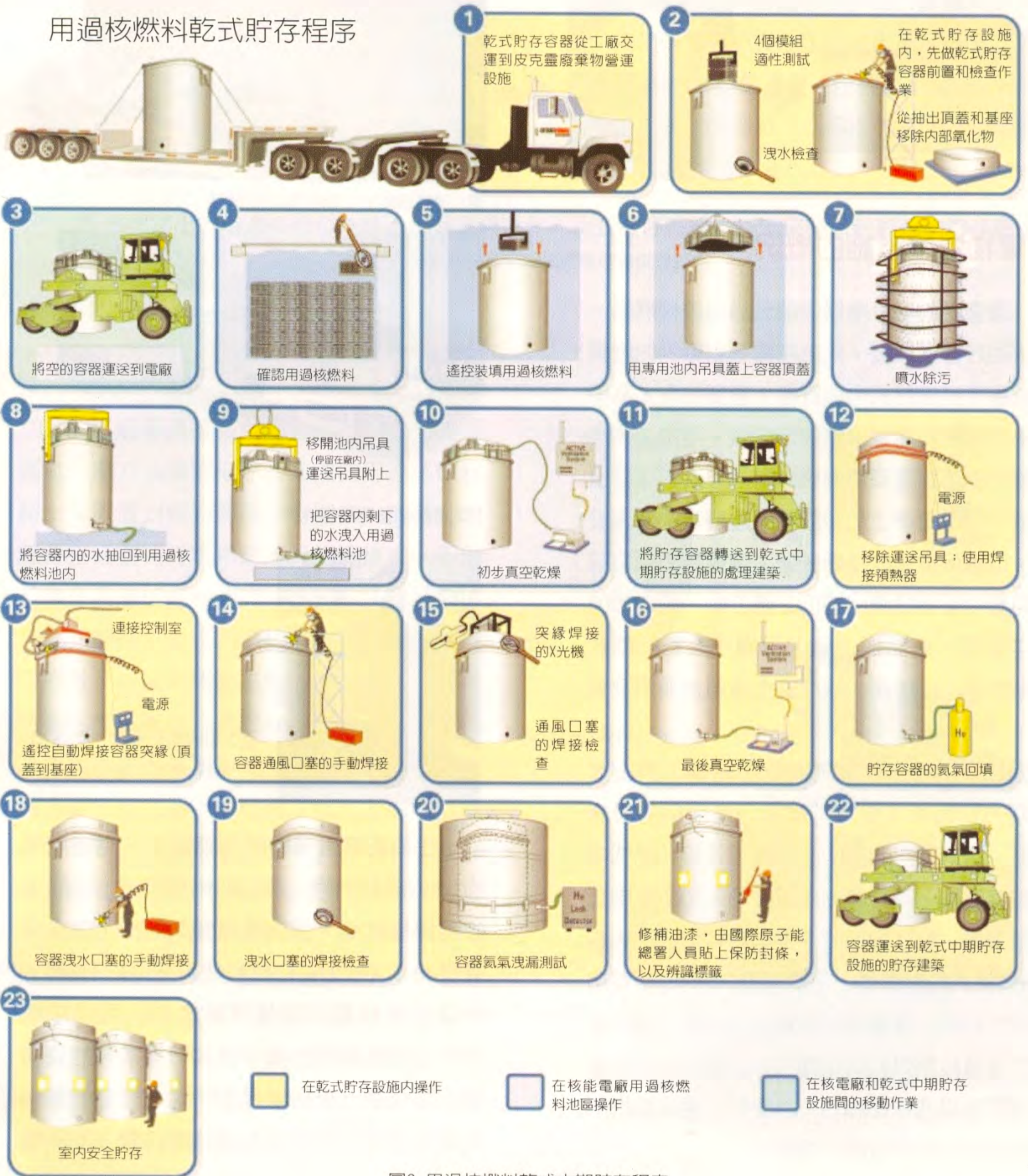


圖3. 用過核燃料乾式中期貯存程序



# 加拿大達靈頓 乾式中期貯存設施

◆ 編輯室

安大略電力公司的達靈頓核能電廠位於安大略省多倫多東方70公里處的克拉靈頓市內。廠內有4部反應器機組，發電量達352.4萬瓩，提供安大略省20%的電力，足供兩百萬人口使用。<sup>1</sup>

## 廢棄物營運設施的概況

達靈頓電廠反應器大部分的用過核燃料，在水池貯存多年後，未來都會送到廠內的廢棄物營運設施做乾式中期貯存，直到加拿大長期的用過核燃料處理策略決定之後，再做進一步處置。隨著達靈頓用過核燃料池逼近貯存容量上限，目前電廠正加緊腳步興建廢棄物營運設施，以確保電廠能持續營運。達靈頓核能電廠的廢棄物營運設施目前仍在施工中，將在2007年中營運。它將提供廠內用過核燃料的乾式中期貯存，由加拿大核能安全委員會發照及管控。

達靈頓廢棄物營運設施的結構，與安大略電力公司旗下皮克靈電廠目前使用的設施類似，將有員工活動中心、處理建築和乾式中期貯存建築。等廢棄物處理設施在2007年中正式營運後，乾式中期貯存建築將可以容納大約500個乾式貯存容器，每個容器內裝有384個用過核燃料束。達靈頓核能電廠目前除了建造廢棄物營運設施供乾式中期貯存之用外，也在修建達靈頓用過核燃料池，以更符合用過核燃料裝載到乾式貯存容器的需求。



圖1.達靈頓乾式中期貯存設施地點



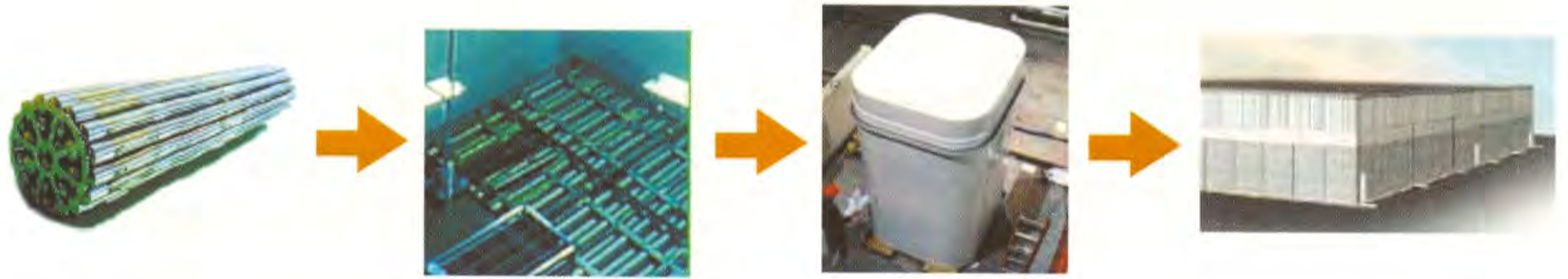
圖2.廢棄物營運設施外觀



圖3.用過核燃料池水可冷卻燃料束並屏蔽輻射

在核能電廠運轉的反應器中，需定期將約1/3的燃料卸除，再以新燃料更新。卸除後的用過核燃料，由於具高度放射性，必須妥善管理。大部分的核燃料使用週期約為2年，所以反應器需定期替換新燃料。用過核燃料束從反應器移出後，仍具有相當強的放射性，需貯存一段相當長的時間。貯存的第一個步驟就是把移出的用過核燃料束，放到特





