

## 出國報告審核表

出國報告名稱：參加經濟合作發展組織所屬核能署之核設施除役計畫第 54 次技術諮詢組會議		
出國人姓名 (2 人以上，以 1 人為代表)	職稱	服務單位
蕭向志等 2 人	組長	核能後端營運處
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>國際會議</u> (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)	
出國期間：102 年 5 月 11 日至 102 年 5 月 19 日		報告繳交日期：102 年 7 月 10 日
出國計畫主辦機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input type="checkbox"/> 2.格式完整(本文必須具備「目的」、「過程」、「心得」、「建議事項」) <input type="checkbox"/> 3.無抄襲相關出國報告 <input type="checkbox"/> 4.內容充實完備. <input type="checkbox"/> 5.建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 6.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 7.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 8.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會(說明會)，與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 其他_____	
	<input type="checkbox"/> 10.其他處理意見及方式：	

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

報 告 人		審 核 人		單 位 主 管	主 管 處 主 管	總 經 理 副 總 經 理
-------------	--	-------------	--	------------------	-----------------------	---------------------------------

## 出國報告(出國類別：開會)

# 參加經濟合作發展組織所屬核能署之核設施除役計畫 第 54 次技術諮詢組會議

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：蕭向志 工程技術組長

丁 宇 放射化學課長

派赴國家：德國

出國期間：102.5.11 ~ 102.5.19

報告日期：102.7.10

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

參加經濟合作發展組織所屬核能署知和設施除役計畫第 54 次技術諮詢組會議

頁數 59 含附件：■是□否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/ 陳德隆 / (02)2366-7685

出國人員姓名/台灣電力公司/單位/職稱/電話

蕭向志/台灣電力公司/核能後端營運處/工程技術組長/(02)23662240

丁 宇/台灣電力公司/核能一廠/放射化學課長/(02)26383501

出國類別： 1 考察  2 進修  3 研究  4 實習  5.其他(開會)

出國期間：102.5.11 ~ 102.5.19 出國地區：德國

報告日期：102.7.10

分類號/目：

關鍵詞：核能電廠除役

內容摘要：(二百至三百字)

本公司將遵照政府於 100 年 11 月 3 日所宣布之新能源政策，既有核能電廠將不再延役，依規定本公司須於 104 年底前陳報原能會除役計畫書，考量本公司將首次面臨核能電廠除役工作，有必要加入國際相關除役組織，蒐集相關除役資訊，俾利本公司核能電廠除役規劃及工程作業順利推展。

本次出國任務所述之核設施除役計畫技術諮詢組會議(TAG)旨在提供除役技術交流與活動等之資訊共享，藉由會員對除役中核設施所作報告與討論獲取除役相關資訊，本公司受邀參加本次 TAG-54 會議，並在會議上簡報核一廠除役規劃辦理情形，經與會會員意見交換討論後，表決獲出席會議之會員同意成為觀察員，並同意陳報至核能署，俾在 102 年秋天(預計 10 月份)該組織召開之經營委員會會議上報告本公司以核一廠除役計畫之名義加入該組織之意願，經大會出席之會員討論審查同意後，正式邀請本公司成為會員。

加入該組織透過會員交流，可藉此獲得其他國家除役相關經驗及了解實務技術與工法。另對本公司推動除役計畫具有指標性意義，確可強化本公司核能電廠除役之規劃管理與技術能力。

(本文電子檔已傳至出國報告資訊網 <http://report.nat.gov.tw/reportwork>)

## 目 錄

壹、出國目的.....	1
貳、出國過程.....	2
參、會議內容摘要及出國心得.....	3
肆、建議事項.....	31
附件一、CPD 正式會員及參與之除役計畫	
附件二、核設施除役計畫第 54 次技術諮詢組會議議程	
附件三、金山電廠除役計畫簡報內容	

## 壹、出國目的

本公司核一廠將遵照政府 100 年 11 月 3 日所宣布之新能源政策，規畫於 107 年面臨永久停止運轉進行除役工作。為因應核一廠除役工作並預作準備，本公司須依據法令，在 104 年底前陳報原能會除役計畫書，考量本公司將首次面臨核能電廠除役業務，因缺乏經驗，有必要加入國際相關除役組織，蒐集相關除役資訊，俾利本公司核能電廠除役規劃及工程作業順利推展。

本次出國任務所述之歐洲經濟合作發展組織(OECD)所屬核能署(NEA)核設施除役合作計畫(CPD)之核設施除役計畫技術諮詢組會議(TAG)，旨在提供除役技術交流與活動等資訊共享，藉由會員對除役中核設施所作報告與討論獲取除役相關資訊，本公司已受邀參加本次 TAG-54 會議，並將在會議上簡報核一廠除役規劃辦理情形，以獲出席會議之會員同意成為觀察員，繼而審核使本公司以核一廠除役計畫之名義成為會員，並正式加入該組織透過會員交流，可藉此獲得其他國家除役相關經驗及了解實務技術與工法，以及蒐集最新核能電廠除役資訊與學習實務經驗技術與工法，並做成具體建議，俾供本公司在後續除役作業方向及重要決策之參考。

## 貳、出國過程

### 2.1 OECD/NEA核設施除役合作計畫(CPD)技術諮詢組(TAG)現況

CPD計畫成立於1985年，其目的為促進國際間核能設施除役科技之技術交流。計畫成立之初由8個NEA會員國家的10個除役計畫所組成，發展至今已擴大至來自12個會員國家的59個除役計畫(包括35個核子反應器以及24個核燃料設施)，中華台北以及歐盟委員會(European Commission, EC)。我國的核能研究所是唯一以非會員國身份加入CPD計畫之正式會員。CPD計畫目前的正式會員及參與之除役計畫，如附件一所示。

### 2.2 會議議程及內容

歐洲經濟合作發展組織核能署之核設施除役計畫技術諮詢組之本次TAG-54會議於2013年5月13-17日於德國Heringsdorf舉行，由德國EWN公司主辦，本會期共有11國家18個除役計畫之26位專家與會。與會人員有歐洲議會(EC)代表(1人)、法國(3人)、比利時(2人)、加拿大(1人)、德國(4人)、日本(7人)、韓國(1人)、西班牙(1人)、瑞典(2人)、斯洛伐克(3人)、英國(1人)，本公司以觀察員身分參加會議，係由核能後端營運處蕭向志組長及核一廠丁宇課長一行二人同赴德國Heringsdorf參加，會議議程如附件二，會議由102年5月13日上午開始至5月15日止，另於5月16日參觀正進行除役作業之Greifswald核電廠參訪，本次會議共計有21項計畫提出報告進行技術交流，包括有核能電廠及核能研究機構之除役計畫等。除此外，亦有出席會員主動報告其除役作業相關可供提出報告之內容，使與會會員有更多值得借鏡與學習的資訊。

5月13-16日為室內會議研討，內容包含各參與計畫除役狀況簡報研討、工作小組報告和CPD會務執行情形等。本屆會議計有核反應器除役簡報13篇，核燃料設施除役簡報5篇，共有18篇簡報與討論。5月17日大會則安排參訪EWN公司所屬Greifswald核能電廠除役作業執行現況。

## 參、會議內容摘要及出國心得

### 3.1 核反應器除設計畫簡報重點摘要

#### 1.AVR 計畫

##### (1)背景說明:

本計畫由德國AVR GmbH公司負責執行，本次報告主要內容為自TAG52會議之後至今一年時間內所進行之拆除工作。

除役工作，在2009年3月31日由主管機關所核准，而RPV中期貯存之執照核准是在2010年3月1日，但RPV之中期貯存執照後來在2011年9月29日做了第一次的修正。近期針對廠內放射性物質盛裝容器暫存之緩衝空間經向主管機關提出申請，並於2012年8月29日核准同意，至於運送執照期望能在今年2013年夏天可以核准。其中RPV拆除工程相關工作共分4階段辦理:

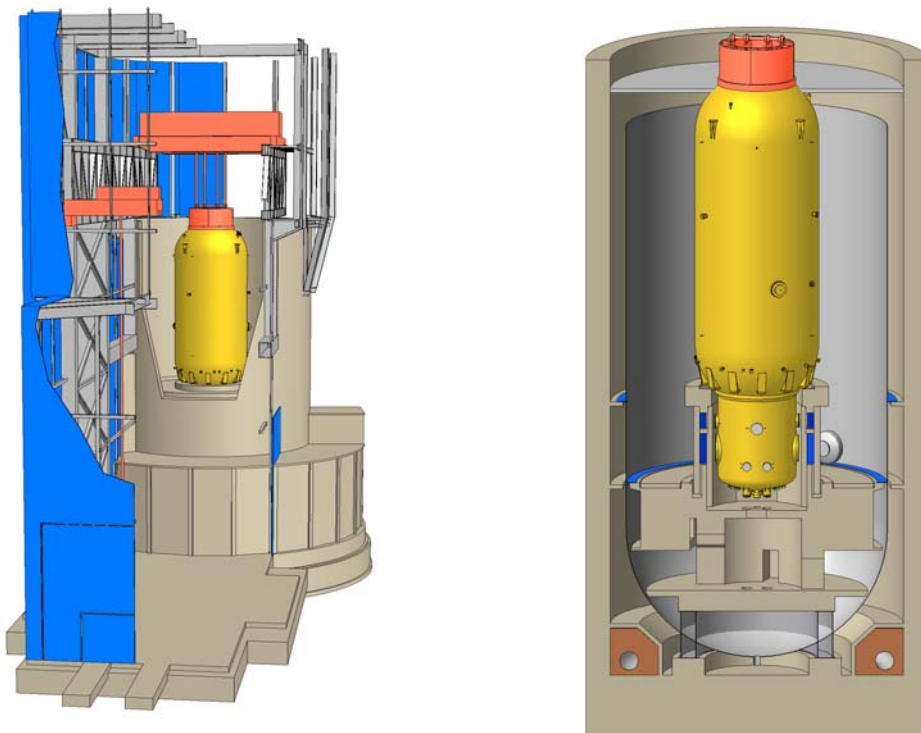
第1階段是RPV移除之籌備工作，主要有反應器建築物及限制區的拆除，以及使用低密度多孔性混凝土填充RPV。

第2階段是RPV的移除及運輸。

第3階段是剩下組件的拆卸，包括建築物及混凝土結構的拆除。

第4階段是廠址的清理，亦即從核能管制到場址復原。

圖1、反應器外觀圖



反應壓力容器規格如下:

- 長度 26 m
- 直徑 7,5 m
- 重量 2000 Mg

## (2)執行現況

本次報告介紹重點之獨特性在於具高溫以氦氣冷卻之反應器(圖1)，使用球型燃料，反應壓力容器內部具Sr-90之高污染，且反應器廠房底部因在1978年受蒸氣產生器意外事件影響受有Sr-90輕微污染。因此，反應壓力容器之所有拆除工作容易產生碳粉塵及氬(H<sub>3</sub>)的污染，工作人員須採取供氣式面罩方式執行拆除作業，上次報告執行階段是在進料管線/噴嘴及相關開口之封塞等(25m至21m工作平台，圖2)之切割拆除工作，並同時修訂執照延長計畫自2015年至2017年期間。

本案從2008年至2012年期間受到延遲的衝擊，使得RPV的移除延至2014年(延遲1年)、廠址清理復原延至2017年(延遲2年)，以及連帶影響除役整體成本提高至約280百萬歐元(增加35百萬歐元)。各項重要工作延遲完成的原因包括:

- 規劃時未考慮緩衝區的需求
- 低估工作量
- 因空間的不足，使得分項工作互相產生衝擊
- 不正確的圖面文件
- 外部處置路線瓶頸(含廢棄物處理系統的中斷)
- 廠房天花板拱頂拆除的預期性延遲約6個月



圖 2、工作平台的拆除作業



為拆除RPV考量工作人員輻射劑量之控制，針對局部熱點(hot spots)採用鉛屏蔽使得空間劑量降低至30 $\mu$ Sv/hr以下。

## 2. Bohunice A1 核能電廠

Bohunice A1 核能電廠隸屬於 JAVYS 公司，該公司除經營 A1 核電廠外，尚經營斯洛伐克境內之 Bohunice V1 核能電廠、廢棄物處理設施、用過核子燃料中期貯存設施、以及廢液處理設施等。

### (1) 背景說明

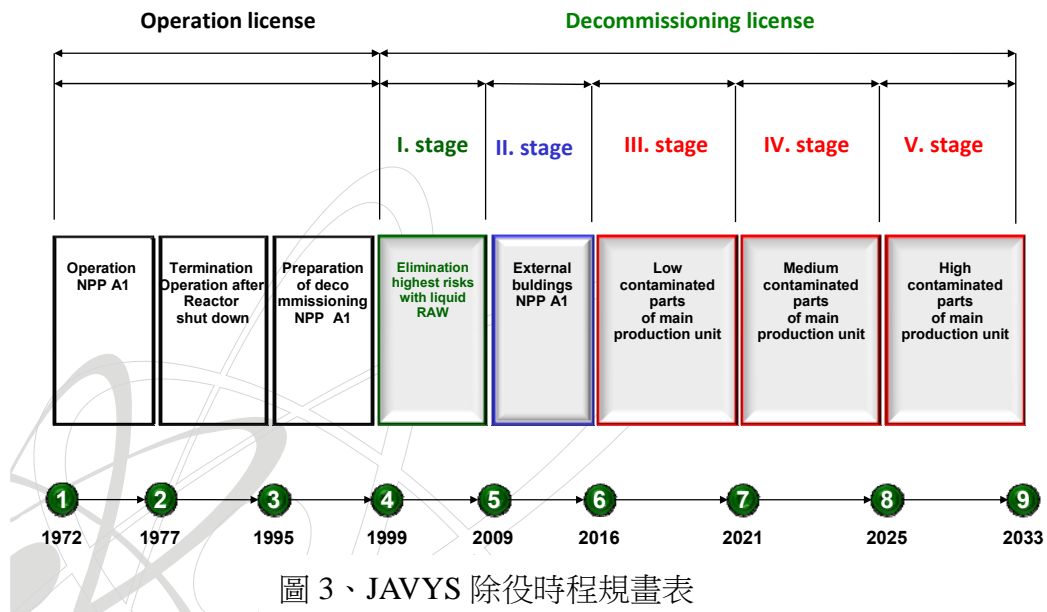
Bohunice A1反應器屬KS 150型、110MW，以天然鈾為燃料，配合重水調節，以二氧化碳為冷卻劑，反應器爐心直徑3.56m，高度4m，爐心使用之燃料束(直徑6.3cm，高度400cm)共計148束。

