

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核設施除役計畫第 57 次技術諮詢組會議暨參訪 Caorso 核電廠		
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：103 年 10 月 11 日至 103 年 10 月 22 日		報告繳交日期：103 年 12 月 15 日
出國計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2.格式完整(本文必須具備「目的」、「過程」、「心得」、「建議事項」) <input checked="" type="checkbox"/> 3.無抄襲相關出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 4.內容充實完備. <input checked="" 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 57 次技術諮詢組會議暨參訪 Caorso 電廠

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：蕭向志 除役組長

丁 宇 核化組長

派赴國家：義大利

出國期間：103.10.11 ~ 103.10.22

報告日期：103.12.15

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之核設施除役計畫第 57 次技術諮詢組會議暨參訪除役中 Caorso 核電廠

頁數 75 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/除役組長/(02)23657210

丁 宇/台灣電力公司/核能發電處/核化組長/(02)23667069

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：103.10.11 ~ 103.10.22 出國地區：義大利

報告日期：103.12.15

分類號/目：

關鍵詞：核能電廠除役

內容摘要：(二百至三百字)

本公司遵照政府於 100 年 11 月 3 日所宣布之新能源政策，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。

經濟合作發展組織(OECD)所屬核能署(NEA)之核設施除役計畫(CPD)，於本(103)年 10 月 13 日至 17 日於義大利米蘭北邊的伊斯普拉鎮召開第 57 次技術諮詢組會議 (Technical Advisory Group, TAG)，CPD 計畫所屬 TAG 會議旨在提供各會員間之除役活動技術諮詢交流平台，俾藉由會員對其除役中核設施所作報告及討論，獲取除役相關技術資訊、除役技術、工法與經驗等。本公司受邀參加本次 TAG-57 會議，係本公司第一次以核一廠除役計畫名義參加，並在會議上簡報核一廠除役規劃辦理現況。本次 TAG 會議結束後受 CPD 主席 Ivo Tripputi 之邀，順道參訪位於米蘭附近與核一廠同型正除役中之 Caorso 核電廠。該電廠正除役中，有很多值得學習與借鏡之處。

綜上，參加 OECD-NEA-CPD 國際除役組織計畫具有：

- (1) 可經由與該組織會員進行技術交流，藉以獲得全球，尤其是歐洲國家之核能電廠除役相關經驗及了解最新或廣泛使用之技術與工法。
- (2) 對本公司推動除役計畫具有指標性意義，且確為核一廠除役業務所需，可強化本公司即將展開之除役管理與技術能力。

(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、心得與建議事項.....	51
附件一、核設施除役計畫第 57 次技術諮詢組會議議程	
附件二、參訪 Caorso 核電廠議程	
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。

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-57 (Technical Advisory Group, TAG) 會議，該會議於本(103)年10月13日至17日於義大利米蘭北邊的伊斯普拉鎮(Ispra)舉行，CPD計畫所屬TAG會議旨在提供各會員間之除役活動技術諮詢交流平台，俾藉由會員對其除役中核設施所作報告及討論，獲取除役相關技術資訊、除役技術、工法與經驗等。本公司前於102年5月以「核一廠(金山)核電廠除役計畫」名義參加TAG-54會議，並獲得出席該會議會員之同意後成為觀察員，再經102年11月之CPD經營委員會議討論，依章程辦理會員投票，直至103年6月6日經所有CPD會員全數投票一致通過核一廠除役計畫入會，NEA也已正式發函通知本公司，本次會議係本公司入會後之第一次與會，會中除趁此機會向各會員代表致謝外，亦將分享核一廠除役規劃工作現況與成果。

綜上，參加OECD-NEA-CPD國際除役組織計畫具有：

- (1)可經由與該組織會員進行技術交流，藉以獲得全球，尤其是歐洲國家之核能電廠除役相關經驗及了解最新或廣泛使用之技術與工法。
- (2)對本公司推動除役計畫具有指標性意義，且確為核一廠除役業務所需，可強化本公司即將展開之除役管理與技術能力。

本次TAG會議結束後將受CPD主席 Ivo Tripputi之邀，順道參訪位於米蘭附近與核一廠同型式正除役中之Caorso核電廠。該電廠正除役中，有很多值得學習與借鏡之處。

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會員國的10個除役計畫所組成，發展至今已擴大至62個除役計畫，包括中華台北以及歐盟委員會(European Commission, EC)等地區，目前陸續增加中。

2.2 TAG-57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-57會議於2014年10月13-17日於義大利米蘭西北邊約一個半小時車程之Jspra歐盟研究機構舉行，由歐盟該研究機構主辦，本公司係以參與會員身分第一次參加該技術研討會議，由核能後端營運處蕭向志組長及核能發電處丁宇組長一行二人同赴義大利Jspra參加，會議議程如附件一，會議由103年10月13日上午開始至10月17日止，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。

在研討會全程之期間內，除了在室內的會議研討外，還安排2個時段參觀JRC所屬之3項除役中之核設施現況，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會務執行情形報告等。

2.3 參訪義大利Caorso核電廠

本次出國任務除了參加TAG-57會議外，另一重點是於10月20日參訪義大利SOGIN公司所屬正進行除役作業之Caorso核電廠，議程如附件二。

參、會議內容摘要及出國心得

由於參加會議之成員主要來自加入 CPD 組織之會員，報告內容係以其核能設施或核能電廠之除役進展情形為主，所以本出國報告在撰寫摘述其內容時，為了閱讀能整體了解，自然會有部分內容與過去曾經撰述內容相同而將該設施之背景作個交代。該會議報告順序由核能研究設施的除役作業活動開始，接著是核能電廠的除役作業現況，但對本公司而言，主要關注重點在核能電廠之除役，故擬先介紹本次參加之核能電廠除役工作進展情形，其次在介紹其他核能設施之除役作業進展情形。

另外，大會會邀請主辦單位就本次擬安排參訪的核設施作介紹，本次另邀請 NEA 組織內與輻射防護相關的專家前來報告除役輻射防護等相關議題，當然與會各會員亦可提出其在除役期間輻射防護知相關作為供參考。本報告內容主要鎖定在除役相關活動之報告上對輻射防護就不加以闡述。

3.1 核反應器除役計畫簡報重點摘要

1. 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。

FUGEN” 核電廠基本資料如下:

Core : Pressure Tube Type

Moderator : Heavy Water

Coolant : Boiling Light Water

Output : 165 MWe (Proto-type)

Commercial operation : March, 1979

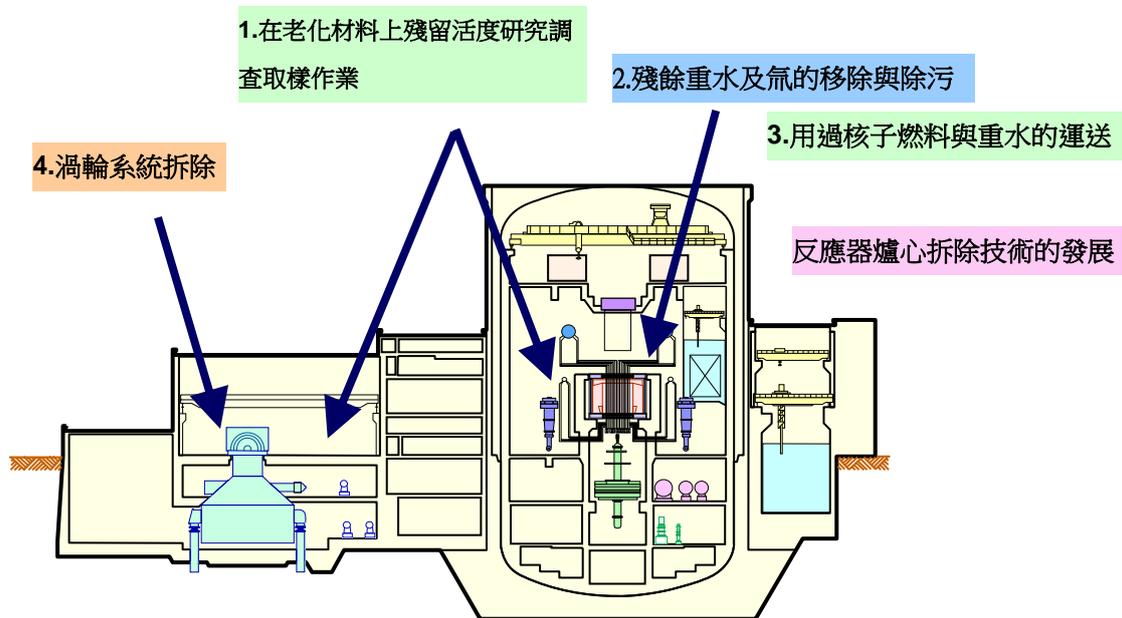
Termination : March, 2003

Approval of the decommissioning program : Feb. 2008

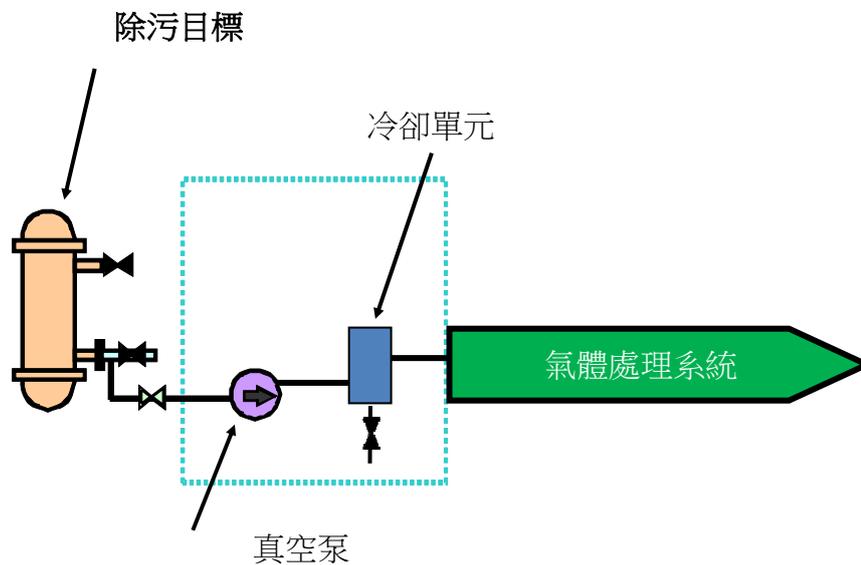
(2)現況說明

A.氙的移除與除污

主要的除役活動如下圖所示:



氙的移除方法~真空乾燥法，流程如下:



氧化氙之冷凍點在 3.8°C ，當採用抽真空不加熱時殘留的氧化氙可能冰凍，所以氙無法有效的移除，所以採用不加熱真空乾燥法試驗其移除效果。優點是系統的設置是容易的，其次是此方法對於組件尾端死角地方的乾燥也是有效的。

總結:

a.經過驗證，不加熱真空乾燥法(Vacuum drying without heating)適用於大體積的

組件尾端死角。

b. 氙除汙的效果可藉由調整真空幫浦及管線接合來改善。

c. 不加熱真空乾燥法同樣可以應用在其他組件的氙除汙上。

B. 渦輪系統的拆除作業

切割工具的比較選用

<u>Rotary disk cutter</u>	<u>Rotary band saw</u>	<u>Plasma cutting machine</u>
<p>■ <u>Specifications</u> Power: 100V-15A Weight: 18kg Dimensions:</p>	<p>■ <u>Specifications</u> Power: 100V-3.5A Weight: 6.4kg Dimensions:</p>	<p>■ <u>Specifications</u> Power: 200V Current: 80A Weight: 47kg Dimensions: W287 × D532 × H558mm</p>
		

切割結果比較

切割方法	使用工具	平均切割時間(秒)	切割速度(線/分)	切割面	
機械切割法	I .Rotary disk cutter	63	<u>47.4</u>		○ 基本上不須二次處理
	II .Rotary band saw	103	27.6		○ 基本上不須二次處理
熱切割法	III .Plasma cutting machine	123	25.2		× 須二次處理

總結:

a. 冷凝器的拆除作業順利，預計在明年可完成。

- b. 輪盤切割器(Rotary disk cutter)的切割作業可以擁有其他方法的兩倍速度
- c. 輪盤切割器(Rotary disk cutter)方法在切割速度上是最適合的方法。此外，它的優勢在於切割面狀態的掌控。

2. Jose Cabrera 核能電廠

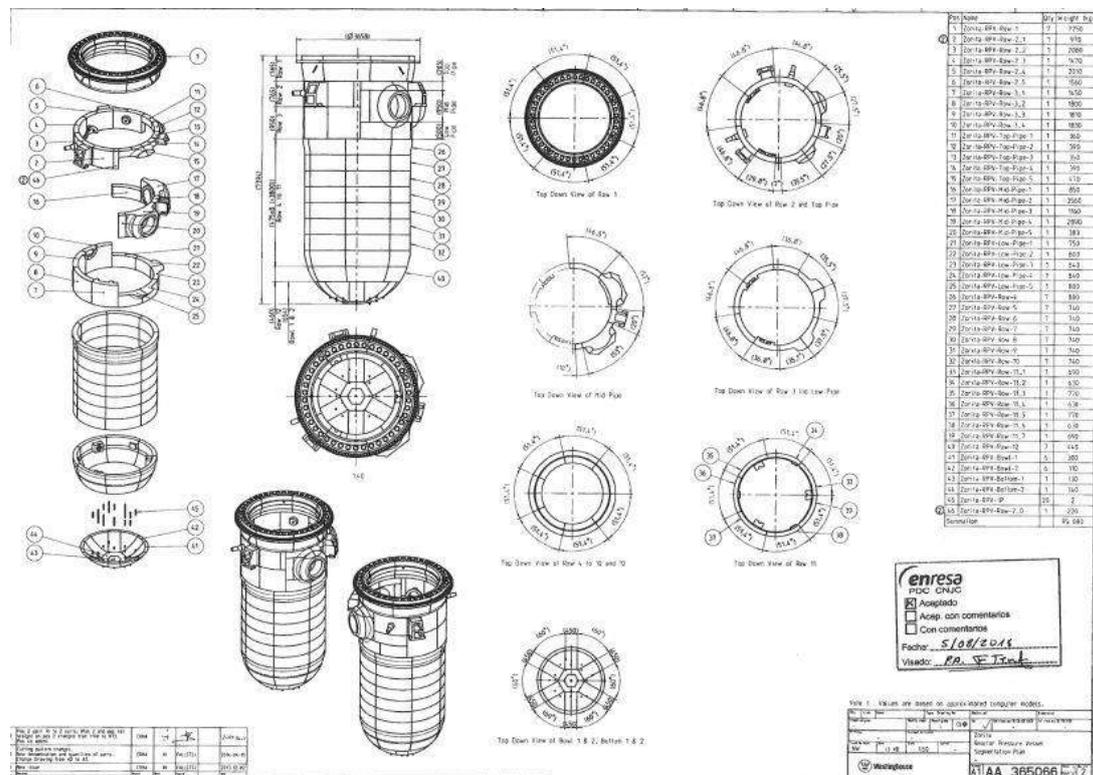
(1) 背景說明

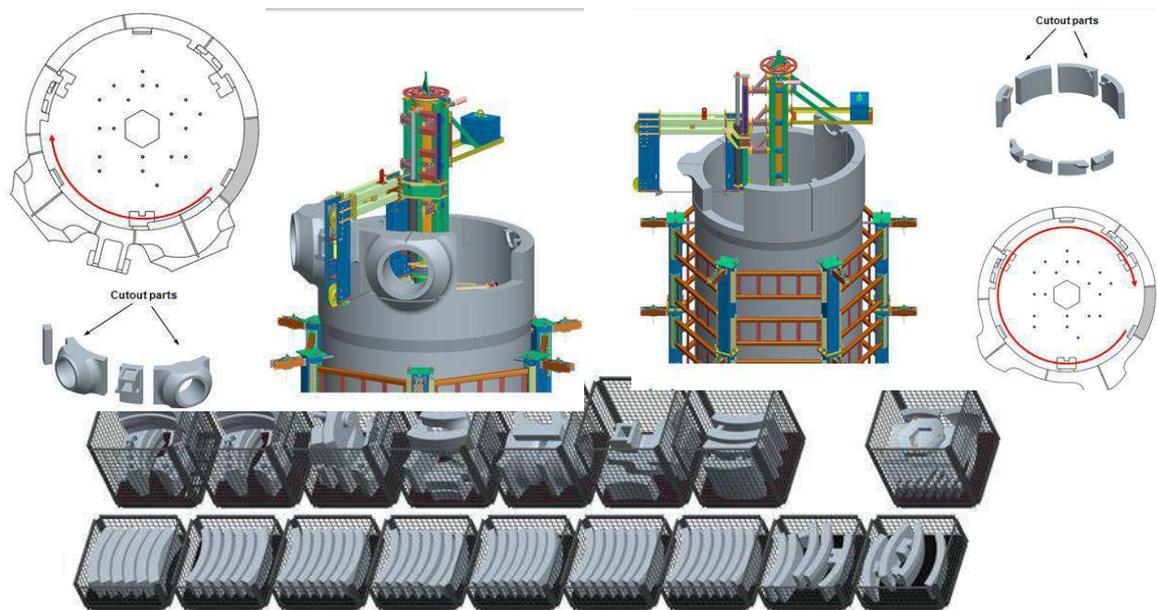
Jose Cabrera 核能電廠是西班牙第一座除役之核電廠，其最終目標是將場址完全復原，控制風險最好的方法就是拆除(在西班牙是第一次，且認為任何核電廠終止運轉後控制風險最好的方法是拆除)。Jose Cabrera 核能電廠屬於西屋一回路 PWR 型，發電量 160MW，以 UO_2 為燃料，控制棒有 17 束，反應容器直徑 2.82m、高度 5.87m。另外就是做好做好廢棄物的管理。

(2) 現況說明

- A. 主冷凝器幫浦 2013-2014 已完成拆除。
- B. 壓力調整器 2013 已完成。
- C. 蒸氣產生器 2013-2015，預計在 2015 年完成拆除，切割作業進行 70%。
- D. 反應壓力容器 2013-2015，已在 2013 年開案，切割作業已完成 10%。

反應壓力容器預定切割之規模尺寸、工法及貯放容器等圖示如下：





3.KNK 電廠

(1)背景說明

型式：鈉冷卻快滋生反應器

電力：60 MW therm. / 20 MW electr.