反應器移出的用過核燃料→放入水池冷卻→放入乾式貯存容器→未來移入新廢棄物貯存設施

圖4.達靈頓核能電廠用過核燃料處理程序

製的池子內冷卻多年。

然而隨著達靈頓用過核燃料池即將接近滿載，廠方必須要把燃料池內的用過核燃料移出，放置到鋼筋混凝土容器中，並將它們貯存在達靈頓廢棄物營運設施場址內。不同於放在用過核燃料池的「濕式貯存」狀態，「乾式貯存」是將用過核燃料在乾燥的環境下貯存，並且用鋼筋主體容器與外界隔離。特製的乾式貯存容器設計可用50年，可在加拿大政府提出長期用過核子燃料處置計畫之前，提供安全的中期貯存。乾式中期貯存經證實為安全且受管制的技術，自1995年便為安大略電力公司另一電廠皮克靈使用。

乾式貯存容器非常堅固，並且能相當有效隔離輻射。每個貯存容器都由厚達51公分的高密度的強化混凝土製成，並以1.27公分的鋼板做內外襯。裝入用過核燃料後的乾式貯存容器重達73噸，僅能用特製的運輸工具載送，且運送時速僅有4公里。<sup>2</sup>

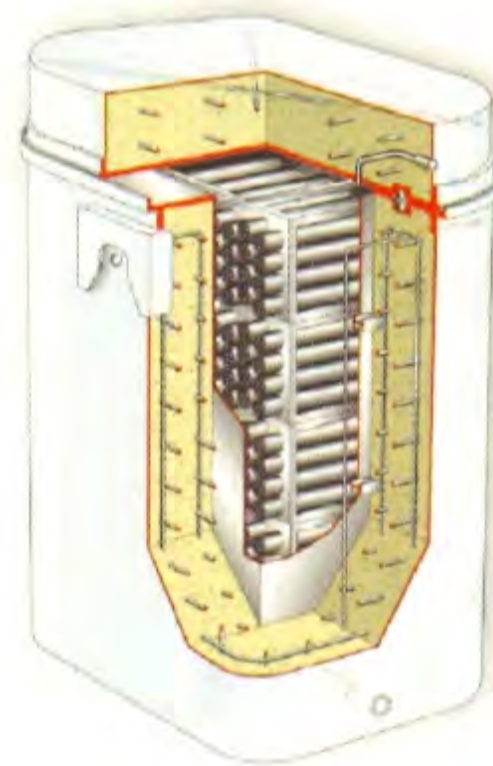


圖5.乾式貯存容器結構



圖6.廠內的乾式貯存容器標號、封緘後，未來將移入新設施中



圖7.達靈頓電廠內的乾式貯存桶，未來將以特殊運輸卡車運送到新建的廢棄物貯存設施。

資料來源：

註1：<http://www.opg.com/power/nuclear/darlington/index.asp>

註2、圖1-7：“Darlington waste management facility,” [www.opg.com/pdf/DarlInfoPkg.pdf](http://www.opg.com/pdf/DarlInfoPkg.pdf)



# 日本柏崎核能電廠 全面停止運作



◆ 謝牧謙 譯

2007年7月16日上午10時13分左右，以日本新潟縣上中越沖為震源，發生芮氏規模6.8的大地震，在柏崎市、刈羽村、長岡市觀測到的震度均超過6。距震源9公里(約距震央20公里)、隸屬東京電力公司的柏崎刈羽核能電廠2、3、4、7號等4座機組受此影響而自動停機，1、5、6號等3座機組因剛好年度定期檢查，停止運轉。又3號機臨近反應器廠房的所內變壓器3B發生火災，冒出黑煙，2小時後隨即撲滅。(譯註：震源是指地震發生的起源點，通常是在地下或海裡；震央則是指震源正上方的地面位置。)

這次地震在柏崎1號機的反應器廠房觀測到東西向的地震為680 gal，遠超過設計值的273 gal。5、6號機組也記錄到超過地震設計基準的情形。至於放射性物質的外洩，在6號機反應器廠房的非管制區域內有含放射性的水外洩，7號機排氣煙囪則偵測到碘131，但都在安全限值之內，對周圍的環境並無影響。柏崎核能電廠全部機組停機是2002、2003年整廠檢查以來的第一次。(譯註：gal為地動加速度，1gal=1公分/秒<sup>2</sup>)

關於這次事件，經產省大臣甘利明於次日清晨召見東京電力社長勝俣恆久，指示應對消防行動、放射性物質外洩迅速檢討因應的對策。由於觀測到的地震超過設計的標準值，所以要等到確認安全無誤後，機組才可重新運轉。

東京電力公司在18日傍晚確認的結果，該廠受災範圍擴及各機組與放射性廢棄物貯存庫、辦公大樓、廠區內道路等，含輕微事故在內共計48件。1號機的消防系統管路約有1,670立方公尺的漏水，固體放射性廢棄物貯存庫約有數百個廢棄物桶傾倒，其中有數十桶的封蓋脫落。

日本原子能安全委員會17日為此召開臨時會議，針對現有核能電廠進行中的新耐震設計審查指標進行查驗，柏崎核能電廠因為已完成地質調查，鈴木篤之委員長特別向日本原子力安全・保安院(NISA)要求已完成安全性評估的核能電廠，由各電力公司報告查驗的結果。

為了向中央政府提出下年度的重點提案，福井縣知事西川一誠，18日上午拜會經產大臣甘利明時提出以下請求：鑒於本次地震嚴重的災情，希望對核能電廠進行耐震安全度的再確認，範圍不僅是核能電廠本體，還應包括周邊設施耐震餘裕度的確保，以及災害發生時能夠迅速提供相關資訊等。

(譯註：柏崎核能電廠目前是全球最大的核能電廠、共有7座機組、發電容量為821萬瓩、其中6、7號機是進步型沸水式反應器，與我國興建中的核能四廠是同一機型。)

--原子力產業新聞2007、7、19  
(譯者為財團法人核能資訊中心顧問)



# 暫時的住所 — 低放射性廢棄物貯存庫

◆ 編輯室

96年7月，日本發生芮氏規模6.8的大地震，劇烈的搖晃使得柏崎刈羽核能電廠有少量的放射性物質外洩。值得慶幸的是，洩漏情形並未對環境造成影響，但廢棄物貯存倉庫內的貯存桶卻被震得東倒西歪。

相較於此，台灣的貯存倉庫多了一些防護與考量。在置放貯存桶的棧板上多設置了4個固定的鐵片，使得貯存桶不易傾倒（圖1）。與日本的核能發電相比，我國明顯的保守許多，費心的設計多項保障措施，希望提供給民眾的是更安全的核能。

自民國67年核一廠1號機商業運轉至今，台灣的核能發展已累積了30年的營運經驗。不僅積極執行廢棄物減量，以符合國際標準為目標，執行成效更是全球排名前1/4的卓越族群。除了努力的減少廢棄物產量之外，在最終處置場場址選定前，核能電廠亦提供安全且堅固的空間，讓放射性廢棄物有暫時的安頓之所。