該廠在1958年興建，於1972年10月24日第1部機組達到臨界狀態，同年12月25日併聯發電，不幸的是在1976年1月5日發生閉鎖系統故障，安裝新燃料時產生二氧化碳外釋之意外事件。另在1977年2月22日發生燃料束過熱，導致部分燃料棒融毀，使得分裂產物及 $\alpha$ 核種污染一回路冷卻系統管路，此意外事件發生後，考量反應器相關維修成本過高，不符合經濟效益，即在1979年宣布永久停止運轉。

在1979年至1994年間之除役前碰到的主要問題，包括

- 除役法令的缺乏
- 缺少可用的除役專業人員
- 缺少財務來源(A1 核電廠運轉期間並未提存除役基金)
- 缺少放射性廢棄物管理設施(包括處理、運輸、貯存等)
- 不準確、不完整的放射性廢棄物特性(化學及物理性)
- 缺少放射性廢棄物之具體差異量，如污泥、離子交換樹脂、灰渣、水泥、金屬物、酪酸、重水殘留物、空氣過濾器...等。
- 因設備污染使得空間劑量的升高。

A1 電廠在1995年至1999年間執行除役準備工作，接著自1999年開始至2033年規劃將除役工作分成5個階段，分別是I. 移除最高風險的廢液(1999~2009年)II. 拆除外部建築物(2009~2016年)III. 移除主設備之低污染部分(2016~2021年)IV. 移除主設備中度污染部分(2021~2025年)V. 移除主設備高污染部分(2025~2033年)，詳下圖時程規畫表說明。



而在除役工作開始展開前完成之工作，包括

- 572束用過核子燃料在1983 – 1999年間分別運輸至俄羅斯
- 執行環境偵測及健康安全監視
- 由州預算而來的除役財務保證方案之研究與發展活動的推動
- 一回路系統除污之可能性分析
- 拆除二回路管路、反應器輔助回路、加強因意外事件產生洩漏後之屏障物
- 建立放射性廢棄物處理技術
- 設立國家放射性廢棄物處置場

## (2)現況說明

JAVYS公司將除役分成5個階段，其中第1、2階段正進行中或已完成，第3~5等三階段因尚未展開，可能還有變數，與會簡報人員即未詳述該等階段之各項主要工作，此處僅就第1、2階段分述如下：

第1階段(1999 – 2009年)~在此階段內之重點工作在於針對營運期間產生之放射性廢棄物進行處理及貯存，並降低廢液系統可能帶來的高風險問題。基此，此階段分成4項任務，分別為環境、主要生產單元、廢棄物處理及貯存、除役之技術支援等。

本階段4項任務中的第1項任務是針對非生產線之建物設施執行除役工作，且在完成拆除及復原面積上，重新興建建築物。第2項任務是放射性廢棄物的處置營運，此部分包括廢漿之處理與固化、用過離子交換樹脂之處理與固化、以及用過過濾器及空調設備之處理工作站，處理固化廢

棄物之同時亦針對環境執行監測。第3項任務為污染土壤的處置，包括建立設施內傳送、安裝及營運之系統，另設計及設置非常低微的放射性廢棄物之最終處置場。第4項任務為除役與環境之技術支援工作，重點在於為確保除役工作執行之安全程序，例如設置移動式偵測站、輻射安全與健康防護、污染混凝土之篩選、分類與除污等。



## Decommissioning

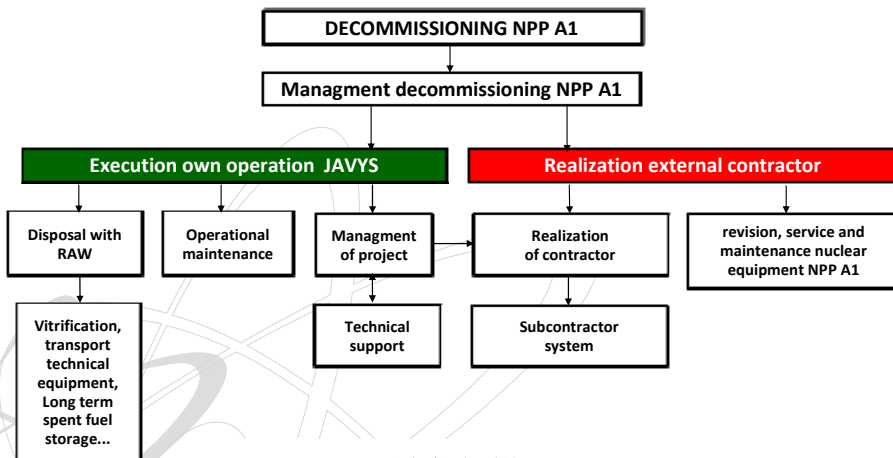


圖 4、JAVYS 除役組織

第2階段~主要目標為

- 消除核電廠外圍環境之負荷
- 外圍設施，以及主要生產單元之部分建築物之除役
- 汙染土壤及混凝土廢棄物之篩選及分離
- 除役產生之放射性廢棄物處理及改善
- 前處理及貯存由長期用過核子燃料貯存水池而來的沉澱物
- 環境監測

### 3. Bohunice V1 核能電廠

Bohunice V1核能電廠隸屬於JAVYS公司，在斯洛伐克境內，該公司尚經營廢棄物處理設施、用過核子燃料中期貯存設施、以及廢液處理設施等。V1電廠擁有2部WWER 440-V230之反應機組，採用UO<sub>2</sub>(含2.5%U-235燃料)，以水為調節劑及冷卻劑，擁有2部220MW之渦輪機。

#### (1)背景說明

V1電廠自1972年開始建造，2部機組分別於1978及1980年開始運轉，不幸的是政府在1999年宣布V1核電廠2部機組將分別在2006及2008年停止運轉，V1電廠選擇立即拆除的除役方式，2011年開始第1階段的除役工作，並預計在2015年開始第2階段除役工作，且準備在2025年達到棕色廠址的

狀態。

## (2)現況說明

目前正進入除役第1階段的工作中，主要為進行處置低放射性及中階放射性廢棄物盛裝而發展一纖維混凝土容器(fiber concrete container, FCC) ，其尺寸規格如下圖

- 規格 1,7 x 1,7 x 1,7m
- 可用容積 2,9 m<sup>3</sup>
- 負荷總重 15 t
- 張力強度 > 5,0 MPa
- 抗壓強度 > 71,5 Mpa
- 平均產量 350 只 per year



纖維混凝土容器圖

對於核能應用後端循環的責任是屬於斯洛伐克政府的，所以為配合除役工作的進行之基礎建設，財務來源當是由政府出資，主要的建設包括：

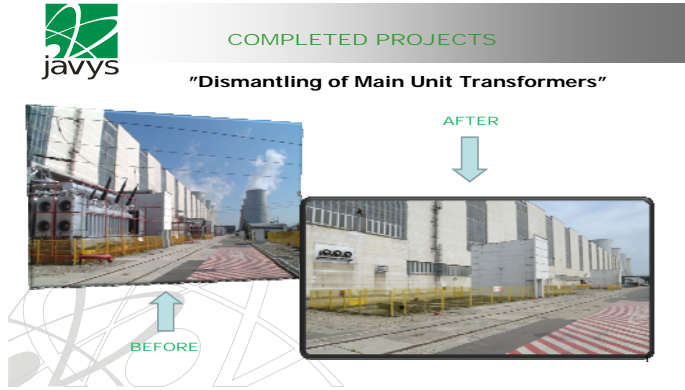
- 廢棄物處理中心
- 用過核子燃料濕式中期貯存
- 廢液的最終處理
- 在 Mochovce 建置國有近地表低放射性廢棄物最終處置場

其實斯洛伐克政府在2006年透過立法成立核能基金，主要是著眼於核電廠設施除役工作，以及低放射性廢棄物及用過核子燃料之管理。此基金的收入管理委由核能後端循環機構辦理。並在2010年透過立法，而在電力銷售中課徵特殊稅，自2011年1月開始實施，其在電費帳單中一併收取，斯洛伐克是執行此項稅收方法的第1個國家。

在除役第1階段裡，主要的工作包括一次回路的除污、非放射性設備及建築物的拆除、放射性廢棄物管理、物質外釋、既有廢棄物的處理、監測等，在所規劃的除役工作裡，共分成四類，第1類屬於廠內系統的修改；第2類屬於除役文件的管理；第3類屬於放射性廢棄物的處理與處置；第4類屬於拆除作業。如以計畫面言之，除役工作共可區分成三面向，第1項是主管機關核准同意部分；第2項是除役工作推動作業須採購的部分；第3項是執行的部分。

截至目前為止，已完成的子計畫計有26項，正執行中的有15項，在採購中預備執行的有14項，而規畫中的子計畫有12項。目前已取得主管機關15項的許可。在已完成的子計畫裡，臚列部分照片如下：

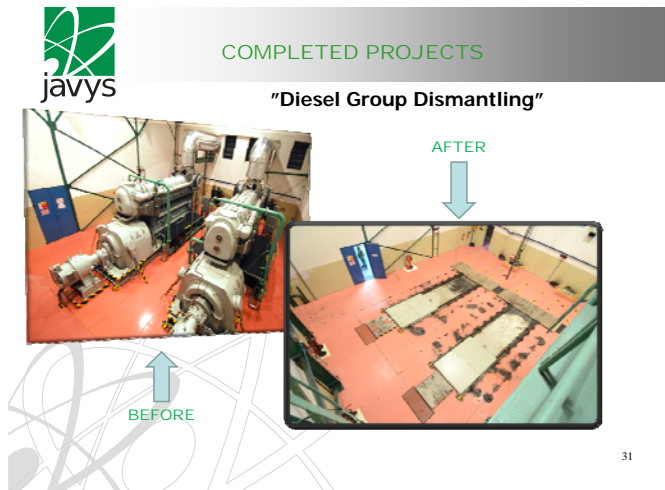
- 主變壓器的拆除



- 渦輪機房保溫材拆除



- 柴油發電機拆除



- 緩衝貯存空間調整



PROJECTS under IMPLEMENTATION

"Conditioning of Buffer Storage Areas"  
(BIDSF project C16.1)

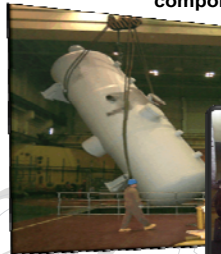


- 一回路大型組件拆除



PROJECTS under DEVELOPMENT

"Dismantling of Large-sized Primary Circuit  
components" (BIDSF Project D4.2)



隨著除役工作的推動，與Bohunice V1核電廠的除役策略之相關文件應配合辦理修訂的，如下說明：

- 除役概念規劃書
- 除役環評報告書
- 第1階段除役規劃及其他技術文件
- 除役資料庫
- 除役策略報告書
- 除役成本
- 在斯洛伐克核能和平用途後端循環策略報告書
- JAVYS 廣泛性策略，如放射性廢棄物及用過核子燃料管理

根據該除役策略，所可能產生的廢棄物預估如下：

一回路系統：拆除設備229,000噸，放射性廢棄物量7,000噸。

二回路系統：拆除設備486,000噸，放射性廢棄物量0噸。

針對除役成本之估列，合計約1141百萬歐元，分列如下：

直接除役成本：868百萬歐元

由於不成熟停機所遭致的成本：273百萬歐元

#### 4.BR3 核電廠除役

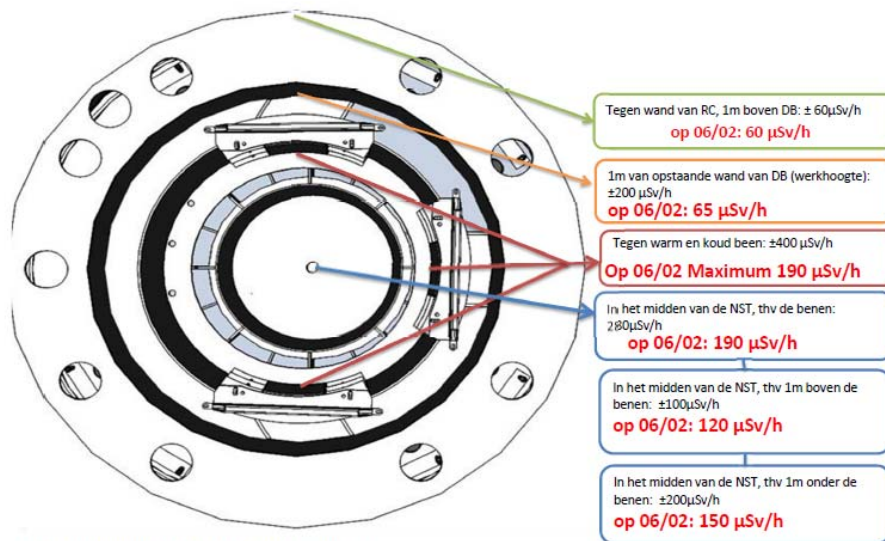
BR3核電廠是一發電量10.5MWe之小型壓水式反應器，運轉時間自1962年至1987年，在歐洲第1部壓水式反應器進行除役。