興建：1965 - 1969

營運：1971 - 74(達到臨界)

1977 - 91

終止運轉：08 / 1991(德國終止快滋生反應技術)

除役：10 張執照達到綠地

(2)現況說明

A.發展一個多功能拆解工具 (HWZ, multifunctional dismantling tool)用於吊裝及鑽孔，以及從反應器中吊取單一主要屏蔽組件，具備以下優點。

- a.高利用性
- b.不須規劃維修及營運檢查
- c.啟動器備用
- d.最大負荷 16 公噸
- e.當時建造的最大重量限制在 9 公噸以下
- f.建造之大小也受到限制
- g.高重複性及準確性
- h.以 CCTV 方式作為間接控制



HWZ



BWZ

B.發展一個帶鋸工具 (band saw tool, BWZ)用於遠端遙控切割屏蔽並附有所設計的爪子直接吊入容器內貯存。 在使用範圍內具有

- a.高利用性
- b.低維修需求
- c.起動器備用
- d.從不同角度進行水平及垂直的切割
- e.利用 BWZ 抓取切割後之片狀物及運送

C.從實體模擬測試所得切割相關數據:

- a.切鋸速度: 4,2 mm/min
- b.切割總長度: 80.000 mm
- c.切鋸耗時: 10,6 weeks

D.經驗回饋

- a.從實體模型測試的結果是不能直接拿來用在熱拆解試驗上。
- b.主屏蔽切片由於操作中活度及溫度變化關係，是會比測試用的來的難。
- c.研磨切割器在熱測試開始後必須由鑄鐵切割器改成硬度高金屬之研磨切割器。
- d.第一次切割後，鋸刀片須更換。
- e.切鋸所需時間約為實體模擬測試的 4 倍。

(3)結論:

- 拆解技術的批准 (e.g. Dismantling-Projects: VAK Kahl / StiWAK)
- 使用具高利用性經准批的工具
- 由於使用模組平台，而更有靈活性。
- 在訓練及測試中可用實體模擬來簡化作業及降低成本。

4.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 α 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。

(2)現況說明

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)
- IV. 移除主設備高污染部分(2025~2033年)

本次會議該廠與會代表簡報重點為介紹地下桶槽除役作業：

A.地下桶槽總計有5個直徑6米、高4米桶槽，2個直徑16米、高7.2米桶槽，桶槽接收A1 NPP商轉期間以及後來進入除役階段所產生之廢液與殘渣，乾燥殘渣之Cs¹³⁷比活度範圍自 1×10^9 to 6×10^9 Bq/dm³

B.地下桶槽用於收集從NPP A1反應器廠房各種不同的廢液流(污泥)，地下桶槽係由從混凝土建構而成加上特殊聚酯玻璃材質強化塗層。拆除前先執行除污的結果，減少劑量率從180 - 1020 μ Gy/h至56 - 300 μ Gy/h，減少可移除污染從2250 - 66400 Bq/cm²降至21 - 4500Bq/cm²。

C.開挖土壤之放射性分類

- a.比活度小於0.3 Bq/g之土壤暫存於廠區內等待作外釋處理或用來當作開挖地土壤回填。
- b.比活度介於0.3至10 Bq/g之土壤則搬運至另一處名為輔助運貯廠房(Auxiliary

manipulation Place, PMM)的地方

c.比活度大於 10 Bq/g 之土壤則視為放射性廢料，裝填於 200 公升廢料桶。

5.Bohunice V1 核能電廠

(1)背景說明

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UO₂(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。

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

實際執行除役過程所遭遇的挑戰主要(截至2014年底)為主迴路除污作業時程延宕。

A. Javys 公司制定之主迴路管路系統除污策略主要為：

- a. 避免除污試劑流經 RPV
- b. 確保除污試劑與 SG 內管表面充分接觸
- c. 確保除污化學參數的控制
- d. 確保去污物理參數的控制
- e. 盡量減少除污作業產生的廢料
- f. 儘量利用電廠既有設備
- g. 除污過程確保作業安全

B. 除污邊界範圍將覆蓋每個反應器冷卻水系統（RCS）的六個反應器冷卻迴路的每個反應器單元，但不包括反應爐壓力容器及反應器內件組件：

- a. 12 只蒸汽產生器（SG），包括水箱和管束
- b. 12 個主反應器冷卻水泵（MCP）
- c. 24 個主冷卻水閥門
- d. 2 只 pressurizers（PRZ）
- e. 2 只 pressuriser blow-off tanks
- f. 主冷卻水管路

C. 主要材質為 AISI 316 L - 300 系列奧斯田不銹鋼，廢料活度以兩個反應器主迴路估計總活度有 6.49×10^3 GBq。

- a. 延宕的主要原因有：

- 除污作業產生的廢料比預期的多(原預估 61m³，實際產量220 m³)
- 廢料評估報告審查進度緩慢
- 計畫管理成效不良

下一階段(2015-2017)將儘速推動除污作業產生的廢料，主要工作項目有除污廢液貯存及加硫酸中和處理後再進一步水泥固化以纖維混凝土容器(Fiber Concrete Container, FCC)盛裝。

6.Barseback 核能電廠

(1)背景說明

核能發電在瑞典是長久以來的爭議議題，1980 年瑞典公民投票決議有條件的廢止核能發電。後續經過多次的國會決議、法院裁決、朝野政黨協商及電力公司與政府之溝通，Barseback 核能電廠 1 號機於 1999 年 11 月永久停止運轉，2 號機亦於 2005 年 5 月永久停止運轉。目前，兩部機組是屬於停機安全看管階段。由於瑞典接收除役低放射性廢棄物之處置設施預定於 2023 年完工啟用，因此，瑞典核能主管機關要求 Barseback 電廠 2023 年以後才能開始執行拆除作業。

(2)除役工作規劃

Barseback 電廠除役工作的規劃除考慮法規相關要求外，也將從實務需求規劃相關工作，例如，全廠之除污以及供電系統和運轉系統的重新調整設置。

現階段 Barseback 電廠最主要的任務就是拆除工作的準備，預定在開始拆除(2023 年)前兩年完成。未來拆除工作將分為 4 階段執行。首先，輻射較高的系統將先予拆除，其中包括核子反應器槽、蒸氣管路和冷卻水管等。其次，則拆除汽機和冷凝水管。第三階段將拆除所有的電力系統、馬達及幫浦等。最後，則拆除污染之廠房及建築物。所有的拆除工作預定在 5 年內完成。靠近反應器爐心的組件含高放射性，因此將在反應器廠房的水池內進行水下切割後裝桶處理，反應器槽將予以整件處理。廠房及建築物可能留用或予以拆除，拆除產生的廢棄混凝土可以作為地下廠房空間的回填材料，或作為未來廠址景觀規劃的材料，或粉碎後作為新混凝土的添加物。兩部機組的拆除作業預估將產生約 34 萬噸之廢棄物，如鋼筋混凝土、廢金屬、砂石等，其中約 2 萬噸為中低放射性廢棄物必須送最終處置。

(3)電廠現況

雖然兩部機組都已經永久停止運轉，但是 Barseback 核能電廠仍是持有執照的核子設施，因此，仍須依照相關法規執行監控作業。大部分的工作是由電廠的維護部門辦理，該部門也兼辦有關輻射防護、環境保護、工安與消防業務。包括技術人員、後勤支援人員以及駐廠警衛，目前約 50 人在電廠留守。

Barseback 電廠的所有用過核子燃料都已經運離廠區，電廠並曾於 2007 年至 2008 年間執行一次側系統及反應器壓力槽下半部之化學除污，因此，目前大部分的廠區都已經解除輻射管制。部分無須再使用且清潔的設備或組件均已出售。部分廠房及設備由於已經除污乾淨，也利用作為其他電廠運轉或維護人員之訓練或實習的場所。

為了執行後續的拆除作業，Barseback 電廠進行廠區特性調查作業。廠房外用地部分，長約 1000 公尺，寬約 500 公尺，在進行輻射偵測時是將全廠分成 50 個 100 公尺×100 公尺之區域，每區再分割成 100 格，針對每格用碘化鈉偵檢器偵測；另外也採取土壤、地表水、積泥和植物的樣本進行放化分析。輻射偵測顯示，除了少量土壤中發現車諾堡事故留存的銫 137 外，其他核種都低於偵檢值。蒐集到的核種放射性資料將以 RESRAD 程式評估輻射劑量。

1999 年 1 號機停役，2005 年 2 號機停役，停役後一年，逐步移除燃料到國家級的中央燃料儲存池，進行冷卻與中期儲存。2007-2008 年進行主要系統除污與反應器壓力槽下部除污，包括爐心、反應器控制棒導管、再循環系統等。因 AREVA 公司承包此工作，除污係數設定為 20，效果良好，由於國家級的除役用低放最終處置場預計於 2023 完工，所以巴斯貝電廠目前正處於除役動工之等待期，目前正在規劃反應器壓力槽 RPV 的移除工作。

有關的 Barseback 電廠未來拆解的需求分析工作正在進行中，2013 年已完成兩份報告，其中一份是針對不同的管制機構要求之研究分析，另一份是有關非放射性廢料之外釋。反應器內部組件切割和儲存計畫時程，因為臨時性儲存設施建造尚未核准而延遲。

7. Brunsbuttel KKB 核電廠

位於北德的 Brunsbuttel 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 Brunsbuttel 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貯存庫，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、燃料棒損壞的檢查狀態
- 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

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

第一階段：

停機和第一階段除役許可申請。並於反應器廠房和機械大樓安裝自給自足的操作系統，以及進行個別系統的拆除活動。

第二階段：

針對監督和控制的地區所有系統的完全拆解，再進入建築結構拆除。

3.2 核能設施除役簡報重點摘要

1. WAK(The Karlsruhe Prototype Spent Fuel Reprocessing Facility)

(1)背景說明

在此核能設施內共計有四座廠房，分別是玻璃化廠房(Vitrification Plant，VEK)、高放廢液貯存廠房(Storage Building for High Level Liquid Waste，LAVA)、高放貯存舊廠房(HLLW-Storage Building，HWL)、再處理廠房(Reprocessing Building)等。

(2)現況說明

A.高放貯存廠房內包含玻璃化固化體

a.共處理 60 m³ 高放廢棄物、活度 7.7E17 Bq、500 kg 的鈾、16.5 kg 的鈾被玻

璃化。

b.產生 56 公噸的玻璃化製品，共計 140 只密封鋼筒。

c.另有 5 只 CASTOR 容器貯存在德國北邊的 Greifswald 核能電廠內。

B.再處理廠房

2200 公噸的處理設備及部分基礎結構已拆除，其中有 100 公噸的數量是藉由遙控操作之方式來完成。而有 1200 公噸的混凝土被處理成為碎片。99% 的剩餘輻射量(5×10^{14} Bq)也已被去除。

C.主要再處理廠房的除役

主要再處理廠房的除役，由於財政問題，第 3 階段的拆除工作一度中斷，預計在 2015 年中旬可恢復工作。

a.總數達到 5000 公噸中的 3500 公噸係風管設備及纜線被拆除。

b.經由切割產生的 1600 塊狀物中的 1,200 塊含有石棉。

c.總計 39,000 平方公尺中的 16,500 平方公尺表面已除污。

D.實驗室拆除(LABSAN)

a.把 LABSAN 從再處理廠房分離出來。

b.當 LABSAN 完成釋出時須計測。

c.預計 2015 年初開始建築物拆除作業。

E.撤銷管制的目標

a.根據未來拆除工作的狀況，將設施做技術上的改善。

b.將不再使用的設備完全除役。

c.對應活度剩餘情形，將安全等級進行調整。

d.玻璃固化後根據劑量修改營運規章。

c.調整營運組織。

F.高放廢棄物槽的遙控拆除工作

a.貯存設施的除污工作已完成。

b.已關閉高放廢料槽的電器設備及後處理系統。

c.已拆除測試區中高放廢料槽實體模型。

d.已組裝大型的屏蔽門。

e.已安裝附加的風管系統。

f.在 2014 年 11 月完成第一個高放廢料槽的規劃工作，預計拆除工作自 2014 年 12 月開始進行。

G.3 個高放廢液(LAVA)熱室遙控拆除工作

a.2011 年 12 月獲得拆除執照。

b.為了減化廢料的運送作業已修改連鎖門。

c.已拆除汙染最嚴重的管線。

- d.已拆除高活度實驗室。
- e.已組裝 LAVA 吊車上的新設施。升降約 10 m。
- f.新設施試運轉。已完成實體模型測試，遠端遙控拆除元件(配備 telbot TB300 機械手系統，HWM) 從 2015 年 1 月開始試車。遙控設備的主要任務包括移除高污染傳輸槽及廢棄洗滌機，其測試項目須針對主要任務進行，如機械手臂的垂直拆解。

H.VEK 接收室兩個槽體狀態

每個槽體殘餘量(dried rinsing liquids)約 25kg，已經進行沖洗液分析，每個槽中放射性核種成份如下:

- Cs-137: 5.0×10^{15} Bq
- Sr-90: 9.4×10^{12} Bq
- Y-90: 9.4×10^{12} Bq
- Eu-154: 1.0×10^{11} Bq
- Pu-239: 1.6×10^9 Bq
- Pu-241: 1.1×10^{11} Bq
- Am-241: 7.3×10^{10} Bq
- Cm-244: 5.1×10^{10} Bq
- **Total:** 5.0×10^{15} Bq

I.VEK 溶解器的狀態

- a.玻璃化沖洗出少量玻璃
- b.成分分析及可用性
- c.剩餘活性中放射性核種成份:
 - Cs-137: 5.9×10^{14} Bq
 - Sr-90: 4.4×10^{14} Bq
 - Y-90: 4.4×10^{14} Bq
 - Eu-154: 5.0×10^{12} Bq
 - Pu-239: 7.6×10^{10} Bq
 - Pu-241: 4.9×10^{12} Bq
 - Am-241: 1.2×10^{13} Bq
 - Cm-244: 8.2×10^{12} Bq
 - **Total:** 1.5×10^{15} Bq

J. VEK 的手動拆除

在 2012 年 8 月獲得拆除執照，並在 2014 年 11 月開始拆除工作，預計工期 18 個月。

總結 WAK 現階段除役的工作:

正進行第 3 階段活動，即處理廠中剩餘的設備，手動拆除作業和建築物表面除污等工作。

- a.LABSASN 建築物拆解準備。
- b.關閉 VEK 後解除管制。
- c.完成拆除高放廢液處理設施的準備工作。
- d.持續發展高放 HLLW-tank 元件
- e.持續拆除 VEK 計畫及交付執照給專家和權威人士

2. 歐盟委員會所屬義大利 JRC 核能除役機構長年堆積廢棄物清理計畫

(1)背景說明

位於義大利 Ispra 的 JRC 研究機構，最初隸屬於義大利核能研究機構，在車諾堡核能事故後，義大利因反核而決定停止核能相關發展，該設施就在成立 50 年後轉移給歐盟。該設施面積有 160 畝、6 km 高的防護圍牆，裡面包含 3 個研究機構，分別是 IES、IHCP、IPSC 等。目前有三個除役計畫在執行中，包括中低階廢棄物與廢渣清理計畫、Roman Pits 儲存井廢棄物清理計畫及瀝青柏油固化桶清理計畫。

(2)現況說明

A.中低階廢棄物與廢渣清理計畫

根據義大利廢棄物管理導引(TG26)，這些廢棄物流屬於不同類別，應該分開管理。本計畫目標係將長年堆積之中低階廢棄物(0.18 m³)與廢渣(90 m³)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 m³ 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。

- a.計畫目標：中低階廢棄物的最終處置及污泥處理。
- b.計畫獨特性：中低階廢棄物的萃取、特性化、處置(連同污泥一起)。
- c.計畫之挑戰
 - 中低階廢棄物的萃取及採樣。
 - 中低階廢棄物的化學及放射性特性。
 - 與污泥混合來降低中低階廢棄物類別。
- d.現況與計畫里程碑
 - 中低階廢棄物及污泥萃取、特性及儲存於更安全狀態。
 - 2014 年 1 月向安全局申請中低階廢棄物及污泥處理。

- 最快於 2015 年第 3 季可獲得義大利安全局的許可。
- 藉由固化方式來混合中低階廢棄物及污泥處理(2018 年第 4 季)。

e. 中低放廢棄物與污泥特性

- 依據義大利技術指引(Technical Guide 26): 中低階廢棄物與污泥漿混合會導致產生第 2 類中低階廢棄物。
- 混合廢棄物的化學特性須與固化程序相容。
- 水泥廢棄物包件的特性需要符合義大利法規及規範。
- 與其他的處理方法比較，混合及固化將不會造成更多的體積。