一直以來，台灣核電設施的經營，總是以居民安全及公眾利益為首要考量。核能電廠安全營運及廢棄物減容、減量等多項經營指標都已達世界水準。各核能電廠早就訂有「低放射性廢棄物減量執行計畫」，並成立減廢小組以推動減廢工作。各核能電廠歷年放射性固化廢棄物產量如表1。在乾性低放射性廢棄物產量

方面，核一、二、三廠95年的產生總量比94年減少322桶，且各廠的乾性廢棄物產量均低於物管局訂定的「各核能電廠乾性低放射性廢棄物減量措施」的目標值。除了達成乾性廢棄物減量目標外，對減少環境負擔及紓解低放射性廢棄物倉貯壓力也大有貢獻。

此外，自91年底由核研所以統包方式開始核二廠為期3年的濕性廢棄物高減容固化系統改善工程，約有3倍以上的減容效果，可大量減少固化廢棄物桶的產量。核二廠於95年5月獲得物管局核發運轉執照後開始運轉，其減容比值高達2.5，因此95年固化廢棄物年產量減少至107桶，成效極佳。

核能電廠運轉產生的低放射性廢棄物及用過核子燃料的廠內貯存是核能電廠運轉的一環。目前都是採用經過國際認證成熟的貯



圖1.台灣獨有的設計--棧板上突出的小鐵片，可使貯存桶在地震中不易傾倒



存技術，且遵照主管機關行政院原子能委員會所制訂的相關法規辦理。

核能電廠廢棄物倉庫是低放射性廢棄物的暫時貯存倉庫，其建造的基本規格如下：

- 01.輻射屏蔽：以5,000磅混凝土結構牆兼做屏蔽牆，4面牆均厚達85公分，屋頂80公分，可確保倉庫貯滿後不致影響外界的輻射劑量。
- 02.自動搬運車：2部遙控無線操作堆高機，車上設4架無線攝影機監看，以感應線導引定位，每車次載運6桶，自動化運送，其安全性可靠度高（圖2）。
- 03.廢棄物桶檢查系統：利用3支機械手臂遙控自動化操作，執行取樣及偵測，更落實人員的輻射安全。（圖3）
- 04.空調系統：200噸冰水機2部、高效率空氣過濾串5組、空調機及送風機8台、300噸冷卻水塔2組，控制相對濕

度在65%以下，以確保貯存鋼桶的完整性。（圖4）

- 05.庫內集水井三池：高水位將自動警報後送往廢液系統處理，嚴謹執行廢棄物貯存庫廢液零排放，可確保自然環境的品質與安全。
- 06.消防系統：可自動偵測發出警報，即時處理以確保消防安全。
- 07.區域輻射偵測系統數組：環境安全監測網，預知防範並排除異常事件於未然。
- 08.空氣連續偵測器1台：空氣管制。
- 09.污染偵測器1台：污染管制。
- 10.門框偵檢器1台：人員管制。
- 11.垃圾包偵檢器1台：垃圾管制。
- 12.150瓩緊急柴油發電機1台：斷電時可提供緊急電源。
- 13.中央控制系統：管理貯存廢棄物桶的各項資料庫。

表1.各核能電廠歷年放射性固化廢棄物產量

單位：桶

年 廠別	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
核一廠	1349	1463	1736	1833	1731	1010	729	292	444	374	316	260	219	200	200	195	190
核二廠	2983	4391	1757	2214	2525	1904	1114	1071	983	938	741	685	582	538	446	387	107
核三廠	686	586	381	529	500	449	388	356	176	34	24	18	17	27	18	19	30
合計	5018	6440	3874	4576	4756	3363	2231	1719	1603	1346	1081	963	818	765	664	601	327





圖2.自動搬運車



圖5.核一廠廢棄物貯存庫內的輻射偵測器



圖3.劑量量測及表面擦拭站

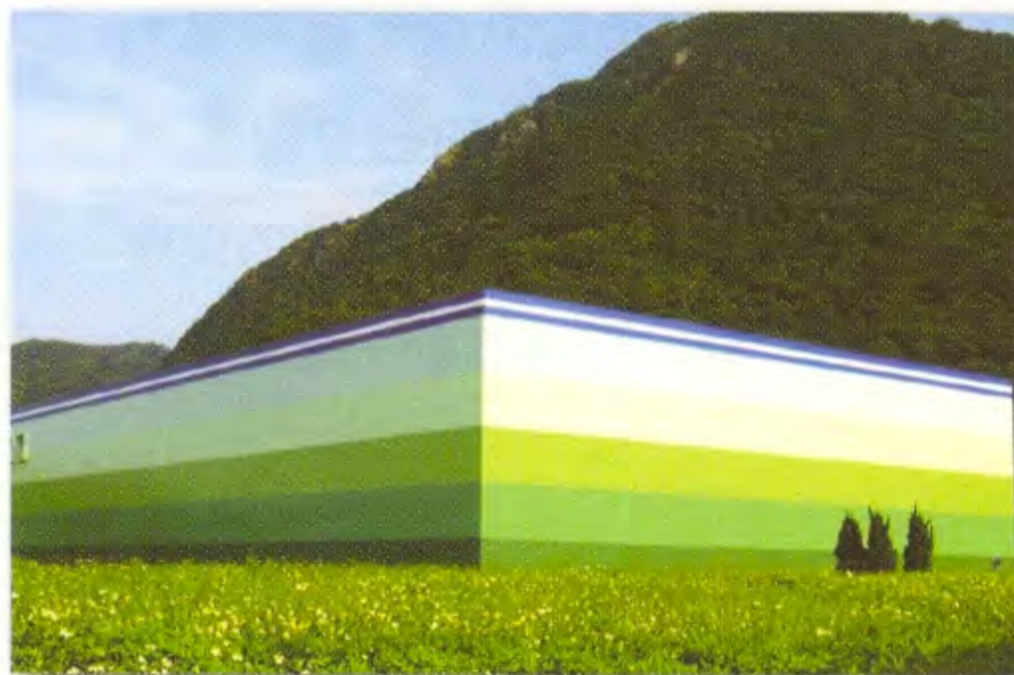


圖6.核二廠廢棄物貯存庫的美麗外觀



圖4.核二廠廢棄物貯存庫5樓操作室內的空調系統控制面板

從管制的大門口一眼望去，令人心曠神怡的綠色建築，幾乎令人無法與「倉庫」兩字聯想在一起。除了銅牆鐵壁般的建築規格，還有著五星級先進的自動化搬運系統與恆溫空調系統，區域輻射偵測系統更是24小時為民衆把關。低放射性廢棄物貯存庫的建立，除了可以暫時安頓歷年來產生的低放射性廢棄物外，這樣一個安全、堅固且嚴密監控的倉庫，不僅保障大眾的安全，更提升了居民生活環境的品質。

(資料來源：表1.圖1-3.5.6：台電公司)



# 沒有公投的國家 芬蘭

原著：上坂冬子 ◆劉振乾 譯

日本的核能發電一直在沒有高放射性廢棄物最終處置場的情形下發電，因此長久以來被形容為「沒有廁所的公寓」，這句話捉住不少人的心，有很多人就因為這句話而大喊「反對核能發電」。

好不容易找到解決的端倪，2000年日本國會通過有關高放射性廢棄物最終處置場的法律，由於電力公司的多方協助，成立民間認可的法人--「原子力發電環境整備機構」（以下簡稱「原環」，原環的日文發音為Genkan，與「玄關」--日文意為大門處的接待室同音，似乎有些巧合）以便推動，總算走出第一步。