##### (1)背景說明

1991 年進行一回路全系統除污工作，1994~1995 年間移除反應器外部結構，1998~2000 年間切割反應壓力容器，2002 年移除燃料，2002~2003 年蒸汽產生器進行除污工作，接著於 2005 年切割蒸汽產生器，2007 年開始執行中子屏蔽槽的切割工作(至今仍進行中)，2008 年移除煙囪。

##### (2)現況說明

自 2012 年至 2013 年間進行的除役工作，主要是在反應器廠房內的中子屏蔽槽，作業包括錯綜複雜的碳鋼焊接結構，材料厚度 20 mm – 170 mm – 305 mm，輻射劑量率達 52mGy/hr，採取先以遙控方式移除 MLW 組件部分，再以人工拆除剩下部分，上次 TAG53 會議中主要是報告中子屏蔽槽之固定環的拆除，本次簡報重點是進行至 MLW 組件全數移除，輻射劑量由原本的 52 mGy/hr 降低至 120-180  $\mu\text{Gy/hr}$ ，甚至槽底部降至 80  $\mu\text{Gy/hr}$ ，詳下圖，並對所擬定下一拆除工作策略之確認。



Gemeten op 22/11/2012 door Peter Mutert (mbv Automes en Teletector)  
Gemeten op 06/02/2013 door Wilfried Smolders

本項拆除切割採用由兩名工作人員在架設平台上以氧乙炔電弧切割方式進行，預估持續切割時間約 45 分鐘左右。事先準備工作的項目設備包括通風設備(含火星捕捉器、粉塵過濾器及 HEPA 過濾器 4000<sup>3</sup>/h)，工作人員在侷限空間安全工作需要之監視設備、全面式面罩並提供供氣及過濾單元、除 2 個人在侷限空間工作外，另派 1 人在外面戒備待命。

實際切割結果如下：

- 切割總長度 50 m
- 切割之金屬厚度 20-65mm
- 切割之總片數 5 片

- 切割次數 4 次，每次約 1.5 小時
- 接觸劑量率 120  $\mu\text{Gy/hr}$
- 可移除的污染值
  - 25000  $\text{Bq/dm}^2$  ( $\beta/\gamma$ )
  - 200  $\text{Bq/dm}^2$  ( $\alpha$ )
- 平均活度 30Bq/g Co-60
- 切割片固定在具有底盤及封蓋焊接之容器內，便於運輸
- 運輸目的是為了熔融
- 集體劑量
  - 1.2 人毫西弗(切割活動)
  - 2 人毫西弗(包括準備及清理之活動)

現階段除了固定環之拆除作業外，還有西門子栓塞的拆除作業，這項作業需要降低原有工作平台以方便輔助工具之施工，空間劑量在工作人員之工作區域內平均約在 120  $\mu\text{Gy/hr}$ ，但最大劑量率在管路中段位置約 1.3  $\text{mGy/hr}$ ，擬計畫控制人員集體劑量在 370 人微西弗以內。

## 5. Brunsbittel KKB 核電廠

位於北德的 Brunsbittel KKB 核電廠係在 1977 年 6 月 23 日開始運轉，屬於沸水式，發電量 806 MW，可用率 64.7%，員工人數 355 人，自 2007 年 7 月 21 日停止運轉，並於 2011 年 8 月 6 日依據法令永久停機，並由 BU 核能公司負責 Brunsbittel 核能電廠在營運後之除役計畫工作。

### (1) 背景說明

在除役概念上 KKB 核電廠採用緩衝貯存廢棄物方式，再將廢棄物送至處理中心進行處理，並在場址內設置低階及中階放射性廢棄物，最後再送至 Schacht Konrad 最終處置場。對於除役許可採用 2 階段申請方式，第 1 階段除役許可係於停止運轉後自建營運系統，在反應器廠房及機械廠房之各別區域進行拆除作業，第 2 階段係指由核能監管至外釋的改變，即在監測及控制區域內完成所有系統的拆除作業，最後是與核能法規無關的建築結構拆除作業。

KKB 核電廠在 2012 年 11 月 1 日正式提出除役許可之申請，且相關申請已公開在網路上，申請重點包括：

- 採直接拆除
- 採 2 階段許可之說明
- 退出用過核子燃料、損壞燃料棒的檢查狀態
- 電廠準備工作情形
- 廢棄物中期貯存新建築物興建可行性探討
- 新營運系統之介紹
- 承諾符合核能許可相關法令要求之說明



在申請文件經主管機關批准前，會先進行意見交換協商動作，且在申請文件中，提供作為公眾聽證會的文件包括

- 申請函
- 安全分析報告
- 環境影響評估之基本文件
- 主體描述
- 放射性廢棄物說明
- 除役監測規劃說明
- 提交之文件列冊

除此外，在申請文件中尚包括:

- 執行計畫、設施圖面與描述、以及規畫之除役計畫和步驟程序
- 許可可能附加條件或修訂之細節說明
- 環境影響評估文件
- 財務安全規劃
- 相關安全監測列冊說明
- 技術品質及專利依賴度
- 法規要求相關文件
- 操作手冊及測試手冊之適合性
- 保健物理報告

KKB 核電廠在停止運轉後之過渡期的最適安排計畫裡，包括拆除作業一般性的準備工作、營運中廢棄物的移除作業、不再使用輔助系統的停機作業、週期性檢查作業頻率的降低、變更要求的刪除、防火負荷的降低作業、降低輪班的功能與值班人員、系統除污工作準備、以及訓練資格能力。

在 BU 核能公司除役規劃裡，將整體除役管理程序(VPMM)畫分成六項連續階段，第 1 階段為計畫分析階段、第 2 階段為計畫規劃階段、第 3 階段為計畫建立階段、第 4 階段為計畫了解階段、第 5 階段為計畫遞交階段、第 6 階段為計畫結束階段。在每個階段裡，每一項決定都可能關係到計畫的執行，且關係到計畫範圍內的可能風險，進一步使成果持續減少。

## (2)現況說明

在 KKB 核電廠提出之第 1 階段除役許可的規畫裡，其關鍵里程碑如下說明:

2012 年 11 月 1 日	提交第 1 階段除役許可申請
2013 年 6 月	與管制機關就除役安全分析報告內容意見交換
2013 年 9 月	意見交換結果提交管制機關
2014 年 12 月	舉辦公眾聽證會
2017 年年中	取得第 1 階段除役許可核准同意

在第 1 階段除役文件申請許可中，2013 年亦開始進行環境影響評估工作。

向主管機關申請除役許可之官方文件已提交，整合 Vattenfall 計劃管理商用系統也已開發完成，並接近啟用階段，但現階段可能的障礙關鍵是拆除和廢棄物處理所面臨的挑戰。

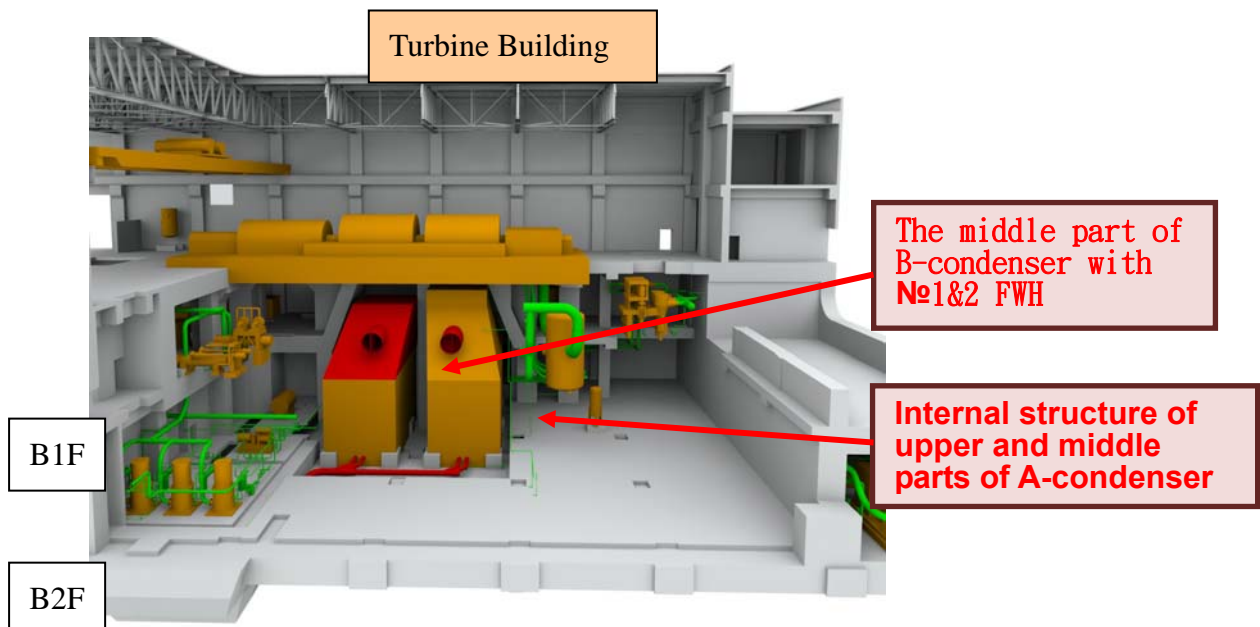
## 6.Fugen 核電廠

### (1)背景說明

Fugen 電廠係由日本原子力研究開發機構成立 FUGEN 除役工程中心負責除役之電廠，該電廠屬於重水式反應器，電力輸出功率 165MW，營運期間自 1978 年 3 月至 2003 年 3 月，規畫除役工作自 2008 年 2 月起預計進行至 2033 年。系統在 2003 年 3 月間運轉即已停止，該年 8 月燃料自爐心退出。2008 年 2 月整體計畫受到核准，不過整體計畫在 2012 年 3 月曾提修訂申報通知，除役工程中心亦在 2008 年成立。依據除役規畫之時程，在 2018 年以前，主要進行用過核子燃料及重水之移除作業，接著執行反應器冷卻系統的除污作業及週邊設施之拆除作業，預估進行到 2023 年完成，然後在最後的十年當中執行反應器之拆除作業及廠址復原等工作。

### (2)現況說明

Fugen 電廠在 2008 年至 2011 年間之拆除工作主要是在汽渦輪機廠房內，拆除部分包括 4 只大型閥、主要的蒸汽管件、編號 3、4、5 之進水加熱器、以及冷凝器進出口水室。而 2012 年的拆除作業，詳下圖，主要部分包括冷凝器 A 中段及上部之內部結構，以及具有編號 1 和 2 進水加熱器之冷凝器 B 中段部分。



至今拆除結果產生廢棄物之現況如下表。

廢棄物重量(噸)

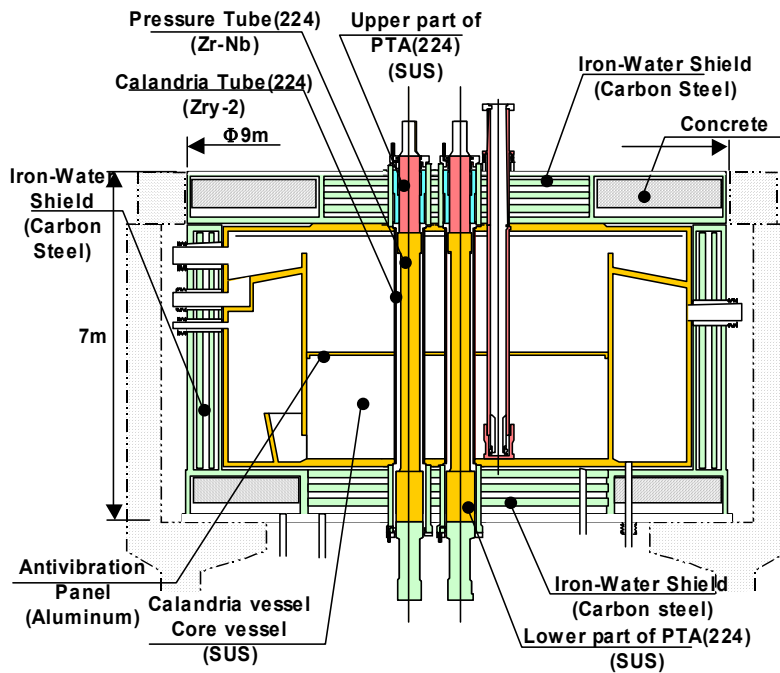
廢棄物種類	2008-2011	2012	總合
金屬	590.1	96.1	686.2
保溫材料	31.3	1.5	32.8
混凝土	30.2	8.6	38.9
總計	651.6	106.3	757.9

2012 年在電廠管制區之拆除前後工作照片對照情形如下圖所示。



反應器結構如下圖及規格如下:

- 外徑 9000mm
- 高度 7000mm
- 壓力管束 224 支，外徑 190mm，長度 9650mm
- 總重約 1000 噸
- 材料包括不銹鋼 (150mm)、碳鋼 (150mm)、Zr-Nb(4.3mm)、Zircalloy-2(1.9mm)、鋁(25mm)、混凝土等



針對反應器拆除的基本規畫步驟如下:

- ① 安裝遙控拆除機械及爐心臨時水池
- ② 第一次切割~具屏蔽結構、桶槽、採用水刀，同時進行第二次切割~採用線鋸方式。
- ③ 包裝入容器內，送出工作區
- ④ 機械及水池移除

為執行反應器拆除，也開發適當的切割方法及遙控拆除機械，並以實體模型試驗來驗證拆除之可行性。其中對於開發切割的方法，包括雷射切割(Laser cutting)、電漿切割(Plasma arc cutting)、研磨水刀切割(Abrasive water jet cutting)、線鋸切割(Band saw cutting)等。對於拆除方法之研究流程，首先是進行可行性研究，取得在空氣中及在水中之切割數據，進行比較評估各個方法之優劣，然後進入遙控拆除系統之設計、製造及操作測試，再依據測試結果修正拆除系統，最後方能用於反應器之拆除作業。例如以雷射在水中切割進行之測試為例，詳下圖之程序，所進行之測試包括雷射之條件及工作氣體之選擇兩大類，其中雷射之條件包含雷射能量、焦點之位置及長度等。而工作氣體之條件包含噴嘴之形狀、工作氣體種類(選擇空氣、氧氣及氮氣)、工作氣體流速及工作距離等。