B. Roman Pits 儲存井廢棄物清理計畫

Roman Pits 儲存井建於 1965 至 1978 年間，底下有一厚達 30 cm 之混凝土基礎，井的直徑 135 cm，深 7 m。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 反應器不銹鋼材質被活化之放射性實驗設備，含有 Co⁶⁰、Cs¹³⁷、Eu¹⁵²，其中 Co⁶⁰ 活度達 4 TBq，殘餘的部分是 Al、Cd、石墨、控制棒等，總體積 135 m³，其中 67 m³ 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 β/γ 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。

a. 計畫目標：Roman Pits 取出處理後，坑洞必須從現有位置回復及做適當的修復。

b. 計畫獨特性：將放射性廢料取出、特性及處理，並於大型混凝土結構中調整。

c. 計畫之挑戰

- 將貯存於地底下的大型混凝土取出。
- 管理可能被污染的土壤及水。
- 將已特性化之低能量 β/γ 放射源封存入混凝土內。
- 重新調整大型混凝土廢料包件。

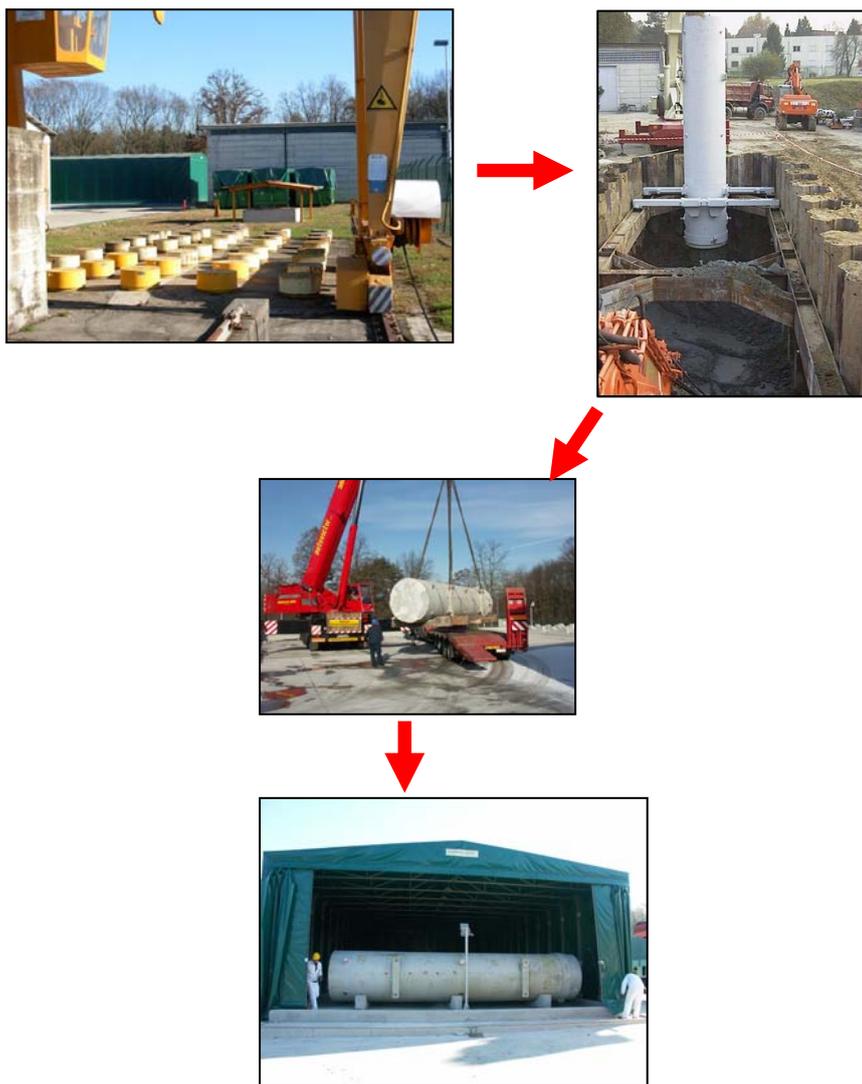
d. 現況與計畫里程碑

- 主管機關要求執行在 2010 年 1 月已核准之 Roman 地窖取出、特性化、處理等作業。
- Roman 地窖取出作業發包工作延宕，導致取出作業落後。
- Roman 地窖取出、特性調查、拆除及取出廢棄物的暫時貯存。

e. 處理及調整策略

- 在三個可行的策略中，藉由專家意見選出最適合的策略。
- 從專門設施中利用遠端遙控鑽孔機將巨型混凝土中活度相對低的惰性混

凝土及可清除圍籬中回收及篩選高活度金屬廢料。



C. 柏油固化桶清理計畫

柏油固化桶產生於 1966~1988 年間，總體積 1230 m³，大約有 6500 只的 55 加侖桶，擺放在 3x3 50m 長的 3 座壕溝中，並覆上 50 公分厚的泥土，這些柏油固化桶包括 3 種廢料源，分別以不同的柏油基材來限制廢料移動，而從各種文件所估算的活度小於 0.5TBq，其中 Co⁶⁰ 有 9.30 GBq、Cs¹³⁷ 有 360 GBq。本計畫目標係將柏油固化桶移除並予適當處理，主要挑戰在於柏油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。

a. 計畫目標

鋼桶須在原有位置進行回收及適度檢整工作。

b. 計畫獨特性

從非標準的柏油構造中取出、特性調查及重新檢整不同的放射性廢料來源。

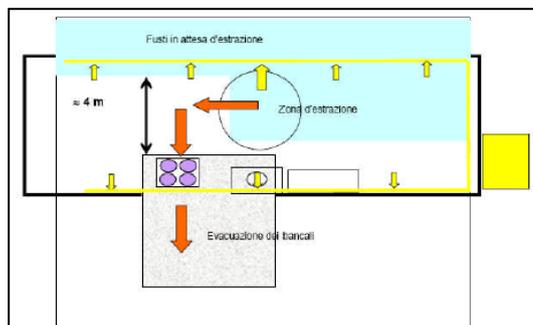
c.計畫挑戰

- 鋼桶特性調查及處理。
- 可能受污染土壤的管理。
- 中期貯存及最終處置的調整。

d.現況與計畫里程碑

- 柏油固化桶取出設施採購階段之採購、安裝及鋼桶場外處理。
- 向安全局申請批准。
- 發包合約及主管機關對鋼桶取出、運輸、廠外處理、調整和殘留廢棄物的中期貯存等之相關議題。
- 未來在義大利國家處置場的廢棄物處置工作。

e.柏油固化桶取出設施照片



工作範圍包括製造、安裝、試運轉等。

f.柏油固化桶的處理，工作範圍包括

- 管制機關批准。
- 廢棄物運輸移轉至外部處理設施。
- 廢棄物處理。
- 二次廢棄物的處理。

g.時程及預算:

- 投標:2012.11。
- 合約簽署:2015 年底。
- 合約執行期間:2016~2024。
- ~ 45 to 50 M€。

h.發包程序

- 發布契約通知。
- 預選階段(已辦理)。
- 開始與候選人個別接洽討論契約條款。

- 契約條款修訂。
- 邀請候選人參標。
- 訂約。

3.JRC 之 FARO(Fuel melting And Release Oven)設施

(1)背景說明

FARO 研究之主要目的有四:

- A.研究從反應器爐心取出之溶解核燃料釋出及對外部結構的衝擊
- B.分析燃料顆粒的沉澱及分裂
- C.分析燃料溶解及冷卻器間可能預期的激烈作用之情形
- D.研究內外部爐心相關的熱反應及結構問題

FARO 設施自 1987 年開始試運轉，並於 1999 年停止。1987~1990 年間調查關於液態金屬快速滋生反應爐(Liquid Metal Fast Breeder Reactor, LMFBR)的燃料與鈉的融合反應之安全相關問題。1990 ~ 1999 年間針對歐盟委員專家的建議在 1990 年因嚴重意外問題決定改變為輕水式反應器(Light Water Reactor, LWR)。1990 ~ 1999 年間，corium (UO₂+ZrO₂) 融溶水驟冷實驗由調查融溶水混合、驟冷程序及熱負荷交互作用等展開作業。1997 ~ 1999 年間，延伸的試驗被設計用來調查當反應壓力容器在爐心融毀意外事件中 corium (UO₂+ZrO₂)被釋出時的影響。

(2)現況說明

A.計畫時程

a.準備工作

- 規劃工作自 2012 年 11 月開始 60 日。
- 有效開始日: 2012 年 10 月。
- 有效期間:100 天。

B.拆除工作

- 規劃在 2012 年 12 月開始之後的 11 個月內完成。
- 有效開始日: 2013 年 3 月 15 日。
- 有效期間: 15 個月。

C.廢棄物盤點現況

- 廢油: 255 公升。
- 廢水: 589 公升。
- 廢棄物: 16 噸。
- 回收 UO₂: 15 kg。

4.比利時 Eurochemic 核燃料再處理廠除役計畫

(1)背景說明

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 m²，體積 12,500 m³，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，1981 年時之輻射狀態是 α 及 β/γ 表面污染程度高達數個 100 Bq/cm²，以及熱點高達幾十 mSv/h。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。

(2)現況說明

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。在除污工作上主要是強調金屬組件及混凝土結構物的除污作業。

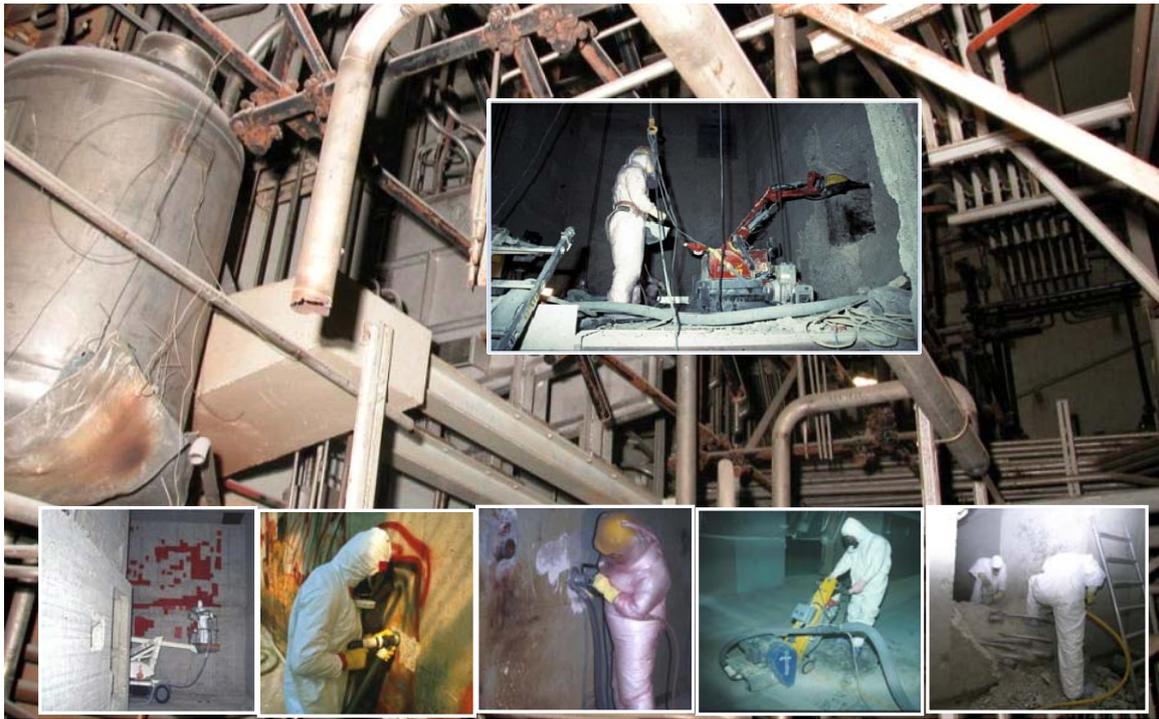
A.比利時在本案除役工作上的獨特策略如下:

- 避免任何污染擴散
- 為了無條件釋出的除污工作
- 最小量的放射性廢棄物
- 資源回收及廢棄物再利用

B.除役策略

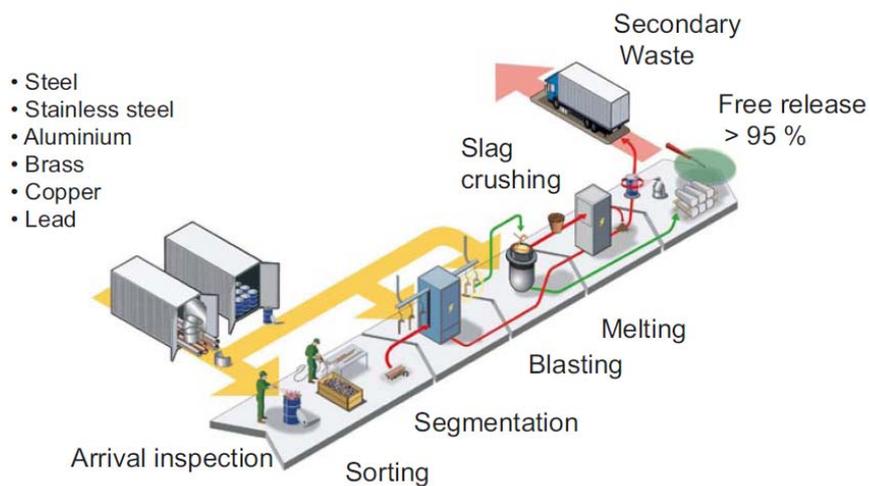
清洗程序是先移除系統及組件，進行第一次結構體之除污工作，然後移除管線，在進行第二次結構體除污。釋出廢棄物須先經計測後為之，最後將結構體拆除，土地復原為棕地(Brown field)。

C.除污新技術~人力工程工具(ergonomic tools)，圖示如下:



經由利用除污新技術之人力工程工具，移除金屬及外釋後金屬回收再利用之比例如下：

	METAL		
	Total [Mg]	Free Release [Mg]	% tot
1989-1994	394	243	62%
1995-1999	554	383	69%
2000-2004	375	261	70%
2005-2009	279	218	78%
2010-2014	160	134	84%
Total	1762	1239	70%



Dismantling



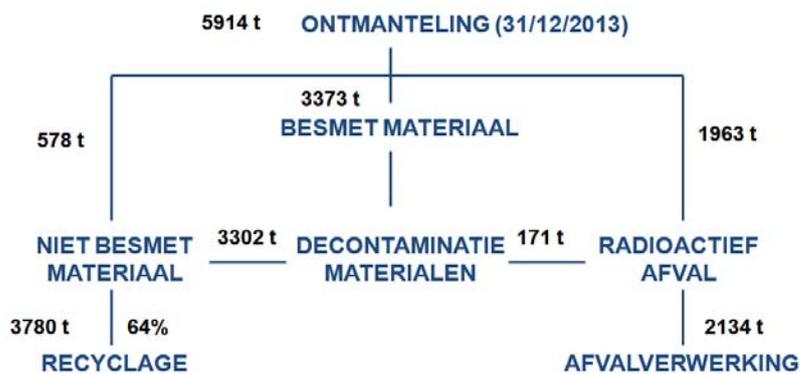
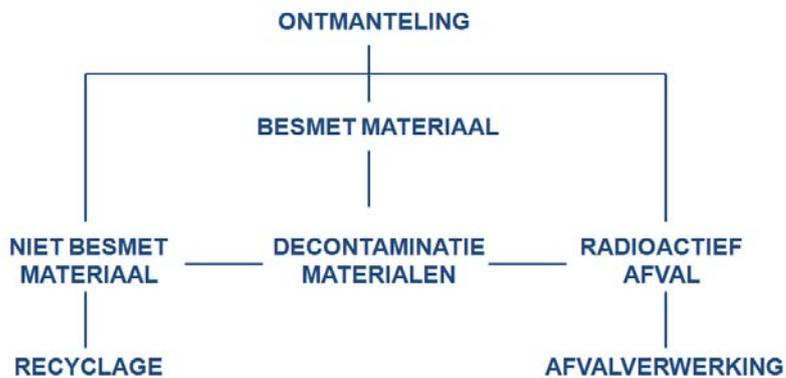
Demolition



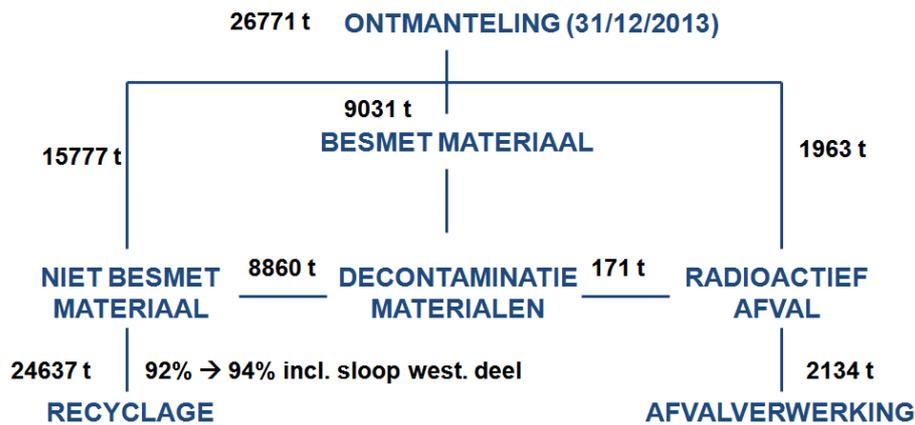
混凝土殘骸的外釋程序:

- 1 • Input 200l drums
- 2 • Tilting device
- 3 • Sieve
- 4 • Crusher
- 5 • Bunker
- 6 • NaI-detectors
- 7 • Sorting valve
- 8 • Sampling
- 9 • 12 ton containers