我聽說世界上首先從事最終處置場工程的國家是芬蘭，無論如何想去看現場，就約了幾位志同道合的朋友遠赴芬蘭。最終處置場位於從首都赫爾辛基搭飛機1小時，然後再坐汽車半小時路程的「優拉佑基」的鎮上（人口6,000人）。此鎮的標誌是鰻魚和蟹，正是樸素又具草根性的地方。

剛動工不久，與日本「原環」相同，由電力公司共同出資成立的POSIVA的組織，正向地下500公尺處的處置場挖洞。雖說是世界首開記錄，當我聽到最終處置場場址選定的過程時仍吃了一驚。

首先由政府選出327個候選地區，最後淘汰到只剩下3個地方，再詢問居民的意願。而負責綜合民意的是地方議員，這些議員正是為了讓地方經濟欣欣向榮而被選出的，由於事關選舉得票，一定要以中立的立場正確的傳達居民的心聲。問到「公投」，他們說：「已有代表居民的議員在奔走，何苦再勞師動眾舉辦公投呢？」這可是正確的態度。

在優拉佑基鎮，由議員投票，以20比7通過設置場址。再經國會作最後決定的投票時，總數200名的國會議員中，以159比3的懸殊比數通過。反對的3票中共產黨2人，另1人為基督教民主同盟。

芬蘭的系統是這樣子的：由政府選定最終處置場址，由當地的地方議員形成公正的共識，而最終的責任則由國家與政治（即國會）來承擔。

芬蘭有兩個有趣的特徵：沒有如日本的「縣」，因此沒有「縣長」，只要國會與地方議會同意就可開動了。當然其中有因選舉考量而在贊成與反對之間反覆變卦的議員，這些被視為「變節」的議員被當作「忽然反穿西裝、沒有面子的人」，而受到眾人的輕視。

另一項是以反對勢力自居的綠黨，其





想法也相當合理：最終處置場的問題必須在我們這一代解決，還有這裡面沒有違反法律的東西，因此以黨的立場全面贊成。但是提出修正案，要求「將來如有必要做研究調查時，可隨時將地下的放射性廢棄物取出來」。而這一修正案成為妥協案，由國會通過。地方上希望相當於日本「原環」的POSIVA的總公司由赫爾辛基移轉到優拉佑基鎮，不久將會實現。該公司的公關人員斬釘截鐵的說：「對於居民我們會提供充分的資訊，但對為反對而反對的人們我們無意說服。」這句話讓我印象深刻。

由提案到獲得居民形成共識花了約10年的時間，後來所以能達成此結果，現將溝通的重點整理成下述3點：

- 1.用過核子燃料目前散置於各核能電廠
- 2.這些是固體，不會流動，也不會化成氣體四處蔓延

3.儘量提供資訊，以消除居民對放射性的誤解  
上述的3點在日本也可以依樣畫葫蘆，加以套招，應該是屢試不爽。

## 譯者後記

此文發表於2001年，其後芬蘭最終處置場的進度如何，在此根據2007年7月5日電氣新聞的報導加以說明。

- 2004年7月：開始ONKALO(地下岩盤特性

調查設施)的建造工程

- 2012年：預定申請最終處置場的建造執照
- 2020年：開始營運

2007年6月間，原子力發電環境整備機構(NUMO)邀請POSIVA公司的總經理派特萊卡至東京演講。派特萊卡總經理分析最終處置場設場成功的原因如下：

- (1)在OLKILUOTO(位在優拉佑基鎮)設場的原因，乃係當地已有3部核能機組，當地人對核電已有共識，且享受到其正面的效益是關鍵所在
- (2)關於國會壓倒性多數贊成，議員們的共識是：「這一世代必須負責，而不是將責任留給下一代」
- (3)強調1983年政府決定最終處置事業方針的意義，且歷代政權均遵守這一約定也是很重要的，而大家對管制當局的信賴度也高

本文原載：2001.12.6. 電氣新聞 原作者簡介:上坂冬子(Kamisaka Fuyuko)非小說類作家、評論家，1959年獲「思想之科學新人獎」，後轉為職業作家。曾獲1993年度菊池寬賞，正論大賞等。著述範圍包含戰後史的新發掘，能源問題等眾多層面。其著作「環遊亞洲之核電」中的精采內容，曾由譯者翻譯(經上坂女士同意)連載於中央日報。最新著作(2001年)為「虎口的總統 李登輝與其妻」



幫幫忙，

## 爲放射性廢棄物找個歸宿吧！

◆劉振乾

松田美夜子，現年67歲。在29年前於日本埼玉縣的川口市提倡垃圾分類的「回收系統」（被稱為「川口方式」）而一舉成名。20多年來一直參與垃圾分類的推廣工作。

也許是看到松田女士如此熱衷垃圾處理的行為，1995年9月，日本原子力委員向她表示：「松田女士，對於放射性廢棄物，中央政府的方針尚待決定，您來當我們的委員如何？」。當時松田女士絲毫沒想過「核能」，也全然不知「製造電力後會產生垃圾」。

「會產生垃圾？」「是的，會產生稱為放射性廢棄物的垃圾」。「現在放那裡？」「因為埋設地點未定，全部放在核能電廠裡」（在這裡說的是高放射性廢棄物，即用過核子燃料。至於低放射性廢棄物，如台灣目前暫存蘭嶼者，則已於青森縣六個所村設置最終處置場，於1992年開始營運）。「那我能做什麼呢？」「松田女士已涉足垃圾問題有18年之久，已是垃圾問題專家，對於放射性廢棄物這種垃圾，請你也來和我們一起思考」。就這樣子，她成了思考放射性廢棄物的委員。

松田女士之所以對垃圾問題有自信而能侃侃而談，乃是因為參觀過日本的垃圾場達800處之多。看了800個地方，頗能體會現場

行政（地方政府）人員的苦衷，而產生「非得支援現場第一線的員工不可」的心情。

松田女士個人認為不要把垃圾當作「不受歡迎者」、「製造麻煩者」，而是要建立一個能好好地管理放射性廢棄物的社會。在這社會上有更多的人認真思考放射性廢棄物何去何從，而能做到如歐洲般安全的管理，將其放到地底下安全地「睡覺」，就好了。

松田女士敢於如此直言，乃是她自費去過歐洲考察數次，對瑞典、芬蘭、法國、德國等如何處置高放射性廢棄物有深刻的瞭解。反觀台灣，有多少人具有如此熱忱，甘願自掏腰包一天花上45萬日圓的經費去國外考察呢？台灣的低放射性廢棄物之所以弄成今天的局面，關鍵在於「關心者太少」。

其實日本永久處置放射性廢棄物的場址所在地，即上述的六個所村目前擁有1萬多名人口，繁榮的很，且距該場地不到1公里處還建了「大石綜合運動公園」與「鄉土館」。每天有不少人在那裡運動健身或參觀。如果不是安全無慮，日本人再笨也不會把設施蓋得那麼近吧。