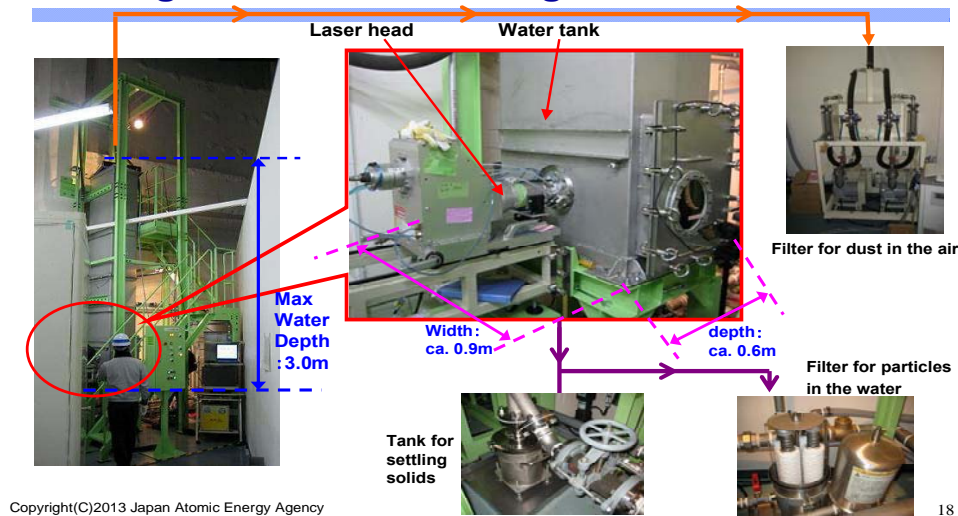
從這些切割測試結果可以得到以下之結論:

- 證實工作氣體~氧氣具有能夠幫助材料之熔融特性，但當氧氣濃度過高時，工作過程中切割會受到浮渣堵塞的干擾。
- 使用氮氣的情況，當切割速度低時，切割是成功的。
- 使用空氣之情況，沒有發現切割的缺陷。

所以依據以上之結論，空氣是比其他工作氣體較佳，因此 Fugen 電廠之除役計畫採用空氣作為實務上之應用，且也因為空氣具有低成本的優勢。



## Progress of laser cutting test in the water



18

Fugen 電廠經確認在水中以雷射切割是最為理想的方法，在未來將進一步發展該技術，譬如在水中各種切割條件下持續取得更多的數據，改進雷射切割條件使能切割更厚的金屬材質，另外，對於壓力管等雙層結構也將利用縮小雷射頭尋求切割的可行性。該技術之發展將預計自 2014 年開始進行全雷射切割系統的測試，而在 2017 年起將執行全尺寸的模擬測試，這主要是為了安全、合理的拆除真實反應器所必須的規畫工作，因為從這個測試中，可以了解所發展技術，包括雷射切割技術在內的整體規畫情形，是否可達到預期的成效。

## 7.Fukushima 核能電廠

### (1)背景說明

日本福島電廠因 2011 年 3 月 11 日之地震引起海嘯致電廠反應爐熔毀，而被迫須進行除役善後，規畫除役復原的整體路徑圖如下，並簡要說明：

#### ① 立即復原路徑

2011 年 7 月 19 日前穩定地降低輻射外釋。

2011 年 12 月 16 日前顯著降低輻射外釋及將反應器溫度穩定化。

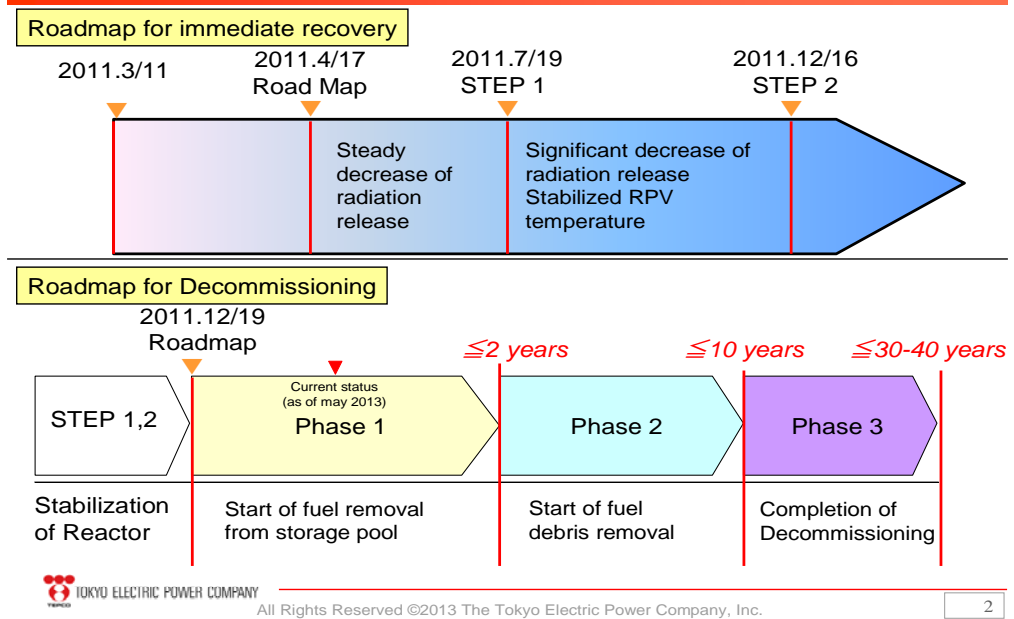
#### ② 除役路徑(分成 3 階段)

第 1 階段~2011 年 12 月以後約 2 年內的時間，將移除燃料池內所有用過核燃料。

第 2 階段~2014 年以後的 10 年間將執行燃料殘骸的移除工作。

第 3 階段~2024 年以後的 30~40 年期間將完成全廠的除役工作。

## Roadmap for Recovery and Decommissioning



### (2)現況說明

在目前除役第 1 階段內所要完成的目標如下:

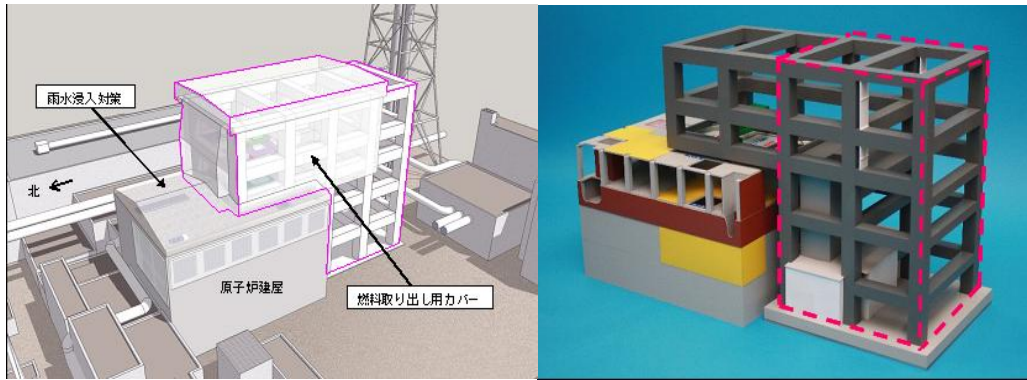
- 4 號機之用過核燃料在 2 年內自燃料池中移除。
- 由於在事故後全廠區因受所產生之放射性廢棄物額外排放影響，須設法降低輻射外釋，並維持廠界有效輻射劑量率每年小於 1 mSv 的水準。
- 改善及維持穩定的反應器冷卻。
- 著手研發燃料殘骸移除後的除污。
- 著手研發放射性廢棄物的處理及處置。

針對 4 號機之用過核燃料移除之計畫工作，包括

- 由反應器廠房頂端移除核燃料殘骸，自 2011 年 9 月 21 日進行至 2012 年 12 月止。
- 燃料移除遮蔽物及吊車之安裝，自 2012 年 4 月 17 日預計進行至 2013 年的中葉。
- 燃料移除則著手自 2013 年 12 月開始，期望在 2013 年底前能完成。

燃料移除遮蔽物規格及概念圖如下:

- 規格:主體為鋼結構並封以鋼板，高度 54m，南北向長 19m，東西向長 57m。
- 概念圖



針對反應器廠房內部存在之高輻射區域有必要減少工作區域之輻射劑量，此項工作自 2013 年第 1 季將殘骸移除後，為了降低輻射劑量之水準，將使用遙控操作方式之除污設備進行除污工作。在上述輻射劑量率降低後，將在 2013 年第 2 季使用遙控操作偵測設備執行壓力容器底部洩漏之調查工作。

## 8.Hamaoka 核能電廠

### (1)背景說明

濱岡核電廠共計有 5 部機組，原本 1 及 2 號機組預計在 2011 年更換爐心及進行耐震工程，但在 2008 年經評估所需花費不貲，突然宣布除役。此 2 部機組屬 BWR，分別為 540MW 及 840MW，第一次達到臨界是在 1974 年及 1978 年，而在 2009 年停止運轉。日本濱岡核電廠(Hamaoka Nuclear Power Station)自日本 2011 年 311 福島地震引發海嘯導致福島電廠之核災事故後，為避免未來受海嘯衝擊，經檢討後興建及改善措施如下：

- 興建了高於海拔 22m(原海拔高 18m，增建 4m)之海嘯牆，總長度達 1.6km，另在海水取水口處興建 4m 高的擋水牆，此項工程在 2012 年 12 月底完成。
- 為避免在海嘯發生後電力供應中斷之危機，特別在海拔 40m 高處興建緊急氣渦輪機廠房及緊急電力供應建築物。
- 在海拔 30m 高處興建生水池，貯存水量達 9000 m<sup>3</sup>，作為缺水時備用。
- 著手發展更容易更精準的海嘯偵測系統。此系統將利用三種方法，第一種是利用聲波雷達，此法藉由觀察周遭海域之海水波動的流速及方向，所採用的雷達規格是 VHF 頻率在 30MHz~300MHz 間，唯偵測範圍限制在 70km 內，本項實施日期自 2013 年 3 月 5 日開始。第二種是利用高敏感相機，此法直接觀察海平面變化情形，本項措施正在研究中，初步認為監測之限制在 10km 至 27km 內。第三種是利用 GPS 深海記錄器，此法係直接觀察海水高度。

### (2)現況說明

針對濱岡電廠 1、2 號機組的除役工作共分成四個階段

第 1 階段:從 2008 年開始至 2013 年間的準備工作，在這階段裡，進行了

核燃料的移除工作、系統的除污工作、廠址特性污染調查工作，以及提報除役計畫供主管機關審查核准。其中對於核燃料的移除工作，包括運輸及傳送核燃料，亦即將所有的用過燃料移出燃料池外，經由特殊的運送容器盛裝後送至濱岡電廠 5 號機的燃料池中，而新的燃料則從貯存庫送至再處理設施去。針對系統除污作業部分，則利用化學藥劑打入管件及容器內壁系統進行除污，經數次再循環來移除放射性物質，此法主要用於再循環系統、反應器水清理(Clean-Up)系統、剩餘熱移除系統和反應壓力容器等。截至目前為止，除反應壓力容器外，其餘皆已完成系統除污工作。另對於廠址特性污染狀態調查之工作，即對所使用設施目前污染狀態之偵測，由這偵測結果用來決定拆除之時機、構思拆除之方法、估算拆除廢棄物量及評估安全貯存之週期，以及建立放射性廢棄物資料庫作為發展最終處置方式的依據。

第 2 階段:從 2013 年中葉開始執行反應器區域週邊設施之移除及拆除作業，此階段預計進行至 2023 年，包括安全的貯存、反應器區域週圍設施拆除、以及放射性廢棄物處理設施及貯存庫安裝等作業。針對拆除及移除反應器周邊設施，在此區域具低微輻射量，如汽機廠房反應器冷卻設施等。為符合規定，安裝低放射性廢棄物之處置設施是必要的，濱岡電廠的作法是先進行切割，並將廢棄物裝入圓柱型容器中，然後進行地下處置。

第 3 階段:規畫從 2023 年起至 2028 年止，將執行反應器區域之移除及拆除作業，在此階段將除役產生的放射性廢棄物送至最終處置場。此區域包括具較高輻射的反應壓力容器及環繞容器的輻射屏蔽等設施。

第 4 階段:規畫從 2028 年開始至 2033 年止，將進行建築結構物的移除及拆除作業。在建築結構物內的放射性物質移除後，將利用刮除或其他類似方法將建築物內壁上所殘留的放射性物質去除。亦即所有放射性物質確認全數移除後，建築結構物將被拆除及移除。

濱岡電廠經廠址輻射特性調查後，預估 1 及 2 號機所產生的廢棄物總量約 48 萬噸，廢棄物在除役階段內將會進行合理的分類和適當的處理，其中低放射性廢棄物量約佔 3%，即 1 萬 7 千噸，當然放射性廢棄物亦根據其種類及輻射量再細分，作為最終處置之依據。而非放射性廢棄物(估計約 44 萬 2 千噸)或不須視為放射性廢棄物之廢棄物(即符合外釋標準估計約 2 萬 5 千噸)總量約共佔 97%，即 46 萬 7 千噸。此部分廢棄物作為再循環利用或送至工業廢棄物之處置場。