Demolition excluded



Demolition included



C.結果: 以人-年表示

初步估計: 400 man.year

最終結果: 570 man.year

為何會得到不同的結果，為什麼?分析原因如下:

- a.盤點的不同。
- b.外釋觀點的除污。
- c.人工密集外釋測量及令人信服的外釋步驟。

D.預算與成本

	初估		1990-2014 M€ 2013	Ratio
	M€ 1992	M€ 2013		
除役成本	54,80	82,56	166,18	2,01
廢料成本 (2008)	68,70	103,45	44,12	0,43
合計	123,50	186,01	210,30	1,13

E.結論

- a. Belgoprocess 認為已經掌握再處理廠複雜的除役工作。
- b. 在 25 年中已獲取相當多關於技術領域、規劃、預算、人類動力學的相關知識及經驗，這將對 Belgoprocess 未來的計畫有很大的幫助。

5. JRTF(JAERI 的再處理試驗工廠)除役計畫

(1)背景說明

1968~1969 年在日本使用 PUREX 程序進行了第一次濕式再處理測試，萃取了 200g 的 Pu。JRTF 除役計畫從 1990 年開始發展除役相關技術及獲取核燃料設施

拆除經驗及數據，許多的桶槽儲存了從 JRTF 濕式再處理測試中所產生的高放射性廢液。本除役計畫主要目的是要以安全及使用有效率的方法來評估拆除液態高放射性廢棄物儲存桶槽。

(2)現況說明

選取一項最適合的拆除方法，是從熱室當作一個組件取出後再進行桶槽拆除，亦或在熱室現地直接進行桶槽拆除。本計畫先藉由獲取及分析拆除數據等來了解所需之人力、工作人員暴露劑量及產生之廢棄物量等，最後決定採取取出桶槽送制廢棄物處理設施再進行拆除作業。

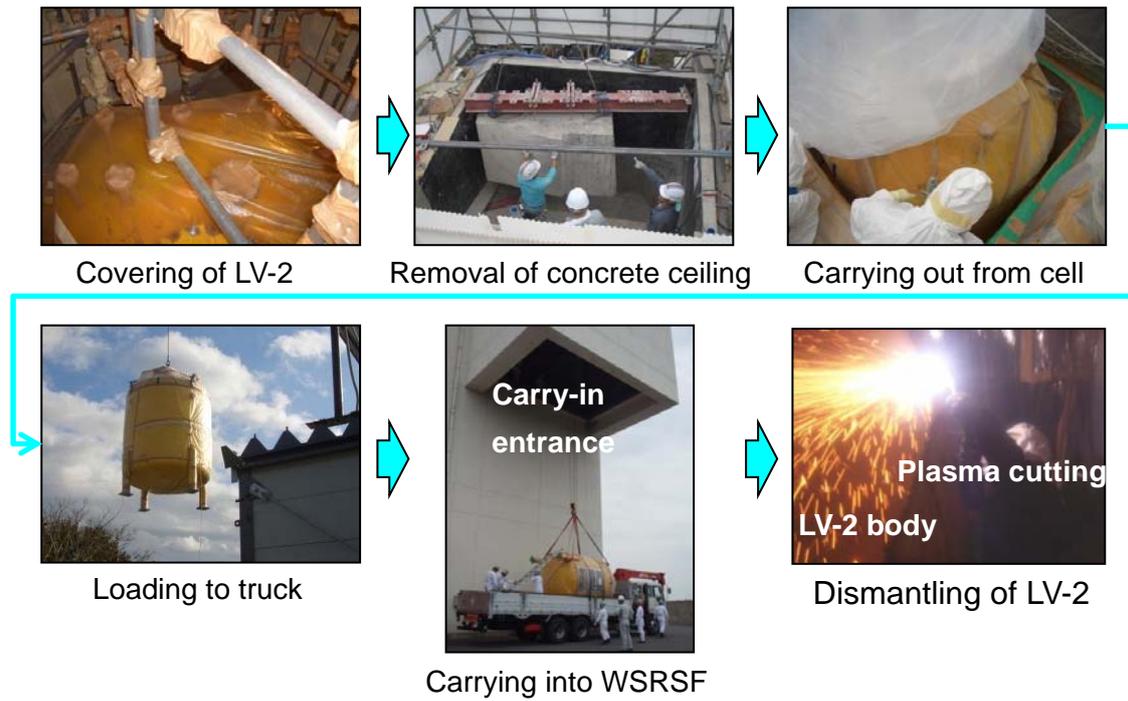
A.貯存高放射性廢液和去除披覆鋁的廢液之桶槽 LV-2 的拆除活動

LV-2 的主要規格如下:

Material	Carbon Steel (tank body, pedestal) Stainless Steel (hand hole)
Size	2616 mmf×3245 mmH (8 mmt)
Volume	12 m3
Weight	2444 kg
Dose rate(at the bottom of LV-2) Outside:0.5mSv/h, inside:1.6mSv/h	

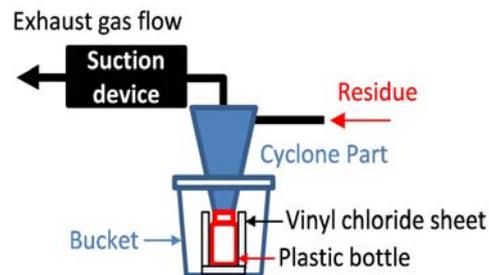
B.LV-2 桶槽的拆除程序

LV-2 包裝、移除混凝土頂版、從熱室吊出桶槽、置放在貨車上運至 WSRSF (Waste Size Reduce and Storage Facility)、主要在這廢棄物處理設施中進行拆除作業，先將 LV-2 桶槽擺在一個狹窄的可屏障輻射的混凝土室，再拆除桶槽的全部而以電漿切割桶槽。如下圖所示:



C. 可移動式殘留物移除設備(Portable Residue Removal Device)

可移動式殘留物移除設備概念圖



此法優點:

- a. 殘留物幾乎會收集於塑膠瓶中(plastic bottle)。
- b. 瓶子可以快速包裝裝入廢棄物容器中。
- c. 藉由遠端遙控減少工作人員輻射劑量。

此法缺點:

- a. 旋風收集部分(**cyclone part**)的劑量會增加。
- b. 二次廢棄物增加。

D. 殘留物瓶子及廢棄物容器規格

如果殘留物塑膠瓶過大，會有以下之問題

- a. 劑量增加
- b. 屏蔽重量增加
- c. 包裝難度增加

因此瓶子的體積設計為 500ml，當瓶子包裝後置入廢棄物容器時藉由 β -ray 來降低局部曝露，而瓶子使用 10 mm 厚的 PVC 薄片來作為屏蔽，並儘可能務實地降低運輸容器時的曝露。而採用容器之體積 7 公升（不銹鋼密封鋼筒以 16 mm 厚的鉛作為屏蔽）。

E.在殘留物移除時工作人員的條件情形

- a.臨時組合屋 (使用聚乙烯醋酸纖維材料)的設置，用於防止汙染擴散。
- b.吸氣設備及 cyclone part 的廢氣流入 LV-1 廠房空調系統。
- c.Pb 屏蔽比 cyclone part 提早設置，以降低工作人員的曝露量。
- d.工作人員在臨時組合屋時須著通風良好的服裝。

F.移除及除污程序之人員劑量，如下表所示。

- a.工作前的準備，打開 LV-2 的內蓋移除內部的殘留物，桶槽內部除污，清理。
- b.殘留物去除時在 cyclone part 設立屏蔽。
- c.縮短移除的工作時間。
- d.採取上述步驟，空間劑量率比預期的降低。

Exposure Doses for Dismantling Work

Work items	Collective dose (man · mSv)	
	Actual	Planned
Preparation	3.3	12.4
Removal	2.0	13.5
Decontamination	1.7	14.6
Cleanup	0.08	1.5
total	7.1	42.0

註:實際總集體劑量僅為原本計畫的 1/6

G.總結

- a.JRTF 除役計畫採用現場組件吊除再拆解方式來進行桶槽拆除是成功的。
- b.LV-2 在拆除預備工作中進行了殘留物移除及底部除污工作。
- c.適當的屏蔽及遠端遙控移除使工作人員的曝露劑量降低。
- d.為了確保未來在 LV-1 拆除時有足夠的工作時間，除污及移除殘留物將空間劑量率降低到 0.1mSv/h 或更低.是可行的。

6.鈾提煉轉換工廠除役計畫

(1)背景說明

本除役計畫係由日本 JAEA(JAPAN ATOMIC ENERGY AGENCY)負責，目前在鈾提煉轉換工廠除役計畫案中計除役之設施包括 URCP(Uranium Refining and

Conversion Plant)、UEDP(Uranium Enrichment Demonstration Plant)及 UEPP(Uranium Enrichment Pilot Plant)等。

(2)現況說明

A.URCP(Uranium Refining and Conversion Plant)除役現況

2013 年從 4 月開始進行附屬建築物的通風管路拆除作業，並於去年 7 月 30 日完成，目前設備只剩中和及沈澱系統之相關設備，以及主建築物通風系統等。這些設備的拆除作業將從 2018 年進行到 2019 年，這是因為從 2013 年至 2017 年許多廢棄物桶須執行重新包裝及取樣工作，而這些工作需要廢液處理及通風設備等。現階段廢棄物腐蝕桶的重新包裝作業即將完成，另正在進行拆除設備裝桶後之非破壞性量測工作，準備下一會計年度執行核種組成及化學組成的採樣分析工作。

B. UEDP(Uranium Enrichment Demonstration Plant)除役現況

本設施係商用核能設施，除役規劃工作並無確實決定何時執行，使得除役進度落後，且在日本商用核能設施執行除役前須取得政府的核准，而且可能需要運送核能物質，這是一項困難的問題，使得計畫無法有效推動，除非運送問題能獲得解決。其中 DOP-1 系統除污執照在 2013 年 9 月已經取得，JAEA 已於 2014 年 4 月開始準備系統除污作業，但是 IF₇ 氣體相關配合措施尚未備齊。

C.UEPP(Uranium Enrichment Pilot Plant)除役現況

本設施於 1976 ~1979 年間興建。營運階段自 1979 年到 1990 年，控制區的樓地板面積為 10,500m²，拆除物件的重量估計約達 3200 噸，在拆除前已利用稀硫酸進行除污工作。JAEA 於 2014 年 4 月開始進行 UEPP 的除役活動，在前 3 個月裡，JAEA 依據日本安全法執行工作人員安全講習，因此拆除作業於 2014 年 7 月展開，目前拆除工作已達管制紅區邊界。

一般性的準備工作如下：

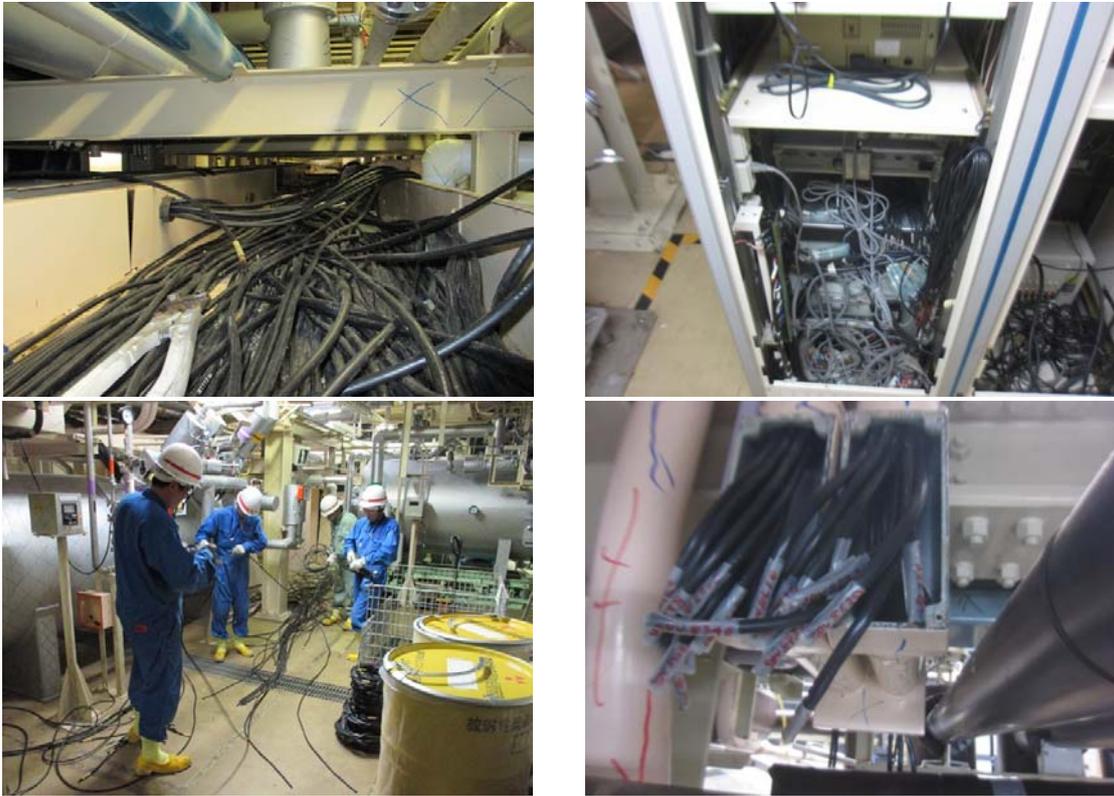
- a.在主設備及主要管路內殘留鈾的偵測
- b.無污染設備的測定。
- c.不移除電纜線的測定。
- d.2014 年 7 月已開始拆除 UF₆ 建築物及收集房間。

另外，在拆除前對於廢棄物的調查與分類的準備工作如下：

- a.根據營運歷史區分廢放射性廢棄物及放射性廢棄物
- b.每一項設備亦根據放射性與否標示出來
- c.非放射性廢棄物區經調查後，如具放射性，就歸類至放射性廢棄物區。如確認不具放射性，則進行拆除作業。

d.放射性廢棄物區先經 UFx 盤點量測，然後進行 HF 含量判定。如無 HF，即進行拆除作業。如有 HF，採用水洗或利用濕空氣曝曬後再行拆除。

JAEA考量除役作業的風險，如電擊等，須優先處理



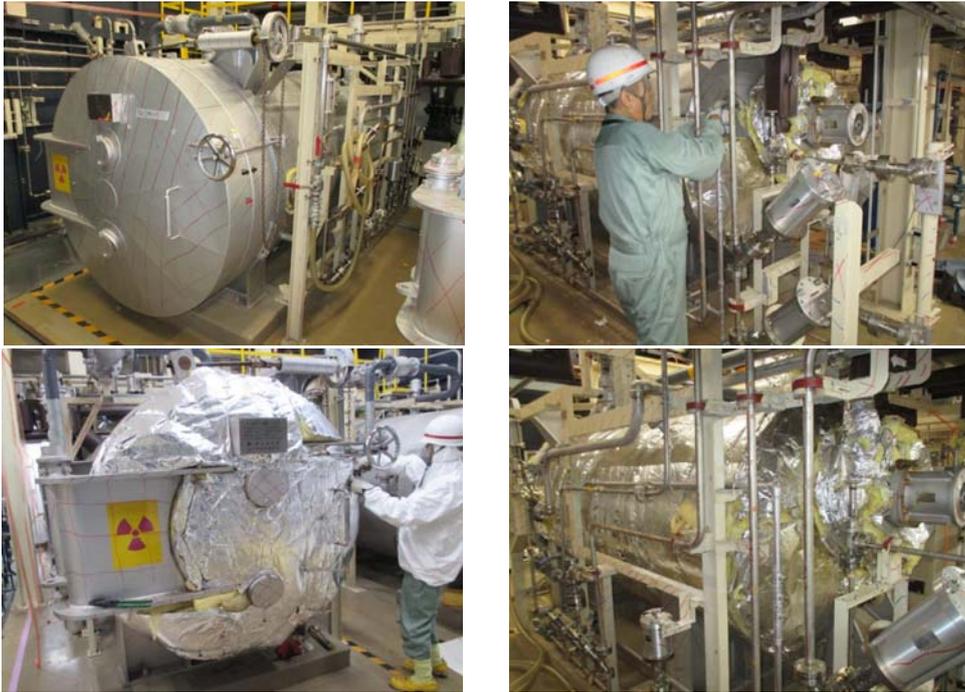
其次，JAEA執行電纜導槽或電纜架的拆除



下圖顯示為儀表拆除環境，盡可能將拆除後之零組件分類



下圖顯示為缺乏拆除環境的桶槽及容器，目前拆除工作目前進展中



下圖顯示將設施回收再利用的鋁，作成花床(flower bed)使用



下圖顯示回收的鋁製成花床再利用的消息在新聞媒體上報導

分離機廢材 花壇に再利用 岡山・鏡野
人形峠センター



除染した遠心分離機の金属廃材で作った人形峠環境技術センター内の花壇

日本原子力研究開発機構人形峠環境技術センター（岡山県鏡野町上斎原）は1日、ウラン濃縮用遠心分離機の解体で生じた金属廃材を除去し、再利用した花壇を公開した。放射能濃度は国の基準値を下回り、人体への影響はほとんどないという。

センターによると、国の方針で当面は施設内の利用に限られるが「遊歩道などにも利用し、安全性に対する国民の理解を深めたい。施設外でも使われるようになれば資源の有効活用につながる」としている。

金属廃材は、遠心分離機を包む容器（長さ約2メートル、重さ約70トン）に使われていたアルミ合金で、希硫酸に漬けて除染。原子力規制委員会

委員会の今年1月の測定で放射能濃度が安全基準（1坪当たり1ミリ以下）を満たした約10坪分を花壇に利用した。長さ約1メートルの円筒形240本を通路の両側に埋めてキリンソウとコスモスを植えた。