殷切期盼國人能夠冷靜思考，畢竟放射性廢棄物是你我享用電力之後所產生的垃圾，總要讓它「入土為安」吧！



# 南韓最終處置場進度神速

◆編輯室

表1：南韓最終處置場選址大事紀

1986-1989	南韓選出3處候選場址，計畫中止
1990	推動安眠島設址，後來計畫失敗
1995	從10地選出掘業島為最後候選場址，遭反對
2003	選出扶安、蟬島為自願候選場址，遭反對
2005	4地方政府申請選址，經當地公民投票後，慶州以最高同意率獲選為處置場址
2007.1	韓國水力與核電公司送交建造處置場申請
2007.4	處置場進度完成5%
2007.7	處置場土地徵收
2007年底	科技部發放建造執照、處置場址清理和基礎設施動工 處置場進度完成20%
2008年底	處置場進度完成50%
2009年底前	正式營運

根據2007年4月中的消息指出，南韓第一座國家級中、低放射性廢棄物最終處置場，場址清理和基礎設施可望在半年內進行。處置場計畫主持人指出，處置場應可依預定進度，在2009年底前正式接收放射性廢棄物。

南韓各界就最終處置場設址問題爭戰了20年後，總算在2005年達到共識。社會大眾同意在現有4座加壓重水式反應器和2座興建中的壓水式反應器的東海岸月城核能電廠附近，建造國家級最終處置場。這項政策會獲得通過，主要是因為南韓原子能委員會在2004年承諾，不在最終處置場同一地點，設置用過核燃料乾式中期貯存設施。

2005年底，慶州市從4處候選場址出線，

以89.5%壓倒性的居民投票同意率，獲選為最終處置場<sup>1</sup>。韓國水力與核電公司(KHNP，以下簡稱韓電)計畫主持人表示，自投票通過當時起，韓電和中央主管機關便努力達到能於2009年底前發照/建造，符合可處置10萬桶、每桶容量200公升的放射性廢棄物容器的設施的目標。處置場面積將會緩步增加到可容納80萬桶廢棄物的容量。

2007年1月，在完成了地質、安全和環境影響評估後，韓電便送交建造處置場申請書給南韓產業資源部。數日後，南韓產業資源部與科技部彙整申請書，共同申請建造許可。

南韓核能安全研究所研究人員表示，南韓科技部、產業資源部和核能安全研究所目前在審查申請文件。研究人員指出，地方政府已為申請需要做好萬全準備。在2007年8月前，蒐集資訊的工作應可告一段落。

韓電預計，2007年10月前應可拿到產業資源部的實施許可和科技部的處置場計畫建造執照，之後便可順勢開始場址評估和開始基礎建設工作。根據處置場計畫時程，在2007年4月底時約莫已完成5%。在2007年7月前應可完成處置場的土地徵收作業。因此在2007年底，大概可完成20%的計畫進度，2008年底前應可完成50%以上。

## 廢棄物運送作業

在處置場開挖和建造的同時，韓電也在



籌備將沿海地區核能電廠的中、低放射性廢棄物，運送到處置場的工作。運送作業將需要特殊的貨運公司，派遣專用廢棄物運送船隊運送。運送船隻長78公尺，總重1,400噸，載重容量950噸。船身將以比一般鋼板重的材料打造，以確保工作人員不會吸收比背景值高的輻射劑量。除此之外，為確保萬一在海上發生相撞或擱淺意外時，廢棄物容器仍能保持安全完好，船體還將以雙船殼方式打造。

古里、靈光、蔚珍和月城核能電廠，運送放射性廢棄物的港口設備也在升級之中。月城及蔚珍電廠的港口作業將在2008-2009年完成，靈光和古里則在2011-2014年間施作。

## 最終廢處置場設計

韓電和南韓政府相關部會在選址過程中，曾研擬了兩種處置場設計形式，一為淺層掩埋，另為岩穴置放。韓電高層表示，他們預期應是岩穴置放較獲青睞。而設計者-韓國電力工程公司(Kopec)，則在4月中確認了此消息。

處置場最高可容納80萬桶中、低放射性廢棄物，因此處置場將有42個貯存倉及5個岩穴。混凝土貯存倉直徑25公尺，高50公尺，每個貯存倉可容納16,670桶廢棄物容器。韓國電力工程公司專家表示，首批處置的10萬桶容器將放置在嵌入岩石深層，並以鋼筋混凝土內襯的6個混凝土貯存倉內。該批貯存倉將

位在處置場臨山面、地下80-130公尺深的花崗岩床處。在廢棄物桶置入貯存倉內後，剩餘空間將回填岩屑。

韓國電力工程公司說，未來兩年內建造這6個貯存倉，會挖出面積約47.5萬平方公尺的土石。在挖掘的同時，他們會相當小心，避免開挖時及開挖後可能的土壤鬆動，危害人員及廢棄物貯存桶的完整性。

未來中、低放射性廢棄物將會經由與貯存倉連接的豎井隧道，運送到處置場內。另有一獨立的豎井供人員專用電梯和通風管路及電路系統之用。這些豎井設計，往後也可用於韓電核能電廠除役時運送大型廢棄物。一旦處置場滿載，隧道和貯存倉將會以當初挖出的土方回填。為了限制地下水流動和隔絕岩石裂縫區塊，處置場特定地點將建造擋土牆和栓塞。

## 慶州最終處置場小檔案

△位置：南韓東南沿海處

△型式：岩穴置放

△計畫公司：韓國水力與核電公司

△基本設計：42貯倉、每倉16,670桶、5大岩穴

△容納量：最高80萬桶

資料來源：

本文：Nucleonics Week, Apr. 26, 2007

表1、註1：“南韓中低放最終處置場選址經驗”，核能簡訊103期，95年12月。



# 96年度 核安演習



## ◆編輯室

一年一度的核能界大事—核安演習，於8月21日及22日在以台北縣萬里鄉核二廠為中心、半徑5公里的緊急應變計畫區內舉行。

今年核安演習的劇本可以說是集所有核災的想像於一身，把各種幾乎不可能同時發生的意外狀況，全部編入演習中。除了模擬核二廠1號機滿載運轉下，馬達出現異常振動，且有恐怖份子入侵輸配電開關場放置爆裂物。緊接著又發生5級強震，核能機組多項設備被震壞，廠區電源全部喪失；燃料控制棒無法插入，出現爐心熔毀的危機；蒸汽管破裂，造成輻射外洩。

原能會接獲事故的通報後，立即啟動緊急應變機制，依循作業程序進行通報動員應變，並與相關機關、台北縣政府及台電公司共同進行廠內搶修、應變及廠外民衆防護行動的評估與實施等應變作業。

這一連串的事故演變，可以說是美國三哩島電廠核子事故加上921大地震再加上911恐怖攻擊事件的翻版。原能會副主委楊昭義表示，這些事件實際上不可能同時發生，會做這樣的安排完全是考驗各參演單位的應變能力。