針對 1 萬 7 千噸的放射性廢棄物，根據輻射劑量率可將之歸為 3 類。第 1 類是相對高輻射劑量率(簡稱 L1)的廢棄物約有 200 噸，包括爐心內部結構之護套、護套平台..等，此類廢棄物須採深層處置方式。第 2 類屬相對低輻射劑量率(簡稱 L2)的廢棄物約有 2200 噸，包括爐心內部結構之蒸汽乾燥器、蒸汽分離器，以及再循環泵與反應器清理水泵組件等，此類廢棄物須採近地表混凝土窖方式處置。第 3 類為極低微輻射劑量率(簡稱 L3)



的廢棄物約有 14000 噸，包括主蒸汽管件、進水管件、渦輪機組件及其他金屬與混凝土等，此類廢棄物採用無須人工結構物之近地表處置即可。濱岡電廠對於除役費用也作了估算，詳如下表：

(百萬美元)

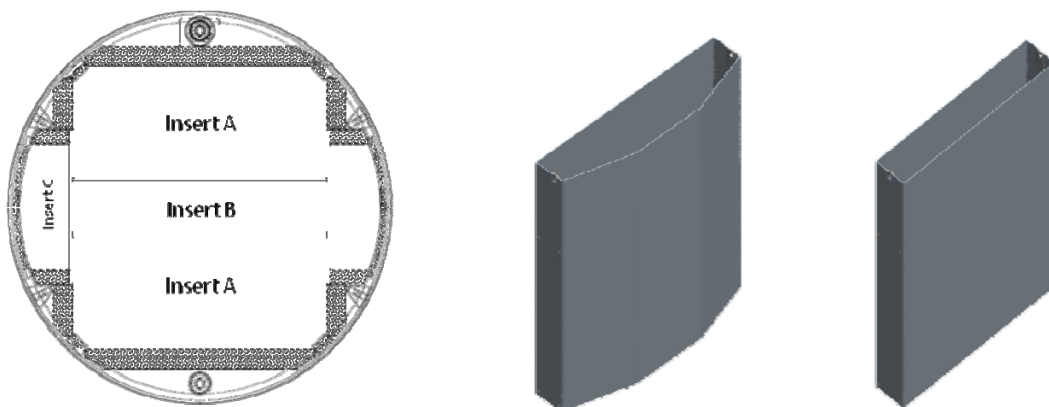
項目	估計	
	1 號機	2 號機
設施拆除	250	300
拆除廢棄物處置	130	160
總計	380	460

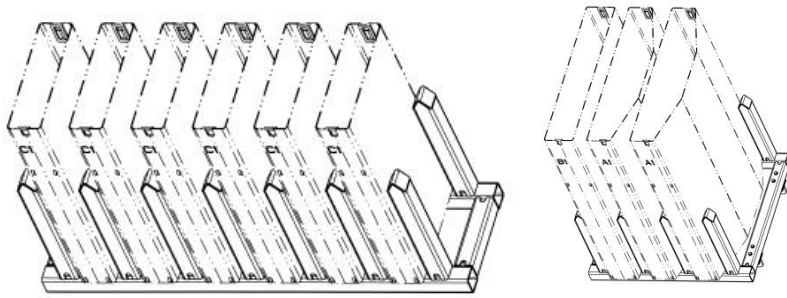
### 9. Jose Cabrera 核能電廠

Jose Cabrera 核能電廠是西班牙第一座除役之核電廠，其最終目標是將場址完全復原，控制風險最好的方法就是拆除。Jose Cabrera 核能電廠屬於西屋一回路 PWR 型，發電量 160MW，以  $UO_2$  為燃料，控制棒有 17 束，反應容器直徑 2.82m、高度 5.87m。對於反應器的拆除工作，概分成 5 個階段。第 1 是準備階段，是移除燃料及拆除前的準備工作。第 2 階段是模擬整個活動。第 3 階段是拆除反應器相關組件。第 4 階段是輔助性清理及拆卸等設備之移除。第 5 階段是環境復原。目前除役工作進行到第 3 階段約執行 45%，主要是利用線鋸作為切割反應壓力容器的工具，進行至今在爐心頂部遭遇一困難切割區域，該金屬物質硬度似乎比預期在相同時間切割所花時間更久，且垂直切割比水平切割來得容易。為此，經檢討後，實施以下的改善措施。

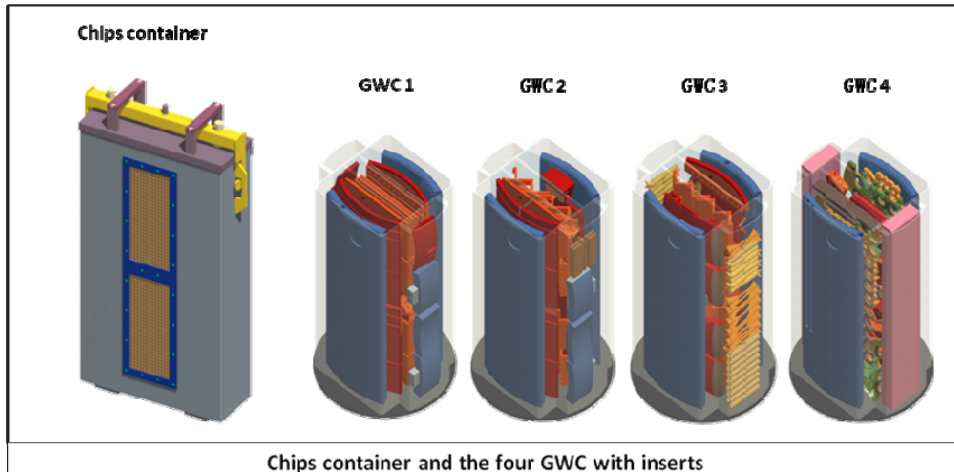
- ①降低線鋸之速度
- ②改變線鋸葉片的方向
- ③考量使用 3 種葉片切割
- ④縮短切割的間距
- ⑤水平切割採碟鋸方式

為使反應壓力容器切割後，可以使用很適當的密封鋼筒盛裝，而開發適當容器，詳下圖、壓力容器剖面，將其規畫成 3 種形狀





將切割後產生之廢棄物以 4 種容器(4 GWC)盛裝，如下圖。



本計畫未來之規畫情形

- 開始蒸氣產生器之拆除
- 納入 GWC 高安全性容器
- 焦點專注在反應壓力容器的切割討論會上
- 放射性廢棄物之處理及新建建築物

## 10.KRR 1&2 研究用反應器

(1)背景資料:

韓國 KRR-1 及 KRR-2 屬於研究型反應器，分別在 1962 年及 1972 年建造，在 1995 年時兩座反應器皆停止運轉。兩座研究型反應器及相關數據，詳下圖表:



KRR-1

KRR-2

反應器型式	TRIGA Mark-II (KRR-1)	TRIGA Mark-III (KRR-2)
總操作時間 (Hours)	36,000	55,000
總發電量 (MWh)	3,700	69,000
最大中子通量 (n/cm <sup>2</sup> :sec)	1 × 10 <sup>13</sup>	7 × 10 <sup>13</sup>
燃料	20%, U	70%, U
緩衝冷卻劑	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O
反射體	graphite	H <sub>2</sub> O
控制棒	B <sub>4</sub> C	B <sub>4</sub> C

## (2)現況說明

韓國 KRR1 拆除的順序說明如下:

反應器槽管件 ⇒ 轉子 ⇒ 管柱 ⇒ 反應爐心燃料束 ⇒ 反應器槽鋁板內襯 ⇒ 鋼屏蔽 ⇒ 放射性混凝土屏蔽。

現已進行到反應爐心燃料束之拆除相關工作，先行針對反應爐心及反射體結構固定之蛇腹及螺栓拆除，然後是控制棒之頂蓋、上下格柵網及橫樑等結構組件。至於反射體之拆除，則先將爐心送至特製容器內，接著以輪鋸手工方式切除反射體之外殼，取出反射體內之石墨貯存之，然後再將反射體之外殼切割貯存。

對於反應器槽鋁板內襯構件之拆除工作，則採用輪鋸方式進行切割，此項工作是整個系統較簡易完成的部分。至於鋼屏蔽因隨著與射源間距離之拉遠而存在不等的污染程度，經事先量測結果顯示最高活度達 8.05 Bq/g。拆除混凝土牆之徑向最深處達 50cm，切線方向拆除之最深處達 20cm 處。經統計重要工作項目之個人及集體劑量情形，如下表。其中最大個人暴露劑量為 1.36mSv，仍較 ICRP 所建議之標準年劑量 20mSv/y 為低。

項目	個人劑量( $\mu\text{Sv}$ )	集體劑量( $\text{mSv}$ )	人數	工作天數	備註
反應器槽	11 ~ 217	0.70	5	20	遙控拆除
熱管	6 ~ 644	2.76	7	25	人工拆除
爐心組件	7 ~ 364	2.13	8	10	
反應器槽內襯	39 ~ 131	0.66	7	12	

從 KRR-1 及 KRR-2 拆除之混凝土調查期 $\gamma$ 活度之比較來看，  
KRR-1:Eu-152(90.7%)、Co-60(6.3%)。

KRR-2:Co-60(64.4%)、Eu-152(32.2%)。

化學組成與其他核種都在評估值以下。

場址及建物偵測最後的狀態:

本設施除役的目標是將場址及建築物在移除所有放射性物質後能變成不受限制的使用，且最後狀態偵測結果報告(FSSR)將會在 KRR-1 除役完成後提報管制機關。對於場址外釋準則方面，IAEA 規定  $10 \sim 300 \mu\text{Sv/y}$ ，US NRC 規定  $250 \mu\text{Sv/y}$ ，而 US EPA 則規定  $150 \mu\text{Sv/y}$ ，但本場址之外釋標準則定在  $100 \mu\text{Sv/y}$ ，比前述之外釋標準值更低。污染值之場址外釋標準則定在 Co-60  $6.5 \times 10^{-2} \text{ Bq/g}$ 、Cs-137  $2.5 \times 10^{-1} \text{ Bq/g}$ ，另外也規定建築物的污染拭跡外釋標準 Co-60  $5.18 \times 10^{-3} \text{ dpm}/100\text{cm}^2$ 、Cs-137  $1.18 \times 10^{-4} \text{ dpm}/100\text{cm}^2$ 。

為嚴謹執行外釋計畫場址復原工作，訂定偵測設計，即採用所需樣品數之統計測試，場址方面每一調查單元取 14 樣品數，建築物方面每一調查單元取 15 樣品數。依此規範污染土壤被移除達  $16 \text{ m}^3$ ，殘留的污染值 Co-60  $< 0.02 \text{ Bq/g}$ 、Cs-137  $< 0.03 \text{ Bq/g}$ 。分述如下:

- 場址現況調查結果已無熱點被偵測到，殘留的放射性活度如下表

	Co-60 (Bq/g)	Cs-137 (Bq/g)
平均	6.26E-3	1.20E-2
最大活度樣品	3.89E-2	3.59E-2
外釋基準	6.50E-2	2.50E-1

- 建築物調查以全面調查方式進行，殘留的放射性活度如下表

	Room132	Room133	Room134	Room137
平均	19.1	18.7	19.4	19.8
最大活度樣品	20.3	19.4	20.3	20.7
外釋基準	27.7			

備註:數據以 $\beta$ , cps 計數

為執行污染偵測調查，特發展污染路圖及即時測量技術，以獲得場址復原之最適化，重點說明如下：

- 合併地理統計及 MARSSIM 發展最適的評估方法
- 發展廣域即時污染路圖系統(採用有 NaI, GPS, WiFi 及相關軟體)
- 發展一套目視樣品設計程序軟體(VSDP Software)

由拆除 KRR-2 反應器產生的放射性廢棄物量，共計 347 只 200L 桶、64 只 4m<sup>3</sup> 桶及 6 只密封鋼桶，如以 200L 桶換算共計約 1460 只。由於不足夠的預算及有限的除役經驗，導致廢棄物量較預期多，其實以簡單的分類處理後應可降低廢棄物桶數。最後經分類處理及部分符合外釋標準取得管制機關核准同意後外釋，擬作為放射性廢棄物送至最終處置場之廢棄物量如下表：

廢棄物種類	減容比
廢土 (179 桶)	32 vol%
廢混凝土 (794 桶)	57 vol%
金屬 (187 桶)	58 vol%

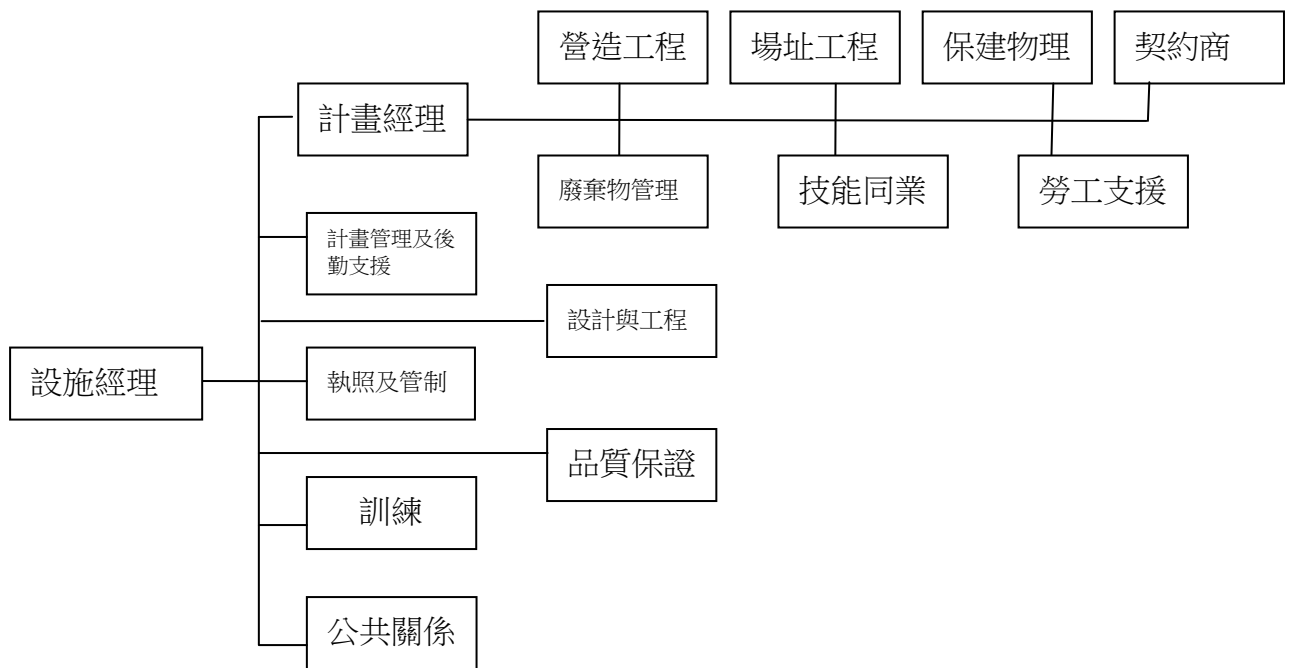
備註:以 200L 桶計算

由拆除 KRR-1 反應器產生的放射性廢棄物量，共計 54 只 200L 桶、2 只 4m<sup>3</sup> 桶及 1 只密封鋼桶，如以 200L 桶換算共計約 89 只。外釋的廢棄物量達 9 噸，其中混凝土 6.5 噸、金屬 2.5 噸。原本預估在完成除役後廢棄物量約 210 只(其中含混凝土 150 只)