センターは濃縮ウラン生産を2001年3月に終了。施設内に残る数万基の遠心分離機（計約6千台）に付着した放射性物質を除去したり、工場などの解体を進めている。（小林貴之）



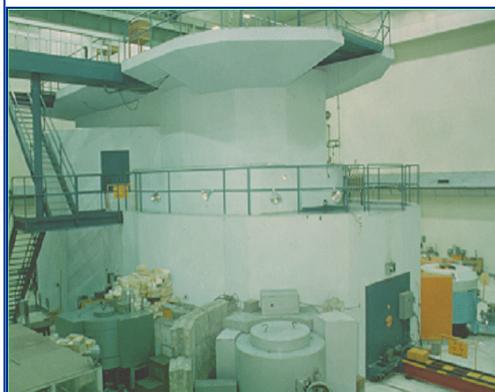
7.KRR 1&2 研究用反應器

(1)背景資料:

位於韓國首爾的 KRR-1 及 KRR-2 屬於研究型反應器，分別在 1962 年及 1972 年建造，設施除了反應器外，還有輔助廠房及花園等，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 ² :sec)	1 × 10 ¹³	7 × 10 ¹³
燃料	20%, U	70%, U
緩衝冷卻劑	H ₂ O	H ₂ O
反射體	graphite	H ₂ O
控制棒	B ₄ C	B ₄ C

(2)現況說明

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。

A.場址及建物偵測最後的狀態調查:

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 m³，殘留的污染值 Co-60 < 0.02 Bq/g、Cs-137 < 0.03 Bq/g。

除役計畫的最終目的是希望能無條件地使用場址及建築物，並將最終狀態調查報告(The Final Status Survey Report，FSSR)提交管制機關。

場址外釋準則如下:

- IAEA : 10 ~ 300 μSv/y
- US. NRC : 250 μSv/y
- U.S. EPA : 150 μSv/y

韓國根據國際標準，考量本身條件及需求，而訂定其外釋準則：100 μSv/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 6.5×10⁻² Bq/g、Cs-137 2.5×10⁻¹ Bq/g，另外也規定建築物的污染拭跡外釋標準 Co-60 5.18×10⁻³ dpm/100cm²、Cs-137 1.18×10⁻⁴ dpm/100cm²。

B.KRR-1 除役計畫程序

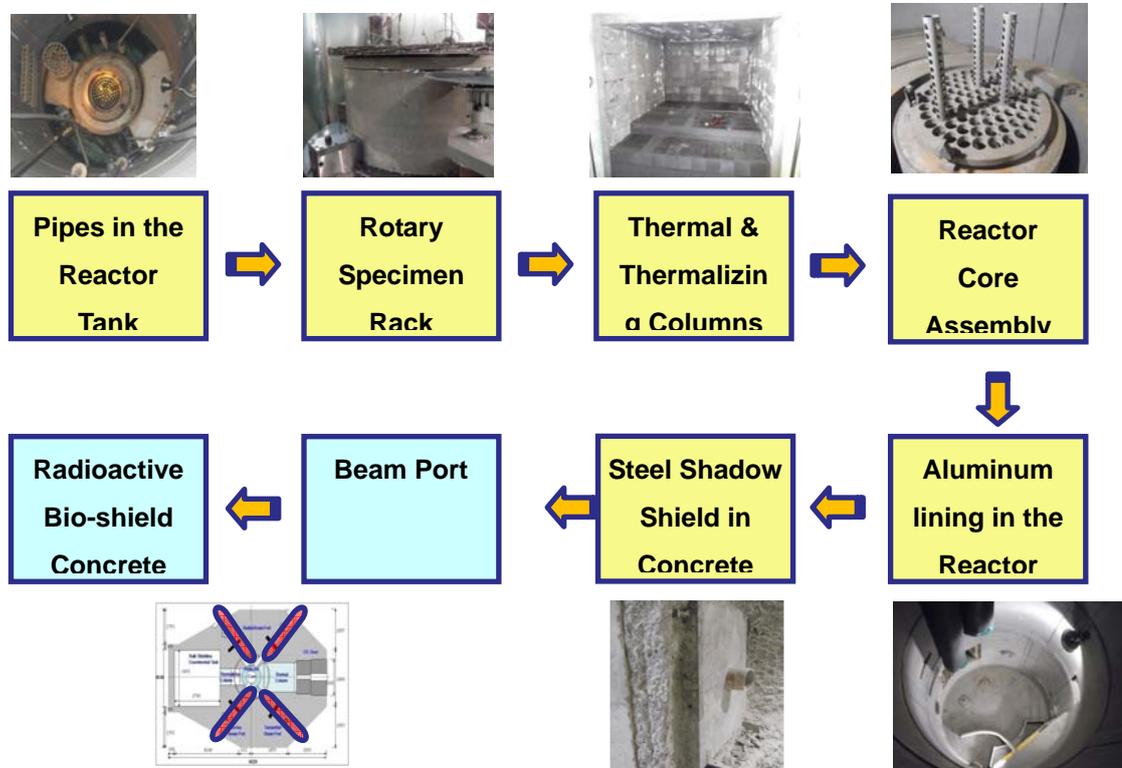
KRR-1 除役計畫自 2011 年開始到 2015 年，預算約 3.25 百萬美金，主要的除役活動包括

- 反應器結構拆除作業
- 移除管制區的混凝土屏蔽(沒有拆除全部的混凝土結構)
- 放射性廢棄物管理

- 現場建築物無限制釋出

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 ⇒ 放射性混凝土生物屏蔽。如下圖所示。

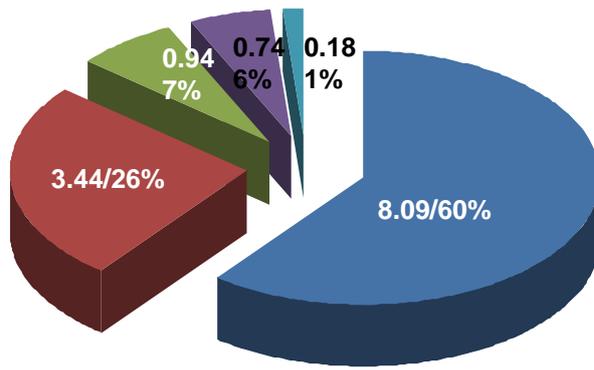


現已完成反應器之拆除相關工作，先行針對反應爐心及反射體結構固定之蛇腹及螺栓拆除，然後是控制棒之頂蓋、上下格柵網及橫樑等結構組件。至於反射體之拆除，則先將爐心送至特製容器內，接著以輪鋸手工方式切除反射體之外殼，取出反射體內之石墨貯存之，然後再將反射體之外殼切割貯存。

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活度達 8.05 Bq/g。

C.KRR-1 除役結果統計

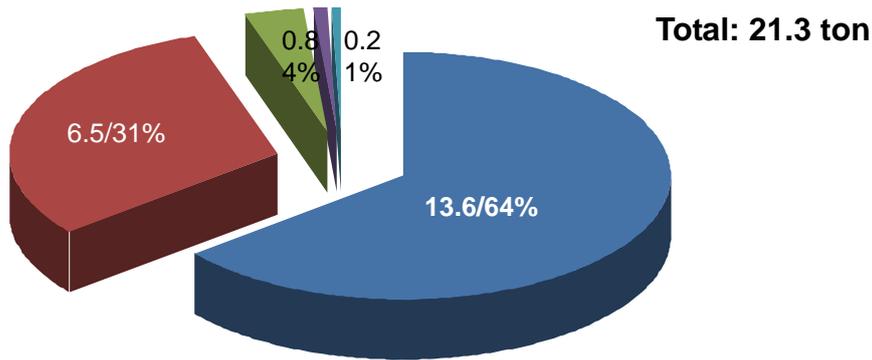
經統計 KRR-1 除役計畫之集體劑量為 13.39 man-mSv，各項工作之人員劑量及佔比統計如下圖所示:



Total: 13.39 man-mSv

- Radioactive Bio-shield Concrete
- Reactor Core Assembly & Reflector
- Thermal & Thermalizing Columns
- Rotary Specimen Rack
- Aluminum lining in the Reactor Tank
- Reactor Hall & Underground Pit Concrete
- Pipes in the Reactor Tank

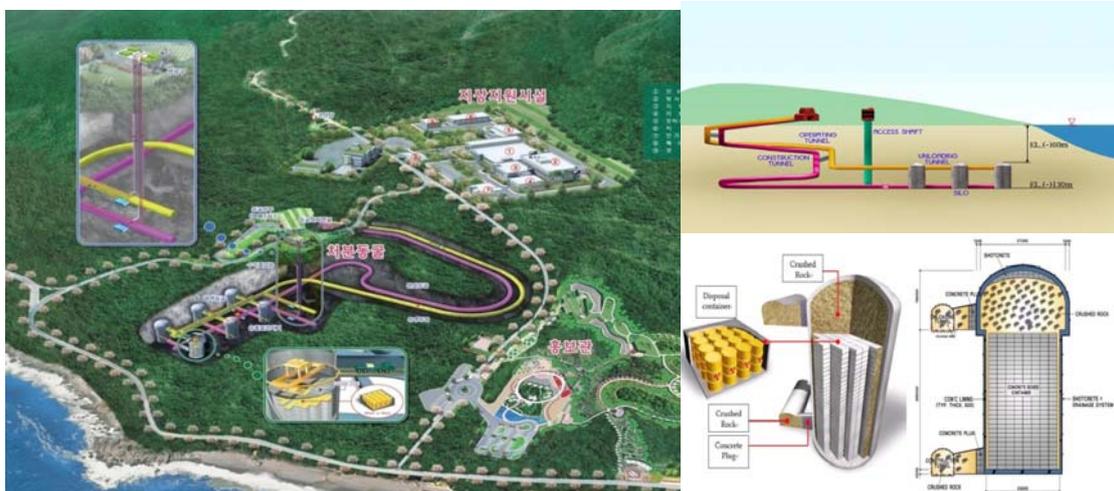
KRR-1 除役計畫產生的廢料總量為 21.3 噸，各項工作產生廢料之佔比統計如下圖所示：



- Radioactive Bio-shield Concrete
- Thermal & Thermalizing Columns
- Reactor Core Assembly & Reflector
- Aluminum lining in the Reactor Tank
- Pipes in the Reactor Tank
- Rotary Specimen Rack
- Reactor Hall & Underground Pit Concrete

D. 放射性廢棄物之最終處置

韓國位於慶州(Gyeongju)的中低放廢棄物最終處置場將於 2014 年建置完成，放射性廢棄物應可於 2015 年運送至處置場進行處置作業，估算處置成本約 10,000 US \$/drum。在最終處置場規劃上，第一階段容量為 100,000 桶(55 加侖桶計算)，規劃 6 個貯存窖，每個貯存窖容量 16,700 桶，貯存窖位於地下 130m，每個貯存窖內部空間直徑 24 m、高度 H50 m。而第二階段自 2016 年開始建造，其處置容量共 125,000 桶。



總結：

- 除役工作皆已完成，除了最終狀態調查。總共花費 7,274 人時及累積集體劑量 31.5 man-mSv(KRR-1 13.39 人-毫西佛)。
- KRR-1&2 的放射性廢棄物總共 1725 桶。然而這些可經由簡單的分類作業後使體積縮減 50%。
- 廠址及建築物可藉由法定程序釋出為非限制使用區域，可釋出的廢料也將外釋。

9. R2 計畫

(1)背景說明

SVAFO 是瑞典一家擁有四座核能電廠經營者的公司，該公司將 R2 研究反應器之除設計畫契約委託給 AREVA，R2 計畫具 50MW，在其服役近 45 年後於 2005 年庭主運轉，這是自 1980 年代後，發生在瑞典的第一宗反應器拆除計畫。

在與 AREVA 契約下，AREVA 已準備了一份完整的規劃書，包含計畫時程、偵測組件輻射強度，然後將其包裝在適合的貯存容器，如果管制機關核准的話，這些工作規劃在 2015 年第 1 季開始執行。

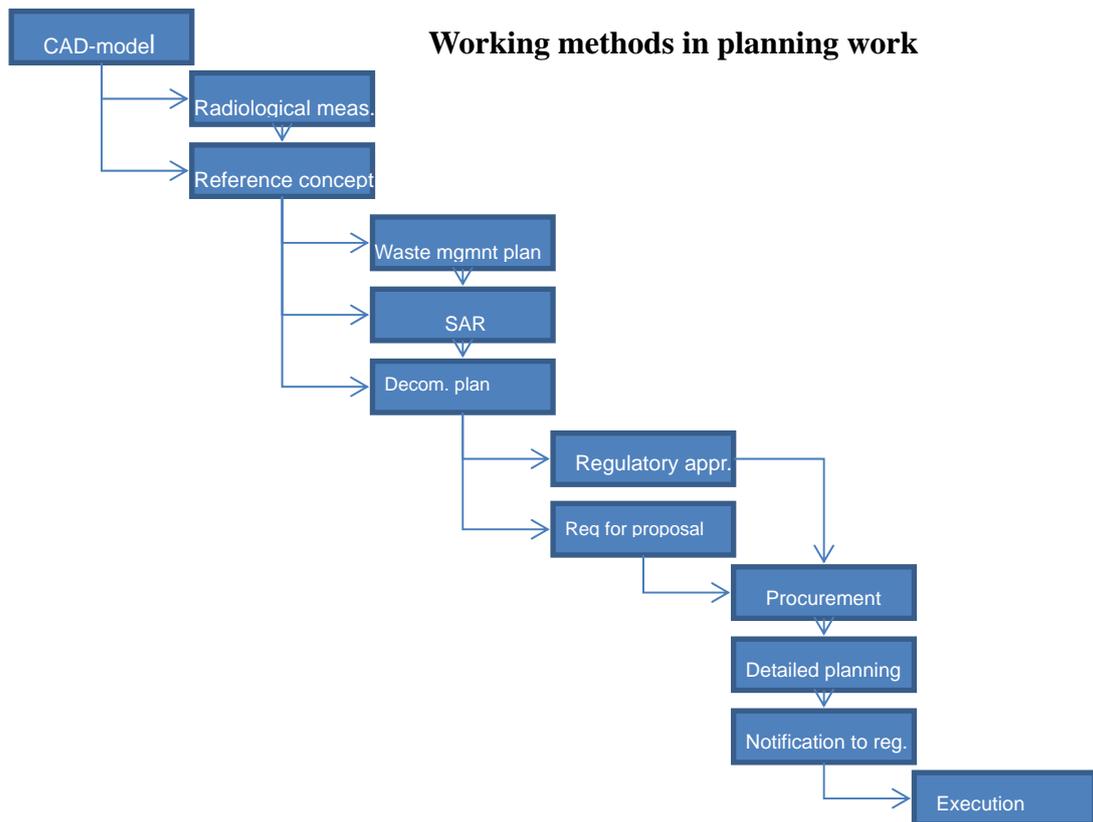
(2)規劃現況說明

A.面臨的挑戰

- 歷史及文件(研究設施)
- 汙染及活度狀況
- 放射性核種狀況
- 中子通量(高活度及高劑量率)
- 瑞典的第一次除役工作

B.規劃工作之作業方法

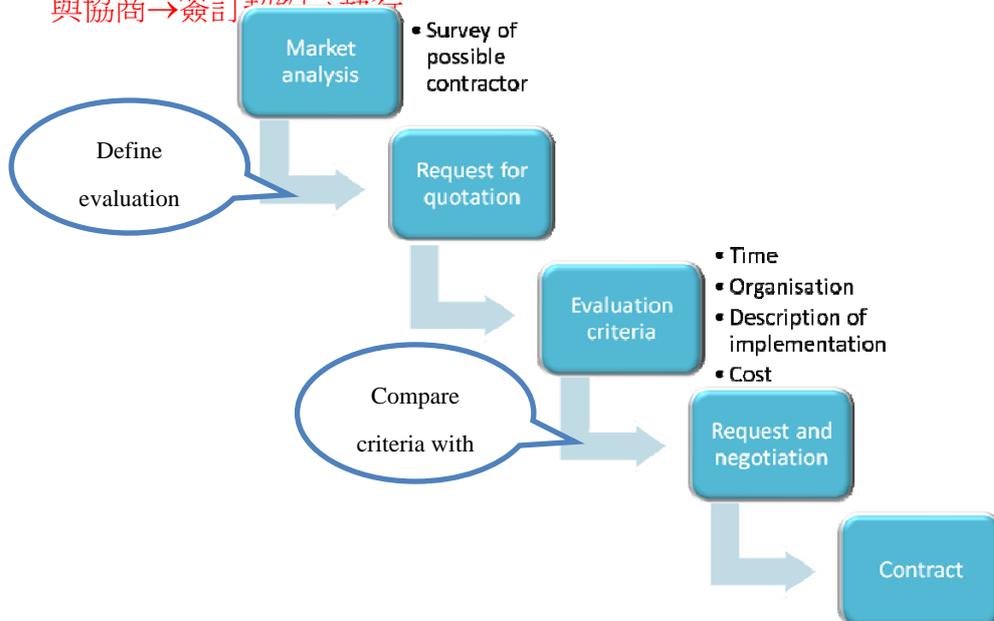
CAD 模式→輻射偵測，研提參考概念內容→研提廢料管理計畫、安全分析報告及除設計畫→法規符合性及計畫需求→辦理採購→研提細部計畫內容→通知管制機關→執行



39

C.採購程序

進行市場分析(調查可能的承包商)→定義評估需求及權重→廠商報價→研提評估準則(時間、組織、執行內容及成本)→報價內容與評估準則比較→需求與協商→簽訂契約、執行



D.Capta RFX 專家系統(採購)