▲8月21日13：40 核二廠1號機的控制室值班人員發現爐心內的燃料破損，執行緊急停機的動作。

▲14：00 緊急民衆資訊中心演練事故消息的傳遞、接收與處理，以及答覆民衆查詢與回覆的情形。



14：35 緊急再入隊進入事故區域模擬全迴路搶修的演練。



▲8月22日9：50 輻射監測中心人員挖取土壤樣本。

▲10：10 輻射偵測人員取得土樣、水樣與農作物樣本，以便進行輻射分析。







▲11:20 台北縣災害應變中心設於萬里鄉公所內，全體一級主管到場掌握事故發展狀況，並報告所負責的應變作業情形。



▲13:50 軍警人員全體動員，演練交通管制疏導與安全警戒維護。



▲14:20 冒著傾盆大雨，警方進行演練簡報，真的非常辛苦。



▲14:45 進行民衆補發碘片作業，工作人員核對民衆身份無誤後，即發給碘片。



▲透明塑膠盒中就是碘片，搭配一瓶礦泉水，加上一份碘片服用的宣導說明。



▲14:50 衛生所的醫師正在為民衆說明為何要服用碘片，以及服用時的注意事項。



▲15:00 附設一間休息室，提供民衆在此服用碘片。休息室中還設有電視機，播放專業醫師講解核子事故時民衆應注意的事項。



▲15:20 緊急計畫區內疏散的民衆，在石門國中集合收容。受傷的民衆正在接受輻射偵檢。



▲15:30 受到輻射傷害的民衆，經過除污之後，坐救護車後送至輻傷專門醫院醫治





▲15：30 傷勢較嚴重的患者，在經過除污之後，由工作人員幫他穿上衣服。



▲15：40 民眾在除污清洗過程中產生的污水，因為帶有放射性，必須集中收集進行除污處理。



▲15：40 所有的疏散民眾集合在收容中心的大禮堂內，秩序井然。



▲16：35經過除污完成的救護車，還需要進一步的輻射偵檢，以確認沒有殘餘的放射性。



▲17：10 重症病患帳棚內，醫護人員正在依照標準作業流程為病患除污，並進行初步的治療。



▲17：30 完成除污的重症病患送入醫院接受進一步的治療。核安演習至此正式結束。



此外，已經5年未舉辦的民衆疏散演練，今年再次恢復。參與疏散演練的居民人數高達600人，是以往的2到6倍，創下歷年最大規模。

8月21日上午，核二廠發布廠內發生嚴重核子事故，核安演習正式展開。9：30開始分別於核二廠外的明光碼頭演練保安防恐演練，於核二廠大門附近進行保安防撞演練，接著在69 kV開關場進行保安防爆演練。這3項都是為了檢視核能電廠保安組織的應變能力，以及軍警支援單位的通報支援作業。

核安演習時為便於通訊聯絡，中華電信公司特地出動專用的活動式基地台，同時還配合使用衛星電話，以免出現通訊障礙的問題。

## 採訪後記

每年的核安演習，主辦機關都會邀請中央及地方各級單位、環保團體與媒體共同參與。每年也都可以見到各種領域的專家與環保人士，以各式各樣的抗議行動質疑演習的劇本老套、演練人員不夠專業投入等。根據本刊記者多年來採訪核安演習的觀察，早期演習所假設的事故狀況的確比較沒有新意，不過近幾年來確實有顯著的改善。

例如，民國90年核三廠318全黑事件之後，93年的演習劇本就將電廠內外電源喪失列入演習項目，並加強夜間消防演練；95年底恆春大地震造成核三廠緊急停機的狀況發生之後，今年6月舉行的核三廠內演習，也將地震造成的影響編入演習的主軸；而這次核二廠的廠外演習，將全球都關切的防恐、防爆演練納入，主辦單位的用心值得肯定。

即使有媒體批評演練過程「太假」，動作不夠精彩，也請民衆瞭解這些人都不是專業演員，演技不好應是能夠體諒。再看看那些身穿一級防護衣、口戴N95口罩，一會兒在攝氏36度烈陽下曝曬，一會兒又在傾盆大雨中演練的工作人員，護目鏡上盡是白茫茫的霧氣。他們藉由一次又一次的演習，熟悉了自己的工作權責與範疇，和上游與下游的夥伴建立起順暢的操作程序。第1次生澀不流暢，第2次、第3次之後一定就可以熟極而流，內化成為反射動作，一旦遭遇真正的緊急狀況時，這些反射動作就可以立即將問題成功化解。這不就是核安演習的真正目的？





# 台電公司核電廠 環境輻射偵測網站介紹



圖1. 台電公司核電廠環境輻射偵測網站首頁

<http://wapp4.taipower.com.tw/nsis/web/001.htm>這個網址是台電公司「核能資訊透明化系統」之下的「核能電廠環境輻射偵測」網站。網站內容包括：

1.天然背景輻射：說明人類生活的自然環境中，原本就存在著許多天然輻射，只是我們身在其中不自覺而已。

2.管制規定：原子能委員會為了有效

管制核能電廠運轉，確保公眾的健康與安全，制定了各種相關的法規及標準。

3.放射性物質排放管制：核能電廠的氣體與液體排放管制的情形。同時將各電廠歷年來放射性物質排放對民眾所造成的個人劑量做出圖表，公布在網站上。





圖2.核電廠歷年放射性物質排放管制所顯示的趨勢圖

4.輻射偵測項目與範圍：環境輻射監測計畫的範圍包含核一、核二及核四廠鄰近的台北、基隆、宜蘭等地區，以及核三廠鄰近的屏東、高雄等地區。偵測項目包括直接輻射、空氣、水、生物樣、土壤、岸沙等項目的輻射監測。

會（CNLA）認證通過的環境監測實驗室，輻射監測的能力也已達到國際水準。

歡迎民衆隨時上網查詢各項環境輻射偵測的情形，相信在資訊透明化的作法之下，可以消弭一般大眾對核能不必要的疑慮。

5.輻射偵測結果：台電公司以電廠附近的廠區地圖，標示出各偵測點的輻射劑量。這些都是最即時、快速的數值，民衆隨時都可上網看到新出爐的偵測結果。



圖3.核電廠即時監測結果（核一廠）

6.輻射監測品質：對於核能電廠環境輻射監測作業的採樣、處理、計測、分析、記錄等過程，台電放射試驗室備有完善的品質管制作業程序，以確保監測結果的可信度與準確度，是國內第一個榮獲中華民國實驗室認證委員





## 美國反應器重新啓動

田納西河谷管理局的布朗斯弗理1號機反應器(115.5萬瓩)，自1985年便進入閒置期。在實施5年的更新計畫之後，已於2007年5月重新啓動並且併聯全功率運轉。當局亦在研擬將1985年停建，處於半完工狀態的瓦次巴爾2號機反應器(116.7萬瓩)完工的可能性，預計約於2013年上線。NEI 15/6/07.

## 英國報告出爐 使用再循環鈾有譜

英國政府這幾年來，對於從國內用過核子燃料再處理得來的鈾，態度向來相當模糊，更別說是對待從濃縮和再處理後得來的耗乏鈾。然而最近一份英國核子除役局委託調查剛出爐的報告，使得英國再循環鈾資源的利用露出一線曙光。報告內容著眼在2012年可用的100噸鈾和6萬噸的再處理和耗乏鈾。報告列出3種選擇：(1)將上述鈾當作終將作深地層處置的廢棄物，(2)長期貯存，(3)做為燃料使用(或售予其他公司作燃料)。若採第3種作法，這些燃料足夠提供30億瓦電(3 GWe)新式壓水反應器運轉60年，或20億瓦電(12 GWe)快中子反應器700年。NDA 26/6/07

## 芬蘭第6部反應器3度提案

芬蘭工業與能源業界宣布將組成聯合投資公司Fennovoima Oy，以在芬蘭興建一座新核能電廠。該聯合公司成員包括金屬、礦業

與冶煉公司，由當地主要電力公用事業公司E.On Suomi主導此計畫。

Fennovoima公司計畫建造一座發電容量100-180萬瓩的新核能電廠，將以發電成本價格提供集團業主電力，並於2016-2018年間加入運轉行列。Fennovoima公司將立即進行址作業，其次是環境影響評估，向政府申請建廠許可證鋪路。WNN 6/6/07.