## 11.Studsvik

瑞典 Studsvik 所有除役工作，因尚未展開，僅對組織架構作介紹。根據其所出版之除役手冊(TLG-ISDC/Yellow book)針對 supervisor 及 manager 之定義，做了區分，以美國式的分法 1 個 supervisor 約帶領 5-10 個技術人員，而一個 manager 則約帶領 3-5 個 supervisor。

Studsvik 提出健全的除役組織架構如下：



反應器及相連結系統之拆除工作原本計畫在 2009 年開始進行，但由於其他計畫的優先性，以及歐盟委員會 Article-37 報告之延誤，使得整個除役計畫延後執行，從 2009 年秋天至 2012 年間，焦點就放在反應器除役前的準備作業，反應器核設施執照及在此反應器之所有工作人員分別在 2010 年 12 月 16 日與 2011 年 1 月轉移至另一核設施。而主要的放射性調查從 2010 年持續進行至 2013 年，目前正重新進行除役規劃，並預計在 2014 年能開始執行。

## 12. 加拿大 Whiteshell 研究實驗室除役計劃

- (1) Whiteshell 研究實驗室擁有 60MW 利用有機液冷卻之研究型反應器(運轉期間自 1965 至 1985 年)，以及熱室、加速器與放射化學實驗室等多項核設施，主要提供反應器安全研究、小型反應器研發、燃料研發以及生物物理與輻射技術應用等。
- (2) Whiteshell 研究實驗室為加拿大首次的核設施除役活動，場址於 1996 年關閉，1997 年除役專案開始，1999 年除役計劃核定，2002 年通過環境影響評估，2003 年核發除役執照。目前已進入除役拆除(D&D)階段，近期完成的工作有 Building 300 之第七階放射性通風排氣設施，以及銻 污泥池開挖。
- (3) 採用與美國 AMEC 公司合作之土壤快速篩檢分類系統，可即時將現場開挖產生的廢土迅速篩檢，依放射性強度高低加以分流，區隔成可符合外釋標準之廢棄物或待進一步處理之放射性廢棄物。此系統可提升線上作業效率及有效減少放射性廢棄物產量，非常具有參考價值。

### 3.2 核燃料設施除役簡報重點摘要

#### 1. 法國 Cadarache 核能研究中心廢棄物儲存設施清除

1963 年設置廢棄物儲存區，1969 年增設實驗性質廢棄物儲存壕溝，並自 1983 年起轉型為中期儲存設施。經歷長達約 40 年運轉後，研究中心針對長年堆積廢棄物開始進行清理作業，最終將拆除廢棄物儲存設施。

現階段進行 100 m<sup>3</sup> 低階放射性廢棄物清除作業，計畫經費 1000 萬歐元，2011 年 12 月開始第一批廢棄物清除並完成相關測試，並於 2012 年間完成銻質量評估準確性提升之輔助試驗。設置銻質量量測系統之目的在於(1)選定處理程序(2)控制臨界狀態(3)廢棄物處理前的特性調查鑑定。

#### 2. 歐盟委員會所屬義大利 ISPRA 核能除役機構長年堆積廢棄物清理計畫

##### (1)中低階廢棄物與廢渣清理計畫

本計畫目標係將長年堆積之中低階廢棄物(0.18 m<sup>3</sup>)與廢渣(90 m<sup>3</sup>)做最終處置前之整合調理，主要挑戰在於中低階廢棄物之移動、取樣與化學與放射性之特性調查，以及中低階廢棄物與廢渣混合處理之可行性。目前已將 200 桶以及 L1 桶槽內 45 m<sup>3</sup> 廢渣移至新設桶槽區，並已完成取樣與特性調查。下一階段將進行中低階廢棄物與廢渣混合處理之可行性研究，並向義大利安全管制機關申請操作許可後擬以水泥固化方式處理。

##### (2)Roman Pits 儲存井廢棄物清理計畫

Roman Pits 儲存井建於 1965 至 1978 年間，提供短半衰期低階及中階固體廢棄物地表淺層之長期儲存，95%廢棄物來自於 Ispra-1 反應器不銹鋼材質放射性實驗設備，總體積 135 m<sup>3</sup>，其中 67 m<sup>3</sup> 為水泥基座。本計畫目標係將儲存於 Roman Pits 儲存井內之大型混凝土結構體移出，並加以進一步適當整理。而主要挑戰在於將儲存於地下之大型混凝土結構體移出、處理可能受到污染之水與泥土，以及混凝土結構中低能量  $\beta/\gamma$  放射性物質之特性調查工作，目前處於除役拆除之前置作業階段。

##### (3)瀝青固化桶清理計畫

瀝青固化桶產生於 1966~1988 年間，總體積 1230 m<sup>3</sup>，儲存於地面下約 50 公分。本計畫目標係將瀝青固化桶移除並予適當處理，主要挑戰在於瀝青固化桶放射性特性調查與處理，及處理可能受到污染之泥土，以及廢棄物調合整理以便於中期儲存與最終處置。目前計畫進度主要是移除設施之設計已完成並進行發包作業中，固化桶處理器材準備作業正進行中，預定 2015 年 5 月進行現場施工。

#### 3. 比利時 Eurochemic 核燃料再處理廠除役計畫

Eurochemic 核燃料再處理主廠房長 80 m，寬 27 m，高 30 m，混凝土結構體表面積 55,000 m<sup>2</sup>，體積 12,500 m<sup>3</sup>，金屬物件 1,500 噸，共 7 層樓，106

格室(cell)結構。Eurochemic 核燃料再處理作業於 1968 年開始，1974 年結束，1976 年由比利時政府接管，1989 年開始進行除役，2008 年完成第一階段工作並開始進行拆除作業。目前再處理主廠房中央結構體的部份已拆除完成，西邊廠房結構體穿越管線已拆除，廢棄物外釋量測作業仍在進行中。

#### 4. 日本 Ningyo-Toge 環境工程中心核燃料提煉轉化及濃縮廠除役計畫

由 JAEA(Japan Atomic Energy Agency)負責主導 Ningyo-Toge 環境工程中心所屬之核燃料提煉轉化廠及核燃料濃縮廠之除役計畫，核燃料提煉轉化廠於 2013 年進行通風系統與附屬廠房之拆解移除並持續進行中，並將腐蝕的舊儲存桶重新包裝，除了將氟化物中間物質移除外，並在內部增加 Teflon 材質內桶。核燃料濃縮廠須得到監管單位核發許可執照才可進行除役，擬規劃進行金屬廢棄物外釋作業，目前核燃料提煉轉化廠現階段作業僅針對金屬鋁(約 610 噸)設備物件之外釋。

2013 年 1 月於核燃料提煉轉化廠非輻射管制區發生含有核燃料元素之鹼性溶液洩漏事件，造成核燃料提煉轉化廠及核燃料濃縮廠除役拆除進度延宕約 4 個月時間。

#### 5. 法國 Marcoule UP1 燃料再處理廠除役計畫

法國 Marcoule UP1 燃料再處理廠自 1958 年開始營運，主要處理國防用鈾元素製造反應爐之用過核燃料，1996 年由 EdF，CEA 及 AREVA 組成 CODEM 結盟組織，1997 年終止運轉，2004 年 CODEM 解體並由 CEA 主持除役計畫。

除役計畫目前進度為調查研究階段，主要針對大型組件如蒸發器，溶解器，以及用過核燃料儲槽之除役拆解尋求最佳方法與流程，同時須兼顧反應度控制之安全管理。2016-2018 年將進行除役安全再評估，預計 2016 年之後執行設備拆解作業。

### 3.3 新會員申請

為因應民國107年核一廠即將面臨之除役，本公司擬申請加入CPD計畫，期望經由實務經驗及工法之學習，強化本公司除役管理與技術能力。本次TAG會議由核後端處蕭向志組長及核一廠丁宇課長代表公司，以觀察員身分出席會議，並由核一廠丁宇課長於會議中簡報本公司金山核能電廠除役作業規劃(簡報檔案詳如附件一)。簡報完畢後並對在座會員代表之提問，逐一詳實回答。主席隨即針對是否同意本公司金山電廠除役計畫加入CPD計畫進行舉手表決，結果以10票對2票之投票結果獲得階段性通過，將提送預定於今年11月在巴黎舉行之管理委員會會議(MB Meeting)上正式審查討論。

### 3.4 專題報告

JAEA 報告 “福島電廠事故後廠界外環境復原計畫”



#### (1) 廠外環境輻射監測及分佈界定

當日本福島電廠事故發生後，JAEA 啟動緊急應變計畫，針對電廠外部的區域，利用各種飛行工具進行環境輻射監測，包括承載碘化鈉偵檢器之飛機，以時速約 150 公里/小時在距離地面約 300 公尺進行空中監測，再將監測數值進一步轉換為地面輻射劑量率以及表面污染活度。同時也利用無人駕駛直昇機，針對福島電廠外圍半徑 3 公里內的森林以及農業區域進行環境輻射監測。除空中偵測外，對於土壤表面核種的沉積情形，進行大範圍採集超過 10,000 個土壤樣品進行分析，最後將監測結果彙整為大範圍區域輻射強度分佈圖，並以不同顏色做區別。輻射強度分佈調查結果發現，福島電廠西北方向的區域為高度污染之區域。

#### (2) 除污清理與復原工作

日本政府提供除污清理所需經費以及技術支援，20 mSv/yr 以上區域由國家政府負責除污，20 mSv/yr 以下區域則由地方縣市政府負責執行，未來目標希望將 20 至 100 mSv/yr 區域降低至 20 mSv/yr 以下，1 至 20 mSv/yr 區域降低至 1mSv/yr 以下。JAEA 負責執行福島電廠外環境區域前導除污清理，依輻射強度高低劃分為長期不適居住之紅色區域(>50 mSv/yr)，禁止居住之黃色區域(20- 50 mSv/yr)，以及可居住之綠色區域(<20mSv/yr)。自 2011 年 6 月至 2012 年 8 月間空氣中輻射劑量率降低程度超過 30%以上，物質輻射衰變率為 25%。先期除污計畫的成果充分反映在後續的大規模地區性除污清理計畫，目前正由中央政府環境部協同地方縣市政府持續進行中。

### 3.5 參訪觀摩德國EWN公司Greifswald核電廠除役作業

5 月 16 日在本次 TAG 會議主辦的德國 EWN 公司帶領下，參訪 EWN 公司 Greifswald 核電廠觀摩除役作業。位於德國東北部的格賴夫斯瓦爾德核電廠除役是世界上最大的核電廠除役計畫。格賴夫斯瓦爾德核電廠的除役和北方中期貯存庫(Interim Storage North, ISN)的營運，過程已持續將近 20 年。該北方中期貯存庫之規模足供除役期間所有機組產生之放射性廢棄物的存放量。

造成格賴夫斯瓦爾德核電廠的關閉，是由於西德核能安全署專家對於該電廠安全設計上發現重大缺失的毀滅性評估報告。自從 1990 年機組停止運轉發電以來，1995 年開始展開格賴夫斯瓦爾德核電廠 5 部機組的除役計畫，時程規劃至 2015 年，總預算金額 32 億歐元。Greifswald 核電廠除役作業主要由 EWN 公司電廠人員擔任，而非採用發包委外方式。設備和組件拆除作業自 1995 年 11 月從 5 號機開始，5 號機的反應爐壓力容器僅歷經 17 天試運轉，活化污染程度最輕微，因此從 5 號機開始，2003 年 5 號機拆除完成並整件運至 ISN 存放。1 號機反應器內部活化組件的遠端遙控拆除作業自 2004 年 9 月開始，EWN 自行開發遠端遙控設備執行反應

爐內部高活度組件的切割作業。

格賴夫斯瓦爾德核電廠除役計畫所採取的對策是將污染設備經除污後，先行拆除送至北方中期貯存庫存放。參訪時貯存庫內已放置低放射性廢棄物、用過核子燃料、蒸汽產生器等拆除之設備。其中低放射性廢棄物經裝桶後存放在貨櫃中，而低放射性廢棄物貨櫃在貯存庫內堆放 5 層。另外，格賴夫斯瓦爾德核電廠規畫有除污與切割工場，除污方式包括化學除污、噴砂除污等。切割方式則採取機械式居多。對於大型組件，如蒸氣產生器等另規畫有密閉切割區域，且可從外部透視內部工作情形。在貯存庫暫存之廢棄物，會在陸續安排下送至除污與切割工場，進行後續處理。