CAPTA 是一套建立、收集及需求評估申請書及投標書製作的工具。R2 除設計畫

是這套系統的試驗計畫。投標商在 CAPTA RFx 系統中進行招標作業回覆、意見與訊息聯繫等，將使得招標規範能更符合需求，在確認所有需求皆得到回覆後，即正式函送給投標商。承包商判定準則如下：

Time	Organisation
<ul style="list-style-type: none"> • Delivery of material for application of phase 1 • On-site timeline 	<ul style="list-style-type: none"> • Over-all view • Individual competens • Backup for key competens • Subcontractors (collaboration, number)
Description of implementation	Price
<ul style="list-style-type: none"> • Technique: <ul style="list-style-type: none"> • Technical description • Safety • Quality • Description of: <ul style="list-style-type: none"> • Planning phase • Description of implementaion • Conclusion phase 	<ul style="list-style-type: none"> • Fixed price on specified work (reference concept) • Other costs (scope extension, amortisation)

結論

A.一般重要原則

- SVAFO 除役計畫的核批
- 所有階段的廢棄物處理
- 計畫中安全層級的改變
- 計畫與運轉的區分

B.準備階段

- 準備階段需耗費的時間
- 輻射問題&繪圖(mapping)
- 計畫成員(team members)的延續性
- 廢棄物處理路線和接收準則
- 設施及視覺(3D)的相關資訊
- 承包商市場與採購的相關資訊

C.營運階段

- 工作環境及輻射安全
- 計畫人員(personel)的延續性
- 計畫相關資訊及採購能力
- 輻射相關問題
- 除役相關的輻射防護
- 廢棄物流程(包裝、吊裝、運輸、排程、暫時貯存)

10. AECL Whiteshell 研究實驗室(WL)除役計劃

(1)背景說明

Whiteshell 研究實驗室(WL)擁有 60MW 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能設施，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工作。WL 除役計畫為加拿大首次的核能設施除役活動，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。目前正進行除役拆除(D&D)階段。

WL 除役策略目標包括:

- 所有在 WL 場址內之設施、廠房、建築結構物及土地等皆除役及環境復育。
- 為了除役廢料進行之特性調查、處理、貯存等而興建必要設施。
- 維持除役期間廠房及廢料貯存暫時的狀態。

(2)現況說明

A.B300 建築物的除役

2015 到 2016 年整體目標是建築物的拆除和回填，其總樓地板面積 8620m²。已完成工作部分包括受污染通風管路、污染土的挖除、外釋偵測調查，如附圖所示。

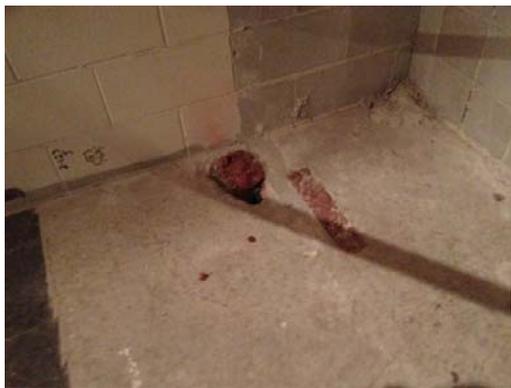


Cleanup of North Extension
2011-2013

AFTER

BEFORE

Total of 151,000 kg of
waste removed.



Total of 275,000 kg of
waste removed

Core Area Cleanout
2006-2011

Active Drain
Removal





Active Ventilation Removal
2011-2013

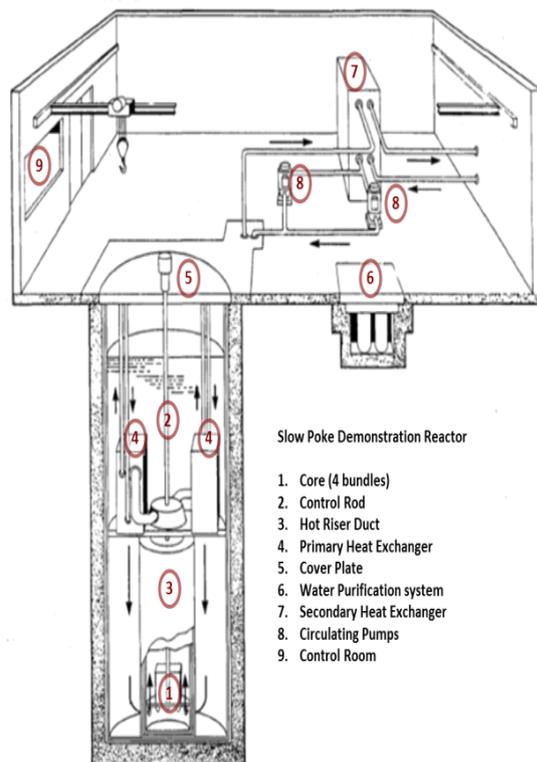
Total of 60,000 kg of waste removed



B.WR-1 設施除役

除役工作第一階段從 1990 年展開，反應器、支撐系統及基礎結構等之除役工作現狀為儲存與監管的過渡階段。WR-1 設施屬於已核准的 SWS 計畫之內，在這計畫執行的活動包括：清理、通風改善、工作人員職位與設備的改變等。

WR-1 設施之緩動作示範反應器(Slowpoke Demonstration Reactor, SDR)，如下圖。



SDR 將會被當作整體除役計畫的一部分一起被拆除。這個組件在 1980 年代後期建造，屬於 2MW 無壓力化燃料池之水冷卻反應器，在 1989~1990 年間營運 614 小時，在其除役工作的第一階段裡，包括燃料隔離移除及控制系統移除等。

WR-1 設施除役的第 3 最終狀態是指從監管單位完全釋出及設施完成除役工作。

在除役前研提之專業綜合研究報告內容包括：

- a. 移除反應器閥件。
- b. 移除管線及設備。
- c. 將放射性廢棄物運輸到設施外。
- d. 建築結構物除污。
- e. 拆除建築結構物。
- f. 場址復育到自然 “natural” 狀態。
- g. 除役計畫確認了 11 個工作包件。
- h. 工作規劃將發展拆除工作計畫及相關支持文件(像: JSSA, SJI, RWA)。
- i. 針對初始工作是營運終止、清理及石棉的撤除 (這是第 1 項拆除工作計畫)。
- j. 反應器的拆除與承包商合作。
- k. 部分建築物以包裹方式拆除。
- l. 減少廢棄物體積產生量(減廢、再利用)。

現階段展開的主要除役活動(2014~2015 年)如下:

- a. 除役計畫完成 (2014 年 10 月)。
- b. 石棉包括來自廠房非限制區材料的清除(2015 年 3 月)。
- c. 工作排程結構、成本估算及廢棄物估算(2014 年 7 月)。
- d. 廠房限制區內石棉拆除工作計畫 (2015 年 2 月)。
- e. 示範反應器拆除工作計畫 (2014 年 12 月)。
- f. 重水與氦系統移除工作計畫草案(2015 年 3 月)。

下一階段主要的除役活動(2015~2016 年)如下：

- a. 廠房限制區內石棉拆除工作(2016 年 3 月)。
- b. 示範反應器拆除工作(2016 年 3 月)。
- c. 提報重水與氦氣系統移除工作計畫送管制機關審查與核准(2015 年 5 月)。
- d. 非必要工作人力安置之規劃(2015 年 4 月)。

2014 年現址照片，以及未來在 2020 年及 2028 年預期之場址照片如下所示：

2014 年場址照片



2020 年場址照片



2028 年場址照片



11. TRR 除役計畫

(1) 背景說明

台灣研究反應器(TRR)屬於 40MW 重水式、水冷式反應器，反應器在 1988 年停止運轉，設施系統包括重水系統、冷卻系統、中子實驗設施等已經拆除，反應器以一個組件方式在包裝後於 2002 年移除，現在安全貯存中。

(2) 現況說明

主要的除役活動包括：

- 用過燃料池清除。
- 反應器安全貯存。
- 各種其他污染設施及組件拆除。
- 大部分用過核燃料已經移除，另一部分 39 束有破裂的燃料仍貯存在燃料池中，因為鈾碎片已經蔓延到池中，污染水池並導致產生高活度的樹脂。
- 污泥與具大小 0.2-300 μm 的鈾碎片(大部分是氧化物, UO_x)混合在一起。
- 主動過濾程序沒有解決全部問題，超過 20 μm 的碎片已被濾除在過濾器罐內。一個重力沉澱法用來收集含燃料碎片的污泥並逐步地改善水池狀況。

A. 燃料池清除

TRR 燃料池是一個鋼筋混凝土結構且無內襯，建造於 1973 年，容積 980 m^3 。燃料池結構條件的潛在風險是目前主要的考量。移除燃料池中受污染物質是 TRR 計畫的主要里程碑。

目前移除情形如下表所示：

Item	Quantity	Radioactivity / Contact Dose Rate	Status
Spent Co-60	859 pcs	3.2×10^5 Ci	Removed
Spent filter	250 pcs	1 mSv/h – 50 mSv/h	Removed
Fuel canister	99 pcs	0.5 mSv/h – 50 mSv/h	Removed
Fuel flow tube	4800 pcs	0.8 mSv/h – 20 mSv/h	Removed
Spent fuel and test rod	39 pcs (ruptured)	1.0×10^6 Ci	Removed
Sludge with fuel debris	150 Kg	1.2×10^5 Ci	Cleaning
Resin	10 m ³	2200 Ci	Removed
Pool water	926 m ³	100 Ci	Cleaning
Pool structure	Surface area 1100 m ²	-----	Cleaning

B. 用過核燃料安定化及中期貯存

39 個金屬鈾燃料束貯存於燃料池中。鋁燃料包覆材及密封罐由於長時間貯存於水底而劣化。濕氣跑入受劣化的用過核燃料密封罐。TRR 用過核燃料如考量直接乾式貯存，用過核燃料鈾金屬在與空氣或濕氣接觸後通常會與氧反應。由於鈾分裂的不可控制氧化反應 UH_3 的散布而可能造成風險。因此，氧化-安定化程序 (oxidation-stabilization process) 的發展，將被用來降低中期貯存階段用過核燃料產生化學反應的風險。

- 形成穩定化學物(U_3O_8)將會被包裝在密封罐(canister)中，並裝載於認證過的水平屏蔽桶(certificated horizontal shield casks)來作為中期貯存。
- 用過核子燃料已在 2014 年第 1 季完成中期貯存作業

氧化-安定化程序如圖示



經驗回饋：

- 切割過程中由於金屬鈾產生不受控制的氧化反應 UH_3 ，而發生自燃現象 (Spontaneous combustion)，所以安全監測是必要的。氫噴佈可被用於阻絕在熱室內產生氧化反應條件的情形。
- 熱室空調通風系統及機械手臂在運轉中需要付出特別的關注。
- 在程序進行前後為了材料結算而已發展非破壞檢測方法，這在整個計畫時程中佔了很大一部份。

C.TRR 污染廢樹脂的盤點

污染廢樹脂主要因為執行水柱清洗、超音波清洗等，而採用離子交換程序處理污染廢水而產生，使用機械處理無法有效達成。這些廢樹脂可歸類為超 C 類廢棄物，故為了儘可能減輕用過核子燃料池的風險，所採取的策略是移除、重新包裝及貯存在貯存庫中。

D.含有用過核子燃料碎片的污泥

污泥與鈾碎片混合，其中估計鈾約 150kg，大部分是氧化物型態 UO_x ，大小約 0.2-300 μ m。利用重力沈降法收集污泥，並漸進式的改善淨化池水，目前收集約 150 kg 散佈在燃料池內的鈾碎片及 500 l 的污泥(200 桶，2.5 l/桶)，估計現已完成污泥取出約 90%。採用的策略是將設計與執行儘可能保持彈性。至於污泥與粉末也以與廢樹脂安定化及中期貯存相同的程序進行處理。

用過核子燃料由燃料池移除，在 2014 年 9 月已經運送 50 桶至熱室內，預計 2016 年第 2 季可完成。另外，用過核子燃料安定化之熱測試已完成，安定化程序的執照申請也正在辦理中，預計在 2016 年第 4 季完成。

總結

- 破裂的用過核子燃料(燃料池污染的來源)已完成安定化 U_3O_8 及中期貯存。含燃料碎片的污泥同樣也經過安定化程序。
- 高污染樹脂使用池水當作緩衝液來清除鬆的附著性汙染，以降低後續處理上的困難。目前已經完成包裝及從池中移除。
- 清理汙染水及污泥收集過程，係使用簡單設計原則來降低二次廢料，這在 TRR 計畫特定案例中已得到正面的成果。
- 在主要的污染源移除後，燃料池的清除工作期望在 2016 年完成。

12.金山核能電廠

本次會議為本公司以金山核能電廠為計畫名稱，正式加入經濟合作發展組織所屬核能署之核設施除役計畫後，第一次派代表參加技術諮詢組(TAG)會議，本次會議由核後端處蕭向志組長及核發處丁宇組長代表本計畫出席會議，會議中由核發處丁宇組長簡報本公司金山核能電廠除役計畫相關規劃準備作業之執行現況，內容除針對除役計畫之內容及規劃作重點說明外，亦針對除役執照申請相關之現場調查及研究開發獲致的成果，作較為詳細的說明，簡報完畢後並對在座會員代表之提問，逐一詳實回答。簡報資料詳如附件三。

3.3 參訪義大利Caorso核電廠除役作業

本次參訪位於米蘭南邊約 50 km 處之 Caorso 核電廠，由義大利 SOGIN 公司國際事業部處長 Mario Lazzeri 先生、Caorso 核電廠廠長 Sabrina Romani 女士、高級顧問 Ivo Tripputi 先生及 Giuseppe Bolla 先生，以及電廠經理 Ugo Papi 先生等人接待。參訪行程如附件二所示。

Caorso 核電廠位於湖邊，屬於 Mark II、BWR 4 之機型，一部機 860MWe，Caorso 電廠自 1970 年開始建造，1977 年達到臨界，1986 年停止運轉，僅運轉 5 年，經過封存作業最後在 1990 年決定永久終止運轉，用過核子燃料在 1998 年移除經船運送法國 AREVA 再處理廠。而在 1999 年成立 SOGIN 公司負責後續核設施的除役作業。Caorso 電廠在 2001 年提出除役申請，2003 年提交環境影響評估，直到 2008 年政府才核准環評。而除役計畫在 2014 年 2 月方獲核准。義大利政府在 1987 年舉行公民投票表決國家核能政策，最後政府在 1990 年通過廢核。摘要討論如下：

1. 義大利管制機關與台灣一樣，除役前須提交除役計畫，但僅為全貌性的陳述，至於複雜的研究及細節另提交專案報告核准。
2. 由於義大利在車諾堡核能事故後就關閉所有的核能電廠，因此核能設施除役費用係由義大利境內每戶每年收取 2 歐元來支應，並成立 SOGIN 公司負責全境內 4 座核能電廠及 4 座核能設施之除役工作，經預估所有的除役成本(目標:綠地)約 38 億歐元，如加上後續復原的綠地公園及國家處置等工作 25 億歐元，則費用達 63 億歐元。
3. SOGIN 公司除役工作持續進行中，預估在 2016~2017 年間員工人力會達到高峰，約 1500 人。目前在廠內有 107 名員工，明年會再增加。但其除役工作最大的問題是熟悉電廠的工作人員非常少，當年 Caorso 電廠停止運轉後絕大部分員工就轉到其他行業，已經無法找回該等關鍵人力，因此 SOGIN 公司聘用當年曾經當過廠長的 Giuseppe Bolla 先生擔任高級顧問，指導目前在電廠的工作人員相關布置及程序等專業內容。
4. 在義大利核能議題相關之利害關係人非常複雜。
5. 根據 Caorso 核電廠除役經驗，低放射性廢棄物之 60% 來自電廠除役。另外 40% 來自醫院、工業及研究機構。
6. 為了溝通及宣導，2008 年 SOGIN 公司在 Caorso 電廠所在的小鎮 Caorso 設立一座核能學校，有來自義大利各地方的學生等來接受核能相關之輻防、核能安全及環境相關之訓練課程。
7. 除役期間產生的放射性廢棄物預計在 2019 年在處置場完成後開始直接送處置場進行處置。
8. Caorso 電廠預計在 2026 年前完成除役活動達到棕地(brown field)，而在 2027 年達到綠地(green field)的最終目標。最終的狀態會影響除役計畫的規模與進

展。因為除役是非常花錢的，如沒計畫完善可能影響除役整體成本。

9. 員工的籌備是一重要議題，除役作業與運轉不同，須先經訓練且除役相關訓練是在課本上找不到的，因為運轉只需要根據程序書所要求步驟一步一步執行即可，但每一項除役作業可能因為安全性不同，需要改變作業方式與步驟，而不能墨守成規。SOGIN 公司已經在 Caorso 成立訓練學校。另一項重要議題是引進適合的承包商，而且要在每一時間裡教育承包商工作風險的問題。
10. 最快的除役是最佳的除役方式，因為人力與財物的支出是最少的。
11. 除役活動讓利害關係人來看也是除役計畫中必要的一環，讓其了解除役活動的手段與方法，讓其關切的除役事項變成透明化。
12. 除役活動及拆除作業相關摘要
 - (1) 目前 Caorso 電廠一次側已完成除污。燃料池在在進行除污工作及完成除污之用過核子燃料框架切割裝桶作業。
 - (2) 氣渦輪機廠房再拆除汽機後規劃改裝成廢棄物貯存庫，及規劃成零組件除污設備(使用磷酸浸泡除污、超音波除污)及切割工場，其中切割機械有大有小，也有噴砂場、高壓水柱清洗房，並保留吊車供大組件吊運。另外規劃一無污染區暫置一般廢棄物非放射性廢棄物廢棄物。
 - (3) 污泥漿(含鐵之氧化物及懸浮物)送至熱解工作佔進行濃縮作業使污泥變成餅狀物。
 - (4) 3D 模型的發展有其必要性，有利拆除工作之模擬與推展。
 - (5) 無污染系統設備組件已除役。
 - (6) 廢棄物中期貯存(緩衝區)係利用現有之建築物。
 - (7) 當天參訪現場時在燃料池區域工作人員正在操作長柄刷加水進行格架除污工作，另一組人再另一燃料池將已除污之格架進行拭跡取樣，俾確認污然值。
13. 最後提到未來 SOGIN 公司與台電公司可能合作的機會，如在除役排程上如何安排是可節省作業時間、是最適當的，另外如除役計畫的協助審視等。至於技術上的輸出就須與 SOGIN 總公司討論。SOGIN 公司歡迎台電公司的來訪與保持聯繫，因為廠長表示” to see, you believe it.”。