## 德、比淘汰核能電廠政策受挑戰

比利時政府委請各界專家組成的能源委員會，日昨公布比國能源政策觀察報告，表態支持保留核能發電。將主導比利時到2030年間的能源政策委員會，在「展望2030，比利時的能源挑戰」報告中指出，核電是經濟、且低排碳的基載電力來源。若比利時政府繼續推動目前的廢核政策，將導致電價加倍、使比利時碳減量能力遽降和依賴進口能源。報告進一步表示，比利時一定要停止淘汰核能的政策。

稍早之前，經濟合作與發展組織下的國際能源署警告，德國政府廢核的決定「無疑」會限制該國碳減量的能力。國際能源署力促德國政府，應就「嚴重的後果」重新考慮政策的適切性。WNN 4/6/07, Foratom 25/6/07



## 日本新潟地震 柏崎刈羽電廠關閉

日本東北方新潟於7月16日發生芮氏規模6.8的地震，使得接近震央的柏崎刈羽核能電廠內4座反應器自動安全關閉。地震超出了當初電廠設計所能承受的地面加速度，但其實並沒有超出電廠安全停機值。每一座反應器的原本設計，當地面加速度低於「保持運轉」設計基礎的一半時，就可安全停機。廠內其餘3部反應器當時並未運轉。但在所有反應器重新運轉之前，電廠方面還要做損害檢查。

此次地震造成柏崎刈羽核能電廠內，約有1.2立方公尺的水從燃料池中潑出進入排水系統。潑出的水放射性在法律限值內，等同於3個家庭用煙霧偵檢器所含的放射性，並且在法規限值以下。變壓器漏油則導致了火災，並且經2小時才熄滅。廠外市區內有10人死亡，房屋和公共建設重創。現階段電廠事故的主要焦點在於，日本媒體影射有大量的放射性物質外洩和廠體嚴重受損，然而經查並無實證。WNN 16 & 18/7/07, Nucleonics Week 19/7/07

## 中國大陸加入碳減量行列 並提高核能發電目標

某國際報告指出，中國大陸已經取代美國，成為二氧化碳排放最大宗來源。中國大陸「國家發展和改革委員會」在政策報告書

中，設定每單位國內生產毛額能源耗損降低20%的目標，且將逐漸擴增對於潔淨、低排碳能源的使用。然而官方表示，經濟成長仍為其優先考量，過去占溫室效應氣體排放量大宗的已開發國家，才應負最大的責任。

中國大陸指出，他們將加強推行核能發電、再生能源(包括大型水力發電廠)和使用煤層氣[譯註：將二氧化碳打(貯存)入深層煤田，擠出甲烷(天然氣)等]。稍早之前，國家發展改革委員會發布核能發電容量目標將從2020年的4,000萬瓩，提升到2030年的1.2-1.6億瓩(現為850萬瓩)。現今世界核電總容量為3.7億瓩。Kyodo News 27/5/07, NDRC June 07.

## 泰國將建核能電廠

在進行可行性研究之後，泰國能源部長宣布，為避免對天然氣過度依賴，他們將著手計畫建造一座發電量400萬瓩的核能電廠。新電廠預計在2015年動工，2020年開始運轉。建廠成本預估60億美元，估計每度電力成本約為6美分，稍低於燃煤電力的成本。Xinhua 11/6/07, WNN 11/6/07

## 南非開始建造新核能電廠

南非依斯康國營電力公司(Eskom)董事會通過，將調查在2027年前建造發電容量達2,000萬瓩的核能電廠的可能性。依斯康公司計畫





由2009-2010年建造400萬瓩一般容量開始，首部機組將於2016年商轉。新電廠計畫目前正進行環境評估程序中，考慮的廠址有5個，之後將選擇反應器技術型式。法國亞瑞華及美國西屋公司的反應器可望入選。Eskom 30/5/07

### 巴西證實新核電計畫

巴西能源政策委員會建議，應完成安格拉3號(124.5萬瓩)核能電廠的工程，此項消息亦獲該國總統證實。不過，現階段整個高達18億美元的計畫，只有8年總金額5.4億美元可支用。目前約有70%的設備已經到位，但尚未開始動工。WNN 11/7/07.

### 加拿大致力核子廢棄物計畫

加拿大政府日前採用其核子廢棄物管理機構(Nuclear Waste Management Organisation, NWMO)於2005年的建議－該國的用過核子燃料在反應器場址貯存一段期間後，應在深地層處置場處置，日後可重新取出。今年稍早核子廢棄物管理機構曾表示，處置場可能位於鈾礦區或是具有核能電廠的省份，而且需要地方人士自願承辦此事。目前處置場選址作業正在進行。加拿大現階段累積的用過核燃料約有3.6萬公噸，主要貯存在反應器場址上，來自各電廠的基金將近有300億台幣。Nuclear Canada 18/6/07.

### 澳洲北領地原住民區 擬設廢棄物設施

澳洲北領地原住民團體「澳洲北領地議會」和原住民地主恩格帕族人，共同提名麥可提田園區作為放射性廢棄物處理設施的潛在廠址。如果該位址適合，原住民地主將簽署一份面積超過1.5平方公里土地的長期租約，並可領取高達新台幣3.2億的回饋金。澳洲計畫在該地興建一低放射性廢棄物處置場以及一中放射性廢棄物貯存場，預定2011年開始營運。DEST 25/5/07

### G8高峰會凝聚對抗氣候變遷行動共識

有了美國的支持和比以往措辭更強烈的共同聲明，2007年G8高峰會在聯合國氣候變化綱要公約架構下，設定了新行動方案。新方案將囊括原本不在京都議定書碳排放限制內的國家，並且將建立在各國與區域間的協議與政策基礎上，為12月將在印尼召開的聯合國氣候變遷會議鋪路。UIC Newsletter, July/Aug., 2007

### 電力公司向核能靠攏

國際資誠會計師事務所最新的年度調查報告揭示，在分析了44個國家114個電力公司之後，顯示各界全面性的轉變－能源效率、可再生能源和核能發展成為首要之務。相較



於去年僅19%的電力公司展望核能發電，今年則上升為45%。至於風力發電，則由17%上升為48%。然而，報告指出「經濟信號與獎勵措施將是電力公司政策大轉向的關鍵因素。而碳價的觀念也尚須向各界宣導。」 PWC 14/6/07.