## 肆、建議事項

### 4.1 關於本公司金山電廠參加OECD/NEA核設施除役計畫事宜

- 1.OECD/NEA 核設施除役計畫之除役技術諮詢組會議，旨在提供一個會員交流的平台，固定每年舉行 2 次，由會員輪流舉辦，每次參加會議之成員必須就該除役計畫提出自上次會議簡報內容後之最新進展的除役活動，讓與會者能參與討論與經驗分享。本公司受邀以觀察員身分參加 OECD/NEA 核設施除役合作計畫除役技術諮詢組第 54 屆會議，會議上簡報台灣核能發電現況及金山核能電廠將於 107 年永久停止運轉之除役作業前置規劃情形，雖經與會代表初步表決多數表示支持本公司以核一廠除役計畫的名義加入，但仍有少數會員著眼於本公司金山電廠除役計畫，距離真正進入除役階段仍有一段時間，現階段參加技術諮詢組會議無法對除役活動作出貢獻，認為應暫緩加入而反對。雖然獲得大部分代表同意支持，但仍須通過管理委員會理事會議正式審查核准，始能正式加入核設施除役合作計畫。
- 2.最近一次管理委員理事會議將於本年度 11 月 21-22 日在法國 Issy – les – Moulineaux 的 NEA 辦公室舉行，聯絡人 Terry 及除役技術諮詢組負責人 Dr.Ivan 強調，雖然 TAG 54 建議將核一廠的申請案提送 Management Board Meeting 討論，但並不表示管理委員理事會一定會核准同意金山電廠除役計畫之申請案，其說明主要原因係 CPD 強調各國除役經驗之交流，大會希望能有實際除役經驗較佳，因此若金山電廠預定除役時間仍在數年之後或尚有變數，自然得視與會委員對除役交流與貢獻之定義與委員投票結果而定。Terry 先生在 TAG54 會議中即表肯建議未來在管理委員會理事會議中簡報時，應進一步具體說明核一廠除役作業計畫內容，並突顯本公司金山核電廠除役計畫之獨特性，以爭取管理委員會的認同與支持。

### 4.2 關於各會員除役計畫簡報內容

- 1.本次會議中加拿大 Whiteshell 研究實驗室除役計劃簡報中提及，針對受到放射性污染廢泥土之清理作業，曾與美國 AMEC 公司合作，使用土壤快速篩檢分類系統，可即時將現場開挖產生的廢土迅速篩檢，依放射性強度高低加以分流，區隔為可符合外釋標準之廢棄物或待進一步處理之放射性廢棄物。此系統可提升線上作業效率及有效減少放射性廢棄物產量，非常值得本公司未來正式進入除役作業時參考使用。
- 2.綜合各個除役計畫簡報內容，發現有以下之共同點：
  - (1)在正式拆除前必定執行廠址輻射特性調查工作，以及全系統除污作業，以降低後續拆除作業工作人員所接受之輻射劑量。
  - (2)反應壓力容器的拆除作業必定採用遠端遙控操作切割方式，以減少工作人員所受之輻射劑量。
  - (3)大部分除役計畫採取由反應壓力容器外圍輻射劑量率較低之區域開始進

行拆除作業。

(4)大部分除役計畫會規畫興建放射性廢棄物貯存處理中心及緩衝作業區。

附件一、CPD 正式會員及參與之除役計畫

國家	除役計畫
Belgium	BR3-NPP, Eurochemic Reprocessing Plant
Canada	204A/204B Bays Chalk River, Tunney's Pasture Facility, Whiteshell Research Laboratory, Gentilly-1, NPD PHWR
Chinese Taipei	Taiwan Research Reactor
France	EL 4 Brennilis, Bugey 1, Elan IIB, AT-1 La Hague, Rapsodie (FBR) Cadarache, G2/G3 Marcoule, Saclay High-Activity Laboratories, Melusine, Phenix, ATUE, APM Marcoule, UP1 Reprocessing Plant Marcoule, Basic Nuclear Facility No 57
Germany	MZFR Karlsruhe, KNK Karlsruhe, WAK, Greifswald NPP, AVR, KKN Niederaichbach, HDR Karlstein
Italy	Garigliano NPP, ITREC U-Th reprocessing plant, Latina GCR
Japan	Fugen NPP, JPDR Tokai NPP, JRTF Tokai, Plutonium Fuel Facility, Uranium Refining/ Conversion/Enrichment Facility, Tokai 1 NPP, Hamaoka 1&2 NPP
Korea	Triga Research Reactors KRR1&2, Uranium Conversion Facility
Slovak Republic	Bohunice A1, Bohunice V1
Spain	PIMIC remediation, PIMIC D&D , Jose Cabrera NPP, Vandellos 1
Sweden	Studsvik Active Central Laboratory, Research Reactor R2/R2-0, Barsebäck NPP
United Kingdom	BNFL Co-precipitation Plant, WAGR Sellafield, B 243 Intermediate Waste Recovery
USA	Portsmouth GDP, West Valley Demo. Project, FEMP, Shippingport, EBWR, Fort St. Vrain)
EC	Legacy Waste Retrieval

附件二、TAG-54會議之詳細議程

<b>Monday 13<sup>th</sup> May</b>				
08.25		Members gather in the meeting room.		05
08.30	1	Welcome, round-table introduction, organisational announcements.		10
08.40	2	Approval of agenda		5
08.45	3	Chairman's, Co-ordinator's Remarks and Opening Business		10
08.55	4	Summary Record of TAG 53		5
	5a	Status Reports from Reactor Facilities:		
09.00		i. AVR	Norbert Hess	30
09.30		ii. Bohunice A1 NPP	Martin Macasek	30
10.00		Coffee Break		15
10.15		i. Bohunice V1 NPP	Jozef Haring	30
10.45		ii. BR3	Sven Boden	30
11.15		iii. Brunsbuttel KKB	Hermann Langer	20
11.35		iv. Fugen	Hiroshi Otani & Goro Soejima	25
12.00		Break		120
14.00		v. Fukushima NPP	Hiroshi Takada	30
14.30		vi. Hamaoka NPP	Monotori Nakagami & Kenta Kawai	30
15.00		Coffee Break		15
15.15		vii. Jose Cabrera NPP	Manuel Ondaro	35
15.50		viii. KRR 1 & 2	Jeikwon Moon	30
16.20		Adjourn		

<b>Tuesday 14<sup>th</sup> May</b>				
08.30		Assemble and announcements		10
08.40		i. Studsvik	Robert Hedvall	20
09.00		ii. Whiteshell	Craig Michaluk	30
	5b	Status Reports from Fuel Facilities:		
09.30		i. Cadarache Facility #56	Eric Gouhier	40
10.10		Coffee Break		20
10.30		ii. EC Ispra	Francesco Basile	30
11.00		iii. Eurochemic	Robert Walthery	30
11.30		iv. Uranium refining and	Noritake	30

		Conversion Facility	Sugitsue	
12.00		v. UP1	Eric Cantrel	30
12.30		Break		90
14.00	6	New Projects (status)		
		i. Chinshan NPP Unit 1 & 2 (Taipower Company, Taiwan)	Hseun Chi Hsiao & Yu Ting	30
14.30	7	Country Reports:		
		Fukushima Daiichi NPP Accident Recovery Report	Hiroshi Rindo	45
15.15		Coffee Break		15
15.30	8	Task Groups		
		i. Task Group on Nuclear Site Restoration – Progress report	Terry Benest	10
15.40	9	Future meetings of the TAG		10
		i. October 2013 – Japan <i>Dates and contact details to be confirmed</i>		
		ii. May 2014 - Sellafield		
		iii. October 2014 – Volunteer required		
15.50	10	Election of TAG Chairman		10
		a) Nomination of candidates for TAG Chairman.		
		Election for the position of TAG Chairman		
		b) Possible nomination and election for Vice-Chairman		
16.00		Adjourn		

<b>Wednesday 15th May</b>				
08.30		Assemble and announcements		10
08.40	11	Topical Session: General Project Management good practice as applied to major projects in any industry.		15
08.50		a) Invited presentations: The EWN Project Management System	To be informed	70
10.00		Coffee Break		15
		Members presentations		

10.15		i. Improving Project Delivery – AECL Whiteshell	Craig Michaluk	30
10.45		ii. Long term/lifetime Planning for decommissioning projects	Eric Gouhier	30
11.15		iii. TBA	Martin Macasek	30
11.45		b) Written Question session		60
12.45		c) Subject for Topical Session at TAG 55		10
12.55	12	Closing remarks, meeting adjourn		05
13.00		Break		90
		Free afternoon or time to allow the meeting to overrun.		

#### Thursday 16th May

08.00		Board coach at hotel, (Note: Attendees must have photographic ID – Passport etc)		45
08.45		Arrive, register etc		15
09.00		Presentations and tour of Greifswald NPP		
16.00		Board coach and return to hotel		45
16.45		Arrive at Hotel		

#### Friday 17th May

08.30		Board coach at hotel – Travel to airfield.		
11.30/ 12.00		Arrival at the airport 11:30 (12:00)		



# Decommissioning Plan for Chinshan Nuclear Power Plant

May 14, 2013  
Yu Ting  
Taiwan Power Company

## Contents

1. Electric Power Distribution in Taiwan
2. Nuclear Power Profile and Capacity of Taiwan
3. Introduction of Chinshan NPP
4. Background and regulations for Nuclear Power Plant Decommissioning in Taiwan
5. Planning and Scheduling for Chinshan NPP Decommissioning
6. Budget Resource for Decommissioning
7. Conclusion

# Electric Power Distribution in Taiwan

**2012 Taiwan Electric Power  
Installed Capacity : 40,970 MW**

### 2012 Installed Capacity Profile

<b>Hydro (Pumped Storage)</b>	<b>6.4 %</b>
<b>Renewable</b>	<b>6.8 %</b>
<b>Coal</b>	<b>27.6 %</b>
<b>Oil</b>	<b>8.0 %</b>
<b>LNG</b>	<b>37.1 %</b>
<b>Nuclear</b>	<b>12.6 %</b>
<b>Cogeneration</b>	<b>1.5 %</b>



# Nuclear Power Profile and Capacity of Taiwan



# Taipower's Nuclear Power Plants

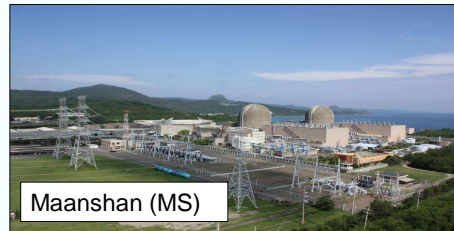
-- panoramic view --



Chinshan (CS)



Kuosheng (KS)



Maanshan (MS)



Under Construction

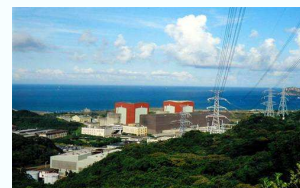
Lungmen (LM)



- Three nuclear plants with six units and 5,144MW accounting for 12.6% of total installed capacity in 2012
- Nuclear power 38.95 billion KWh accounting for 18.4% of the total electricity generated and the capacity factor 89.93% in 2012
- Lungmen Nuclear Power Plant under construction, 93.34% completed as end of 2012



Chinshan



Kuosheng



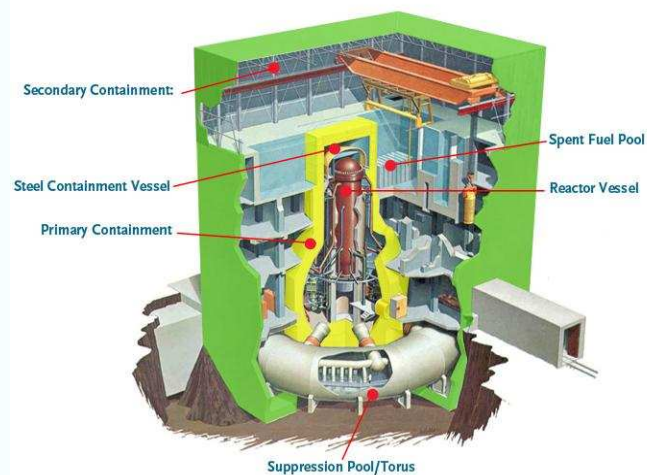
Maanshan

Plant	Unit	Installed Capacity (MW)	Commercial Operation	Reactor Type	Capacity Factor 2012
Chinshan	# 1	636	Dec 10, 1978	GE BWR	96.40%
	# 2	636	July 15, 1979	GE BWR	90.73%
Kuosheng	# 1	985	Dec 28, 1981	GE BWR	101.83%
	# 2	985	Mar 16, 1983	GE BWR	87.21%
Maanshan	# 1	951	July 27, 1984	WH PWR	87.21%
	# 2	951	May 18, 1985	WH PWR	89.61%
Lungmen	# 1	1350	Dec 15, 2011	GE ABWR	Under Construction
	# 2	1350	Dec 15, 2012	GE ABWR	Under Construction