肆、心得與建議事項

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。2013 年 5 月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，但仍須通過管理委員會理事會議正式審查核准，並依除役合作計畫同意書之規定須經所有會員同意後始能正式加入核設施除役合作計畫。同年 11 月 21-22 日之管理委員理事會議在法國 Issy - les - Moulineaux 的 NEA 辦公室舉行，經本公司再次提出報告強調金山電廠除役計畫加入該合作計畫之強烈意願，並在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目前規劃情形，並特別說明金山電廠的獨特性，以及為完成我國核能主管機關原能會要求須於 104 年提報除役計畫書，特別提出 4 大類共計 38 項的研究評估與分析計畫，未來將對 CPD 會有很大的貢獻。
2. 經會議主席以及與會代表同意本公司之申請入會案，但由於我國非屬 OECD 會員國，依據 CPD 協議書第 9 條之規定，本公司之入會案需獲得全數會員的同意後方能正式加入 CPD，即核設施除役合作計畫。未參加本次經營委員會會議之會員投票部分，由 NEA 主辦部門書面通知表示意見，經 NEA 主辦人員三輪的催促下，終於在 2014 年 6 月 9 日接獲 NDA 的正式通知同意台電公司以金山電廠除役計畫名義加入 CPD。
3. 由於加入 OECD-NEA-CPD 國際組織誠屬不易，建議積極參與該國暨組織之活動，累積除役技術及經驗，因為除役活動的時程規劃與對現場的了解都非常重要，可能節省除役成本達數億、甚至數十億元。

4.2 關於各會員除役計畫簡報內容

1. 建議應避免發生土壤污染事件，如不幸發生，土壤整治是絕對必要的而且可能影響土地復育之時程。
2. 為因應特殊的除役活動，可能需要獨立發展適合該設施之應用機具或應用軟體。甚至生物屏蔽之拆除概念亦有可能因為使用工具的不同，而需要修正原定程序與步驟，建議在規劃階段就必須由所建立之 3D 模型仔細檢討。
3. 建議除役活動所產生的無污染廢棄物或一般事業廢棄物等，遵循外釋計畫辦

理外釋是絕對必要的。

4. JANYS R1 的除役作業經驗，得知除役排程非常重要，領導人的貫徹執行也是非常重要，其除役計畫推動延誤，造成廢料增加，計畫管理差，相對成本提高，當局只好更換計畫經理。
5. 除役工作的傳承是相當重要的，工作人員的年齡分布是重要經驗傳承相關的，資料的保存與建檔也是相當重要的工作。建議除役活動除了對設備的規劃外，對人的規劃與檔案資料庫等保存皆須審慎規劃。
6. 除役活動通常著重在放射性廢棄物上，實際上非放射性的有害事業廢棄物的處理亦應規劃與關切，所以納入環保的概念也是除役活動重要的一環。
7. 因除役計畫而新建的設施獲得相關主管機關核准，也是除役計畫成功的關鍵。而外釋計畫則與利害關係人有密切關係，需要密切的溝通與協調。
8. 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。
9. 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，建議在事前的規劃與實體模擬作業是相當重要的且必須的。
10. 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，因這部分關係到除役活動是否能順利推動，在台灣的生態環境裡尤其重要，建議在規劃階段就必須考量此等設施或空間的需求性。

4.3 關於參訪義大利 Caorso 核電廠

本次出國應義大利 SOGIN 電力公司國際事務執行長 Tripputi Ivo，同時也是現任 CPD 主席的邀請，就地緣之便順道前往正在進行除役作業的 Caorso 核能電廠參訪，Caorso 電廠與本公司目前正在進行除役規劃的金山電廠，在設計上同屬於沸水式核能機組，SOGIN 公司在核電廠除役所累積的技術與經驗，對本公司日後在推動除役的規劃與準備上，應頗具參考與學習的價值。我國核能除役法規管理策略方針亦要求業者應積極尋求國際合作及參與國際會議，以汲取除役相關技術與經驗。建議透過派員參與訓練或實務研習的方式，向 SOGIN 電力公司學習核電廠除役相關知識與技術，以增進與國際核能業界之交流。

TAG 57 Ispra – Italy 13th – 17th October 2014

Meeting Agenda

Status report durations are shown as requested by presenters with 5 minutes added for discussion. Timing is for guidance only. Agenda items have been taken out of sequence to make the best use of time but may be changed on the day.

Monday 13th October				
08.00		Coach collection from Hotel Con Azzura (08.10 from the Belvedere) – security scrutiny		50
08.50	1a	Assemble for meeting		10
09.00	1b	Welcome by the Ispra Site Director	Mr. Dan Claudiu Chirondojan	10
09.10	1c	Welcome Presentation by the Ispra site Nuclear Decommissioning Unit Head	Mr. Thomas Kirchner	15
09.25	1d	Welcome, organisational announcements	Francesco Basile	5
09.30	1e	Welcome and response by TAG Chairman	Robert Walthery	5
09.35	1f	Round-table introductions and organisational announcements.		15
09.50	2	Approval of agenda	Chairman	5
09.55	3	Chairman's, Co-ordinator's Remarks and Opening Business	Chairman, Coordinator	5
10.00	Coffee Break			20
10.20	4	Summary Record of TAG 56	Chairman, Coordinator	5
10.25		Report on proposal for a Joint ISOE/CPD Working Group on Radiological Protection Aspects of Decommissioning Activities in Nuclear Facilities	Chairman	5
10.30		TAG Knowledge Base/Specification for cloud storage system	Coordinator	15
	6a	Status Reports from Fuel Facilities:		
10.45		i. WAK	Joachim Dux	30
11.15		ii. UP1	Eric Cantrel	35
11.50		iii. Reprocessing Facility	Ryuji Mimura	25
12.15	Break			105
14.00		iv. ITREC U-Th reprocessing plant	Giuseppe Pastore	15
14.15		v. Ispra	Francesco Basile	20
14.35		vi. Eurochemic	Bart Ooms	50
15.25	Coffee Break			20
15.45		vii. B204 & B243	Steve Slater	20
	6b	Status Reports from Reactor Facilities		
16.05		i. Whiteshell	Brian Wilcox	20
16.25		ii. WAGR,	Steve Slater	15
16.40		iii. TRR1&2	Hong-Bin Chen	20
17.00		iv. Studsvik R2 and R2-0	Robert Hedvall	15
17.15		v. KRR 1 and 2	Jeikwon Moon	30
17.45		Organisational announcements	Francesco Basile	5
18.00	Adjourn – Coach return to hotels			
	Free evening			

Tuesday 14th October				
08.00		Coach collection from Hotel Con Azzura (08.10 from the Belvedere)		30
08.30		Assemble and announcements	Chairman, Host	05
	6b	Status Reports from Reactor Facilities - Continued		
08.35		i. KNK	Anja Graf	30
09.10		ii. Jose Cabrera	Manuel Ondaro	35
09.45		iii. Fugen	Koichi Kitamura	25
10.10		Coffee Break		20
10.30		iv. Chinsan NPP	Yu Ting	25
10.55		v. Brunsbuttel	Hermann Langer	20
11.15		vi. Bohunice V1 NPP	Martin Macasek Eva Hrasnova	35
11.50		vii. Bohunice A1	Roman Strazovec	20
12.10		viii. Barseback	Hakan Lorentz	30
12.40		Break		80
	7	New Projects (status):		
14.00		i. Danish Decommissioning – Riso National Laboratory	Coordinator	05
14.05		ii. Sellafield Ltd: Active Demonstrators	Coordinator	05
14.10		iii. A.A.Bochvar Institute (JSC VNIINM) request to join CPD - Leonid Sukhanov	Coordinator	05
	8	Task Groups:		
14.15		i. Task Group on Site Restoration	Coordinator	05
14.20		ii. Task Group on Recycling and Reuse of Materials	Coordinator/TG Chairman	20
	9	Country Reports:		
14.40	9a	The ISOE program and plans for the proposed Joint Working Group with CPD	ISOE Vice-Chairperson Dr. Swen-Gunnar Jahn (ENSI, Switzerland)	30
15.10	9b	Discussion of the proposed joint working group CPD/ISOE: Aims and objectives Timescale Information for exchange Scope of work Outputs Volunteers	TAG members	30
15.40	9c	Decision on whether TAG members are willing to support the proposed working group.		10
15.50		Coffee Break		30
	10	Topical Session – Dose Management in Decommissioning and the ALARA principle		
		Members presentations		
16.20		i. CEA	Jean-Guy Nokhamzon	20
16.40		ii. Dismantling of core components at Forsmark 2 – case study – dose planning and output	Claes Johansson	15
16.55		i. Dose management at AECL Whiteshell Labs	Brian Wilcox	20
17.15		ii. EWN - KNK	Anya Graf	20
18.00		Adjourn – Coach return to hotels		

Wednesday 15th October				
08.00		Coach collection from Hotel Con Azzura (08.10 from the Belvedere)		30
08.30		Assemble and announcements	Chairman, Host	05
	10	Topical Session – Dose Management in Decommissioning and the ALARA principle - <i>continued</i>		
		Members presentations		
08.35		iii. EWN - WAK	Joachim Dux	20
08.55		iv. Dose management and ALARA practices at Belgoprocess	Bart Ooms	20
		v. JC NPP D&D ALARA PRINCIPLE APPLICATION	Manuel Ondaro	20
08.30		Discussion		30
09.00	11	Future meetings of the TAG	Chairman	15
		i. TAG 58, May 2015 - AVR,		
		ii. TAG 59, October 2015 – Bohunice		
		iii. TAG 60 To be agreed (Belgoprocess)		
09.15	12	Closing remarks.	Chairman	10
		Meeting continues as necessary		
10.00	Coffee			
		Meeting continues as necessary		
12.30	Break			
		Meeting continues as necessary		
14.30	Adjourn - Transport to hotels			
	Free Evening			

Thursday 16th October Visit to JRC Ispra		
	Coach collects delegates at hotel. Collection time will be confirmed on Wednesday	
am	Presentation on next visit	
	Visit to the waste management area (TAG projects and in particular the management of the liquid waste)	
Break		
pm	Presentation on next visit	
	Visit to the dismantled FARO fuel melting facility	
16.45	Coach for return to hotels	
Free Evening		

o

Friday 17th October		
	Coach collects delegates at hotel. Collection time will be confirmed on Wednesday	
	Visit to the ESSOR research reactor in which pre-decommissioning activities are taking place.	
	Lunch available outside meeting room	
	Delegates will be transported to the airports/station as required	
14.00	Coach for return to hotels (for those staying until Saturday)	

AGENDA

Taipower – Sogin meeting

Monday, October 20th 2014

9.30 - 16.00

Participants:

Taipower: Mr. **James (Yu) Ting** - Corporate Nuclear Chemistry Section Chief, Mr. **Hsiao Hseun-Chi** Chinshan NPP Backend Department

Sogin: Mr. **Mario Lazzeri** – International Affairs Director, Mrs. **Sabrina Romani** – Caorso Site manager, Mr. **Ivo Tripputi** – Senior Consultant, Mr. **Giuseppe Bolla** - Senior Consultant (TBC) and Mr. **Ugo Papi** – Senior Consultant

7.30 - 9.00	Pick-up of Chinese hosts in Milan by Sogin car and trip to Caorso NPP	Bbsanmartino Via Rasori 11, Fiera Milano city, 20010 Milan, Italy (Phone: +393336219721)
9.00 - 9.15	Expected arrival at Caorso plant and entrance procedures	Caorso plant security entrance
9.30 - 9.45	Welcome addresses by Site Manager	Mrs. Romani and Mr. Ting Meeting room
9.45 - 10.15	Taipower presentation of Chinshan plant and decommissioning project	Mr. Ting
10.15 - 10.30	Short introduction of Sogin Group	Mr. Tripputi
10.30 - 11.00	Status and program of Caorso NPP decommissioning project	Mr. Tripputi
11.00 - 11.15	Coffee Break	
11.15 - 11.45	Lessons learned in the decommissioning project	Mrs. Romani
11.45 - 11.50	Welcome Address by Sogin CEO	Mr. Riccardo Casale
11.50 - 12.00	Welcome address by International Affairs Director	Mr. Mario Lazzeri
12.00 - 12.15	Discussion on similarities and differences of the two plants	All
12.15 - 13.30	Lunch	Plant cafeteria
13.30 - 15.30	Caorso NPP technical tour	
15.30 - 16.00	Potential cooperation items and future actions, Wrap-up	All, Meeting room
16.00 - 17.30	Return to Milan hotel by Sogin car	

Application for Decommissioning License and Decommissioning Planning for Chinshan Nuclear Power Plant



Taiwan Power Company

1

Outline

- **Overview**
- **Regulatory Requirement and Scheduling**
- **Characteristic Site Survey**
- **Decommissioning Waste Inventory Estimation**
- **Research & Development Program**
- **Project Status Report Summary**

2

Overview

Overview of Nuclear Power Plants in Taiwan



CS (1978)

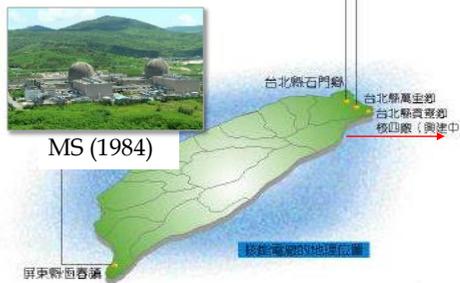


KS (1981)



MS (1984)

屏東縣恒春鎮



LM (under construction)

Overview of Chinshan Nuclear Power Plant

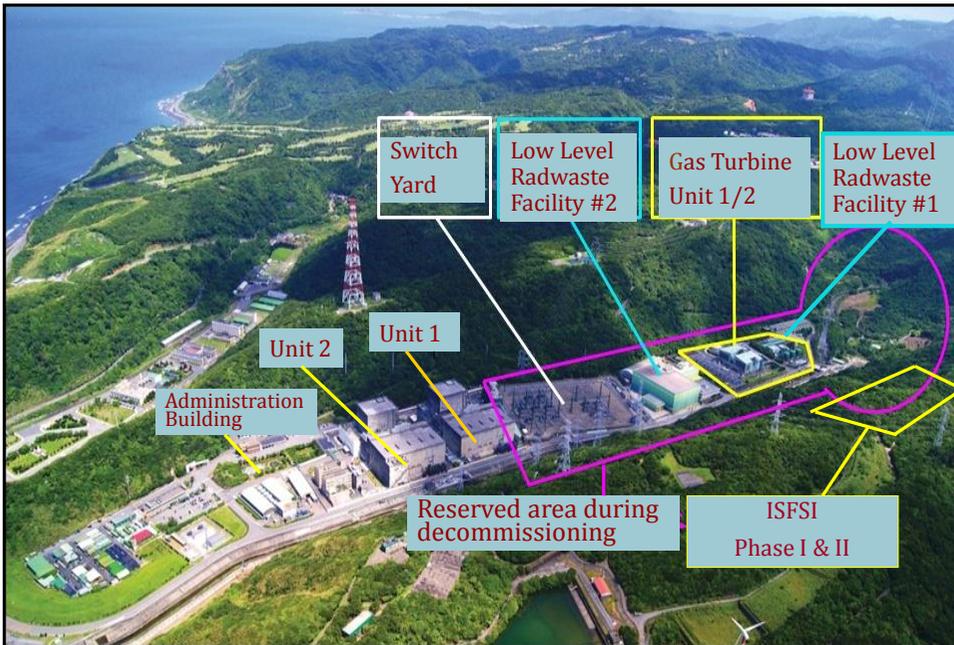


Geographical Location



- Chenghwa, Shimen District, New Taipei City
- The northeast coast of the island

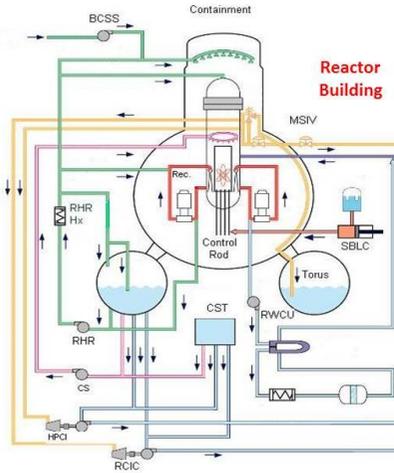
5



Overview of Chinshan Nuclear Power Plant

6

Overview of Chinshan Nuclear Power Plant



Chinshan Nuclear Power Plant		
Reactor Type	BWR-4 (GE)	
Turbine Manufacturer	Westinghouse	
Containment Type	Mark-I	
Thermal	1804 MWt	
Electric	636 MWe	
	Unit 1	Unit 2
Commercial Operation	since 1978.12.06	since 1979.07.16
License Expiration Date	2018.12.05	2019.07.15

7

Regulatory Requirement and Scheduling

8

National Energy Policy after Fukushima Event

Declared by President on November 3, 2011 :

- **Ensure safety of nuclear energy**
- **Develop environment -friendly low-carbon green energy production**
- **Steadily reducing the dependence on nuclear power and move gradually towards nuclear-free homeland**
- **Each of existing operating nuclear power plants will be decommissioned when its 40-year operation license expires**

9

Regulations

- **Nuclear Reactor Facilities Regulation Act** (2003.01.15 revised)

Article 21

The decommissioning of nuclear reactor facilities shall adopt **the method of dismantlement** and shall be completed within the period prescribed by the competent authorities.