## 各方表示 擴建核電勢在必行

聯合國氣候變化綱要公約秘書長表示，現今他看過的每個可信的碳減量方案，都一定會納入核能發電。數日後美國能源部副部長指出，美國應朝「使核能成為全球各國主要發電來源」的方向努力。他還說，「認真看待擴增核電，才是認真思考氣候變遷問題。」

美國電力研究協會榮譽主席表示，沒有「核能這記強心針」，全球便無法對抗氣候變遷。他指出，現代科技已經可以解決廢棄物處理和核武擴散的問題。政府必須擔起發展核電的責任，以讓後代子孫使用。

世界能源會「能源及氣候變遷報告」結論表示，既然核能發電比例高的國家跟無或極少核能發電的國家相比，排出的二氧化碳要少的多，那麼「各國政府應該正視核能發電碳減量的潛力。」核能發電由於零排碳，且可大規模發電，因此可以成為穩定二氧化

碳排放量首要的工具。WNN 21/6/07, Platts 26/6/07

## 國內新聞

由於石油、天然氣等能源價格飆漲，越南、緬甸、泰國、馬來西亞以及處於地震帶的印尼，都準備興建核能電廠。

越南計畫興建4座反應器，首座核能電廠預計在2015年投入運轉；印尼預計興建4到6座反應器；緬甸已於5月宣布，將在俄羅斯協助下興建核能電廠；菲律賓則從1986年就一直在討論興建核能電廠。馬來西亞希望能在2010年前，完成未來能源需求檢討，核能已被列入考慮。

另外，馬來西亞已獲國際原子能組織核准，將耗資約新台幣10億元興建全球第16座、東南亞首座核能管制中心，預計年底或明年初動工。

國際間對東南亞國家核能的安全管控能力，存在疑慮。尤其印尼位處地震帶上，近年經常發生大規模地震災情，此外，政府部門貪污狀況，還有公共設施的管理疏失，也都令人更加擔憂核能電廠興建後的安全。





為了確保東南亞核能安全，新加坡總理李顯龍已在1月舉行的東協領袖會議上呼籲，東協應該建立區域的核能安全保護制度。  
(2007.07.31.人間福報)

國際原子能總署 (IAEA) 為防止各國利用核燃料研發核武，三不五時派員臨檢核能電廠，台灣通過重重考驗，終於列入「核能和平用途」國家之列，未來檢查周期可望由3個月延長為1年。

核能電廠用過的核燃料棒不全是「垃圾」，其能量雖已不足以用來發電，但其中含有高放射性的鈾元素，是製造核武的原料，在國際間是相當敏感的戰略物資。

為確保核物料未挪為他用，IAEA除以遠距視訊系統24小時即時監看外，還會三不五時派員抽檢，以防止台灣「搞怪」。

以核二廠為例，共有3支監視器，有兩支對準核燃料池與反應爐，另一支瞄準供設備進出通道。為避免突然停電被找麻煩，台電也替監視器裝上不斷電系統。

檢查員的例行工作除了查訪視訊設備的完整性、更新及安裝封緘外，還需清點、比對核物料數量，並取樣

供環境分析；有時檢查員更會「突然出現在大門口」，來個無預警視察。

行政院原子能委員會副主委楊昭義指出，全台有21個設施，包括核能電廠、清大、核能研究所，都在IAEA視察範圍內。而檢查員1人1天5千歐元（約新台幣22萬5千元）的開銷費用，還須由受檢國支付。

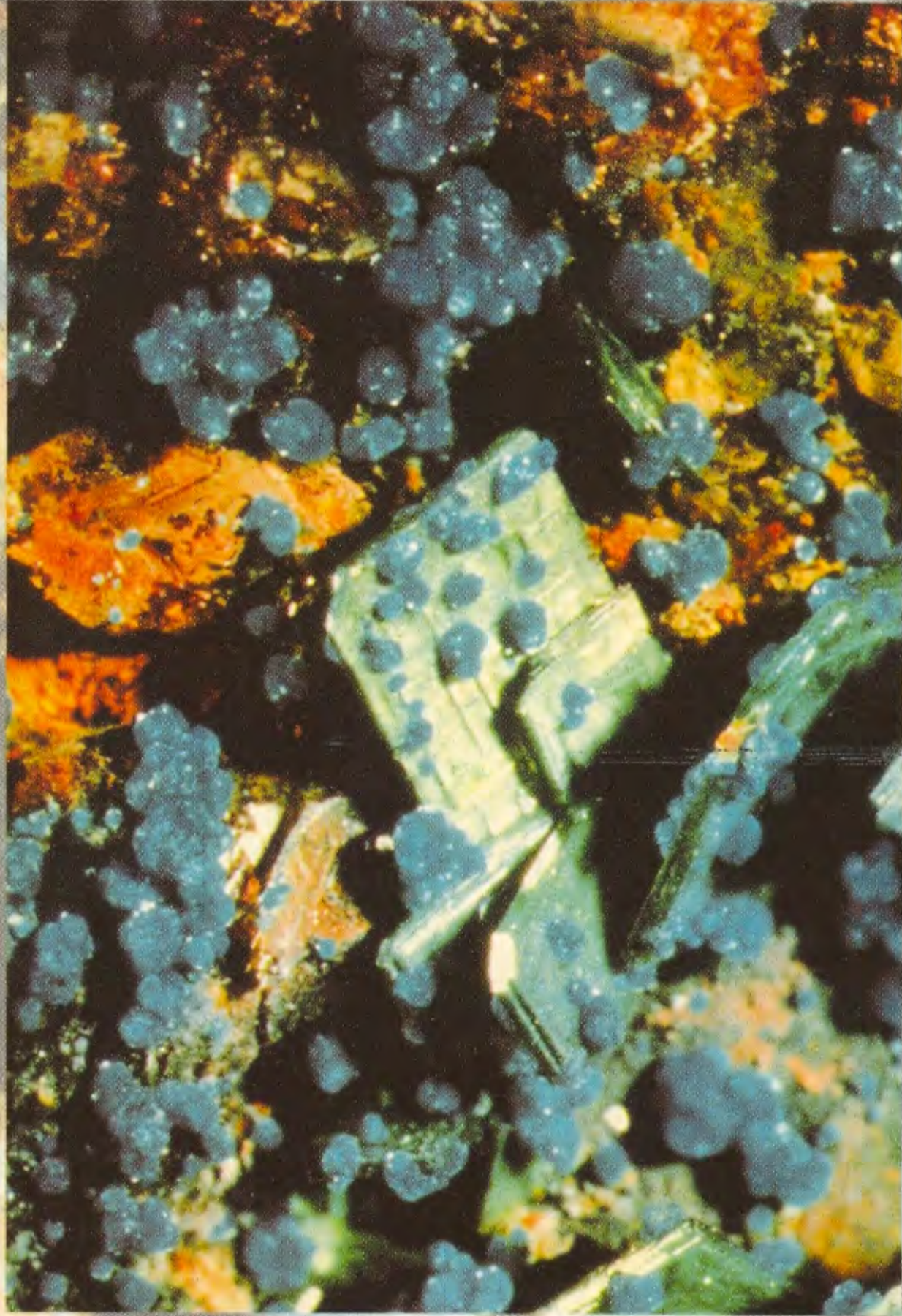
楊昭義表示，早期各國都投入核武研究領域，因技術、原理共通，只要有心發展，應不會太困難，但台灣最後還是沒投入，現在也無人力與設備；況且研發核武「凡走過、必留下痕跡」，有IAEA滴水不漏的監測，誰也動不了電廠的燃料棒。(2007.08.27.中國時報)

## 108期更正啟事

本刊第106期「全球核能夥伴計畫中的再處理」一文，第8頁的「美國為何重拾再處理」該段中提及：「美國在再處理方面已有250年的廠齡經驗...」，應譯為「美國在再處理方面已累積250廠/年的經驗...」。

第107期第21、22頁文中的毫西弗應為mSv，微西弗為 $\mu$ Sv。若有引起讀者誤解的情形，謹此致歉。





各種形式的鈾礦石（法國COGEMA公司提供）