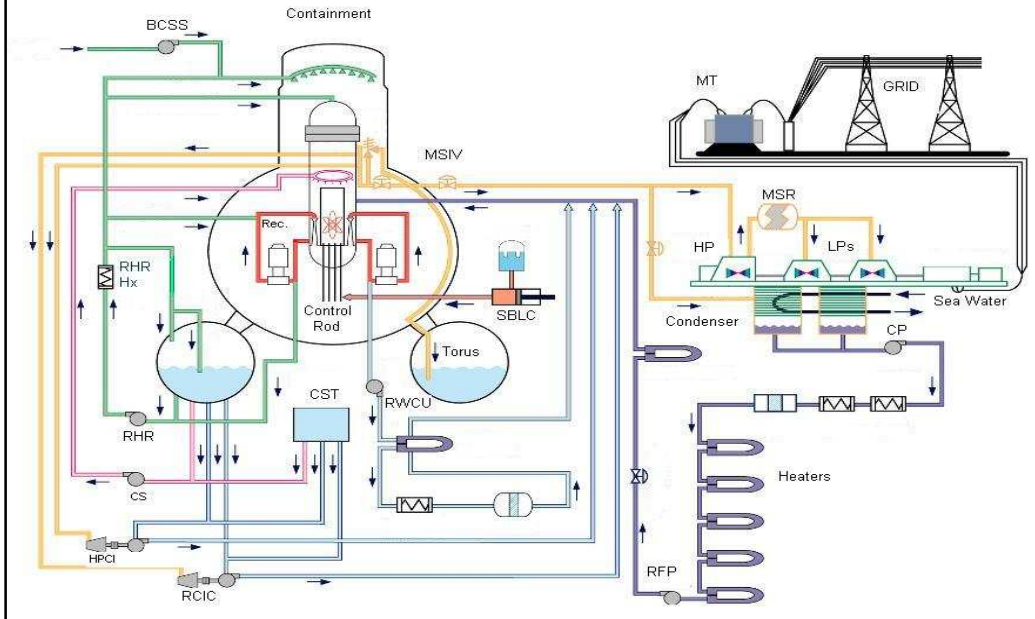
## Introduction of Chinshan NPP

BWR-4 / Mark-I Design



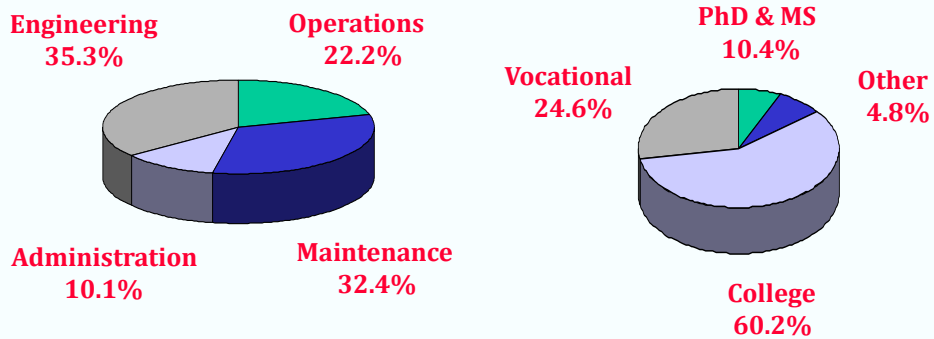
***Cutaway View of Chinshan Reactor Building***

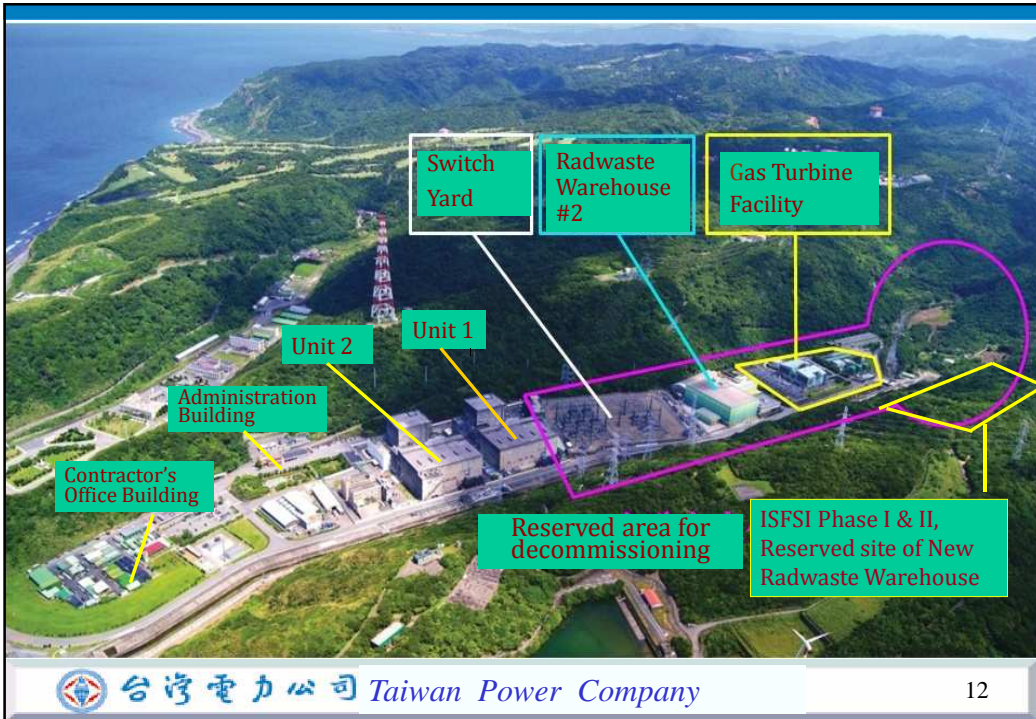
## Flow Diagram for Chinshan NPP



## Employee Background Profile

**TOTAL : 552 Employees**





- Raw Water Reservoir (100,000 tons capacity)
- Wind Turbine ( 660 kW x 6)



### Independent Spent Fuel Storage Installation of Chinshan NPP (Phase I)



- Type: NAC-UMS system
- Storage capacity:  
1680 bundles/30 Canisters
- Cold test of pre-operation:  
Nov 2012(completed)
- Hot test of pre-operation:  
Aug 2013(two canisters  
will be test-loaded)
- Operation license approval :  
April 2014





## **Background and Regulations for Nuclear Power Plant Decommissioning in Taiwan**

## **Background for Decommissioning**

- President Ma declared new national energy policy during press conference on Nov 3, 2011.
- On the premise that no power shortage, maintaining stable utility price, and reduced carbon emission have been met, the existing three nuclear power plants will be decommissioned on a steady and progressive basis.
- Taipower is urged to plan for early response and associated preparation work.

## Government Regulations

- Nuclear Reactor Facilities Regulation Act
- Enforcement Rules for the Implementation of Nuclear Reactor Facilities Regulation Act
- Guideline for Nuclear Reactor Facilities Decommissioning Planning
- Environmental Impact Assessment Act
- Standards for Determining Specific Items and Scope of Environmental Impact Assessments for Development Activities

## Regulatory Requirements for Decommissioning (1/2)

- Decommissioning of nuclear reactor facilities should be implemented by dismantlement and be completed within 25 years from issuance of decommissioning permit. Dismantled or removed equipment, structure or material, shall be stored in facilities approved by government authorities.

## Regulatory Requirements for Decommissioning (2/2)

- Taipower is required to submit decommissioning plan to the Atomic Energy Council for approval three years prior to permanent shutdown of nuclear reactors.
- Taipower is required to submit environmental impact assessment (EIA) for nuclear plant decommissioning to the Environmental Protection Administration for approval. The EIA should be able to demonstrate that the decommissioning activities comply with associated environmental laws and regulations.

## Decommissioning Plan Submittal Schedule for Operating Nuclear Plants

Nuclear Power Plant	Unit	Effective Operating License	Submittal Deadline
Chinshan	1	1978~2018	2015
	2	1979~2019	
Kuosheng	1	1981~2021	2018
	2	1983~2023	
Maanshan	1	1984~2024	2021
	2	1985~2025	

## Planning and Scheduling for Chinshan NPP Decommissioning



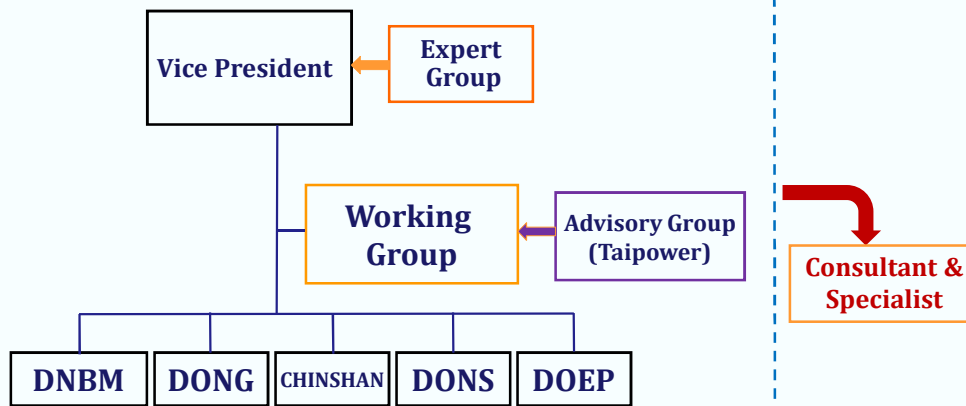
## Decommissioning Task Force

In response to the planning work for decommissioning :

- A task force at Taipower headquarters established and responsible for planning on Chinshan NPP decommissioning, led by Vice President for nuclear power operations.
- Present stage is focused on developing and preparing for the decommissioning plan and environmental impact assessment report, which are scheduled to be submitted to AEC & EPA before end of 2015.



## Chinshan Nuclear Power Plant Decommissioning Taskforce



Note: organization subject to change during execution phase

## Overall Planning and Scheduling

2012~2018 Preparation Phase	2012~2015	Study of decommissioning strategies and technologies
		Cost estimate Preliminary investigation and site radiological characterization
		Preparation of decommissioning plan (DP) and environmental impact assessment (EIA)
	2016~2018	Submittal and approval of DP and EIA
2019~2043 Execution Phase	2019~2026	Transitional operation after plant shutdown
	2027~2038	Decontamination and dismantling
	2039~2041	Final site radiation survey
	2042~2043	Site remediation and recovery

## Near Term Work Planning

- Perform estimation on radioactive waste amount to be generated during Chinshan NPP decommissioning (2010~2011)
- Collect and analyze information on nuclear power plant decommissioning projects (2012)
- Invite experienced vendors for presentation and technical exchange on nuclear facility decommissioning experience (2012)
- Join EPRI Decommissioning Program and facilitate training and benchmark trip to overseas decommissioning plants annually (2012~ )
- Propose Decommissioning Plan in accordance with Regulatory Guidance from AEC (2013~2015)
- Perform environmental impact assessment (2013~2015)
- Application for joining OECD/NEA-CPD Project (2013~ )



## Execution Phase

- Transitional operation after plant S/D (2019 ~ 2026)
  1. Removal of fuel materials from RPV to SFP
  2. Drainage and preliminary decontamination for non-SFP related facilities
  3. Installation of independent SFP zone
  4. Maintain operation of SFP
  5. Preparation for removal and transportation of RPV and large components



## Execution Phase

- Decontamination and Demolition (2027~2038)
  1. Maintain operation of SPF
  2. RPV and large components isolation and decontamination
  3. Removal and transportation of RPV and large components
  4. Decontamination and demolition of non-SPF related facilities
  5. Removal of fuel materials from SPF to dry storage facility

## Execution Phase

- Decontamination and Demolition (2027-2038)
  6. Decontamination and demolition of SPF and related systems
  7. Cleanup and removal of contaminated soil
  8. Removal and transportation of hazardous and radioactive waste
  9. Demolition and removal of contaminated equipment and structure material



## Budget Resource for Decommissioning

## Budget Resource

- Decommissioning work will be financed by the nuclear backend fund which was established in 1986 for financing Taipower's nuclear backend programs, including low level and high level radwaste disposal, spent nuclear fuel dry storage, and nuclear power plant decommissioning.
- As end of March 2013, the accumulated amount of the fund was NTD 227 billion (~US \$7.5 billion).

## Budget for Chinshan NPP Decommissioning

- Preparation Phase (2012~2018) ~ US\$16.5 Million
- Execution Phase (2019~2043) ~ US\$600 Million

## Conclusion

- The decommissioning project for Chinshan NPP is the first-of-its-kind for Taipower.
- To cope with the challenge, a cross-functional task force has been organized, which integrates outside industrial and academic resources with company workforce.
- Collaboration with international organization to enhance knowledge and skill and benchmark decommissioning experience from nuclear industry will be very beneficial.

**We sincerely request your kind support  
for Taipower to join Co-operative Program on  
Decommissioning and sincerely welcome  
honorable guests from CPD  
to visit Taiwan and the Chinshan NPP**

***Thank you for your attention !!***

## **Regulatory Managerial Strategy for Nuclear Power Plant Decommissioning**

- Regulators and utilities should be proactively seeking international collaboration and attending conference to assimilate relevant technologies and experience.
- Regulators and utilities should strengthen associated research and development program as to form the basis for introduction and establishment of decommissioning technologies in the future.

## Contents for Decommissioning Plan

- Chapter I. General Description
- Chapter II. Facility and Plant Site Description
- Chapter III. Plant Operating History and Critical Incidents in the Past and Impact
- Chapter IV. Plant Site and Facility Radiation Characteristic Surveys and Evaluation
- Chapter V. Important Systems, Equipment and Components to remain in Operation during Decommissioning and Their Operation Modes
- Chapter VI. Decommissioning Timetable, Equipment, Methods and Safe Operating Procedures
- Chapter VII. Accidents during Decommissioning and Response Measures
- Chapter VIII. Decontamination and Disposal of Gaseous and Liquid Waste during Decommissioning
- Chapter VIII. Types, Characteristics and Quantities of Radioactive Waste from Decommissioning, Quantity Reduction Measures, Management, Transportation, Storage and Final Disposal
- Chapter X. Radiation Dose Assessment and Protection Measures
- Chapter XI. Environmental Radiation Monitoring
- Chapter XII. Organization and Personnel Training
- Chapter XIII. Nuclear Safeguards and Management of Related Equipment
- Chapter XIII. Security Measures
- Chapter XV. Quality Assurance Programs
- Chapter XVI. Emergency Response Measures
- Chapter XVII. Plan for Reutilization of Plant Site and Buildings



台湾電力公司 *Taiwan Power Company*