Article 23

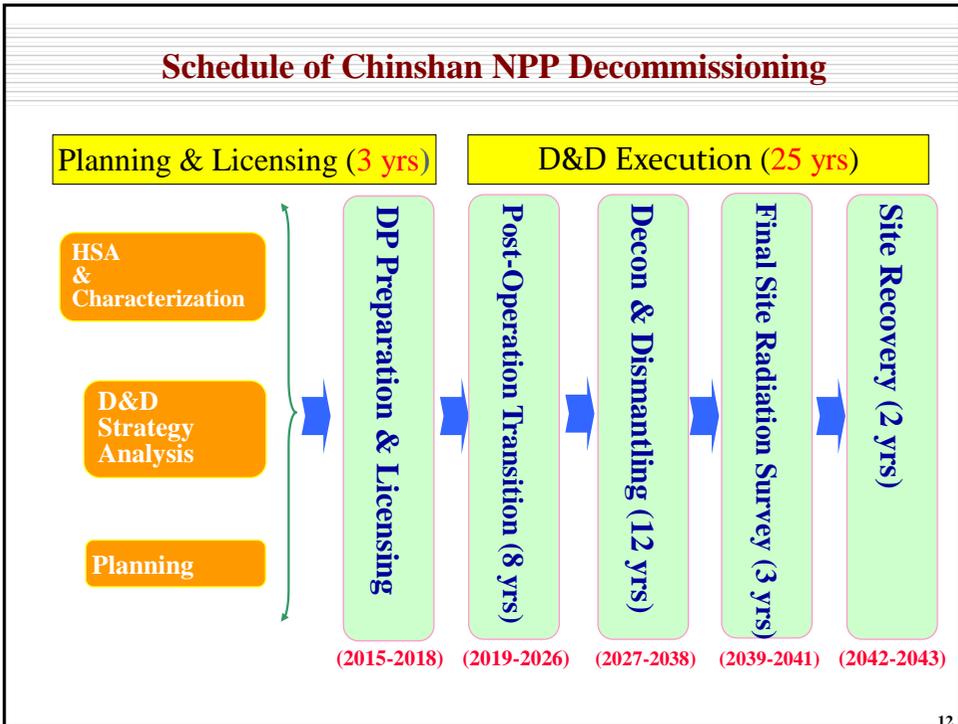
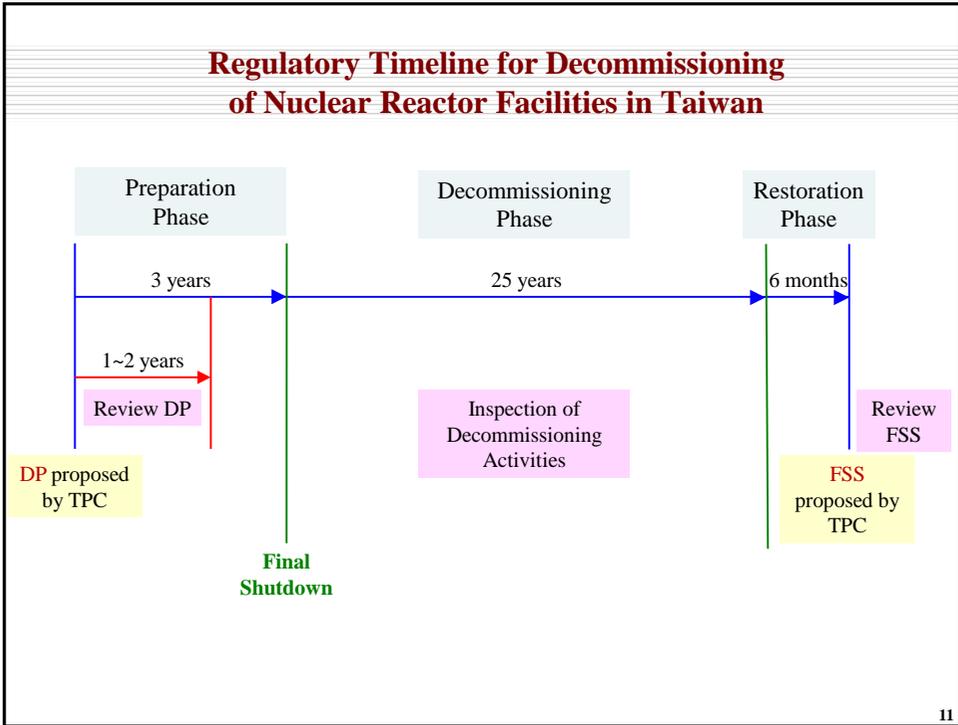
The decommissioning plan referred to in the preceding Paragraph **shall be submitted by the licensee three years prior** to the scheduled permanent cessation of operation of nuclear reactor facilities.

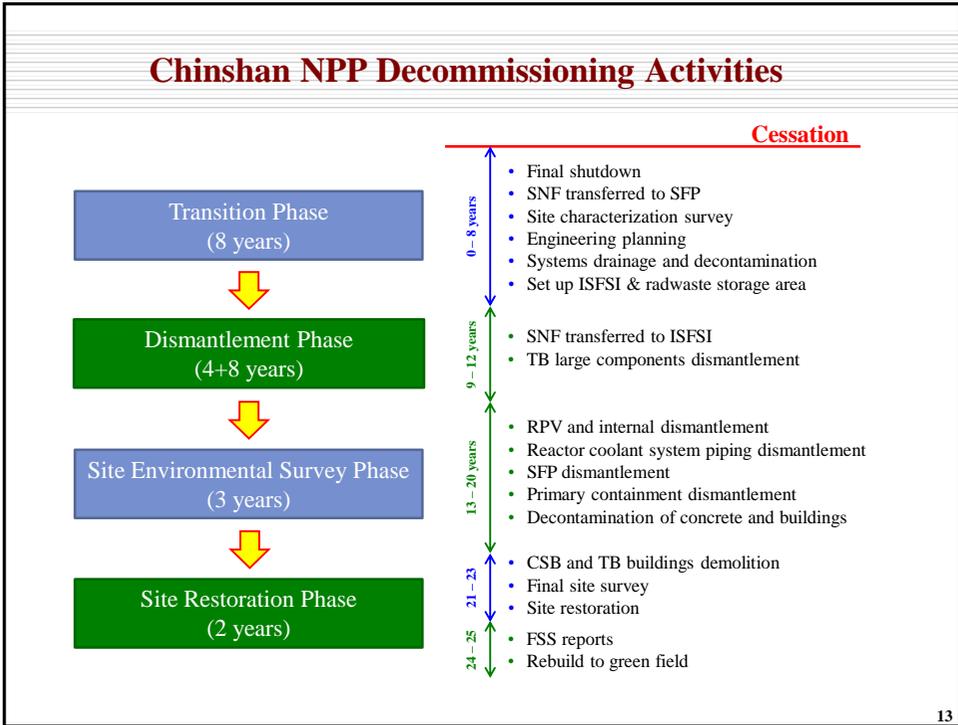
- **Enforcement Rules for the Implementation of Nuclear Reactor Facilities Regulation Act** (2003.08.27 promulgated)

Article 16

The decommissioning of nuclear reactor facility shall be completed **within twenty- five (25) years** upon obtaining the permit for decommissioning granted by the competent authorities.

10

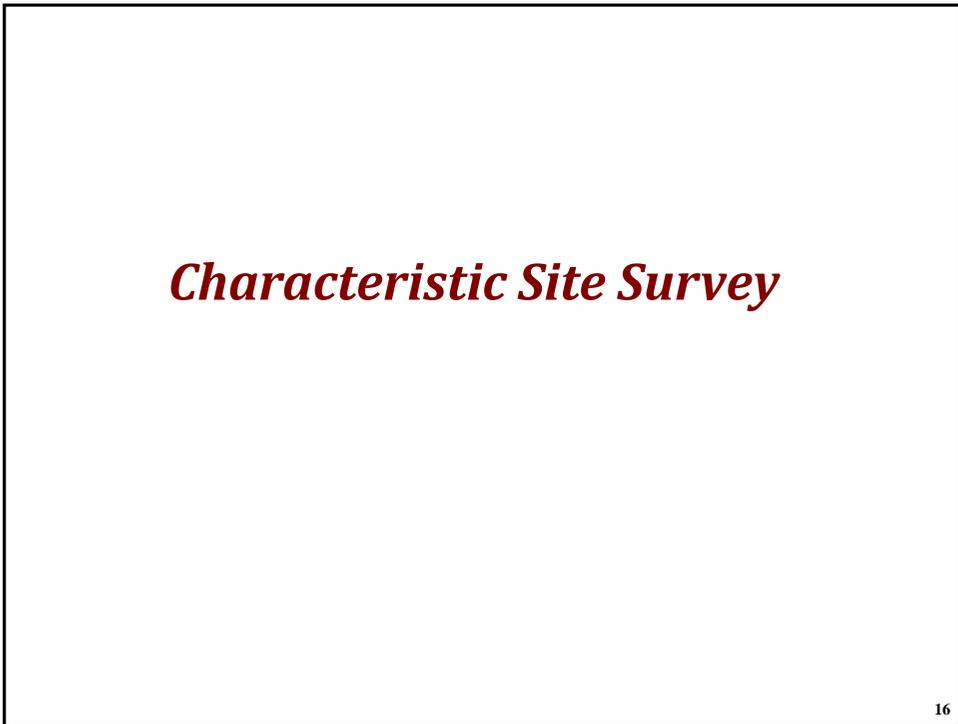
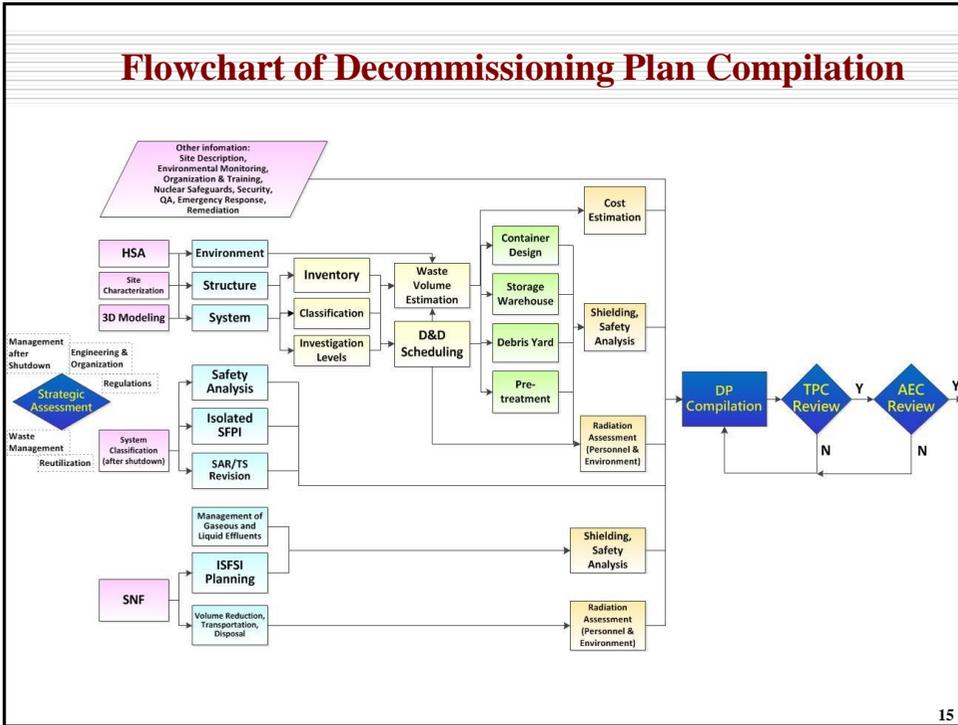




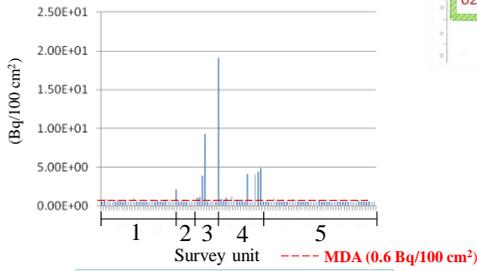
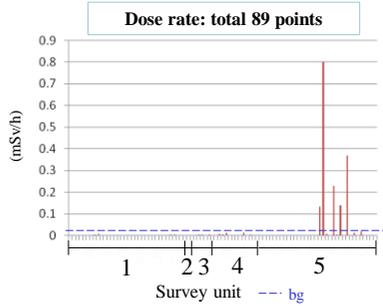
Guideline for Nuclear Reactor Facility Decommissioning Plan

Chapter 1. General Description
Chapter 2. Facility and Site Description
Chapter 3. Facility Operating History and Significant Events in the Past and their Impact
Chapter 4. Site and Facility Radiation Characteristic Surveys and Evaluation
Chapter 5. Important Systems, Equipment and Components to Remain in Operation during Decommissioning, and Their Operation Modes
Chapter 6. Decommissioning Schedule, Applied Equipment and Methods, and Safe Operating Procedures
Chapter 7. Safety Analysis for Anticipated Accidents during Decommissioning
Chapter 8. Decontamination and Management of Gaseous and Liquid Waste during Decommissioning
Chapter 9. Types, Characteristics, and Quantities of Solid Radioactive Waste from Decommissioning, Volume Reduction, Treatment, Transportation, Storage and Final Disposal
Chapter 10. Radiation Dose Assessment and Radiation Protection Measures
Chapter 11. Environmental Radiation Surveillance
Chapter 12. Organization and Personnel Training
Chapter 13. Nuclear Safeguards and Management of Related Equipment
Chapter 14. Security Measures
Chapter 15. Quality Assurance Programs
Chapter 16. Emergency Response Plan
Chapter 17. Plan for Reutilization of Buildings and Land

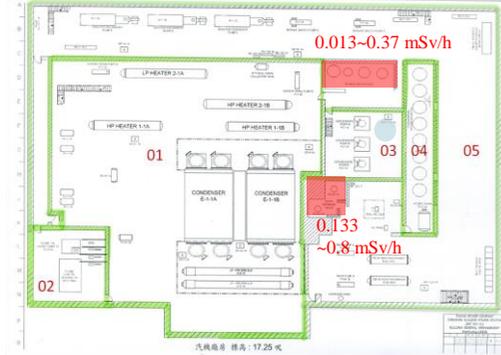
14



Unit 2 Turbine building 17.25' (A20100)



Wipe test: total 109 points



Survey unit	Name	Dose rate (mSv/h)	Contamination (Bq/100 cm ²)
01	Main condenser	0.00021-0.0075	MDA-2.18
02	Turbine lubricant storage tank	0.00019-0.00029	MDA-0.69
03	Condensate pump	0.00055-0.0042	MDA-19.10
04	Deminerlizer	0.00055-0.013	MDA-4.86
05	Other areas	0.00001-0.8	MDA-1.01

Date : 103.05.12
bg : 0.0001 mSv/h

19

3D model for SSCs

Isometric diagrams



Characterization

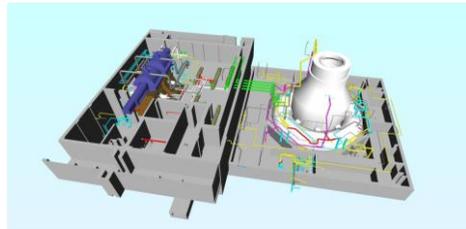
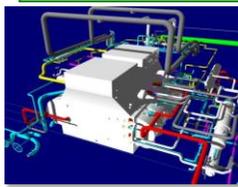


System



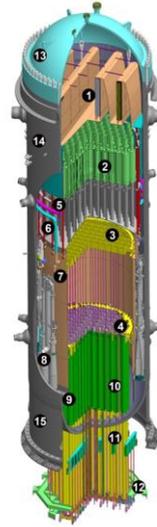
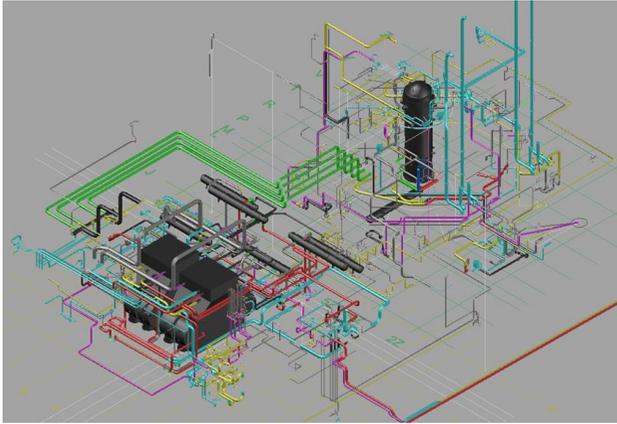
Classification

3D model



20

3D Model Construction(Unit 1)



21

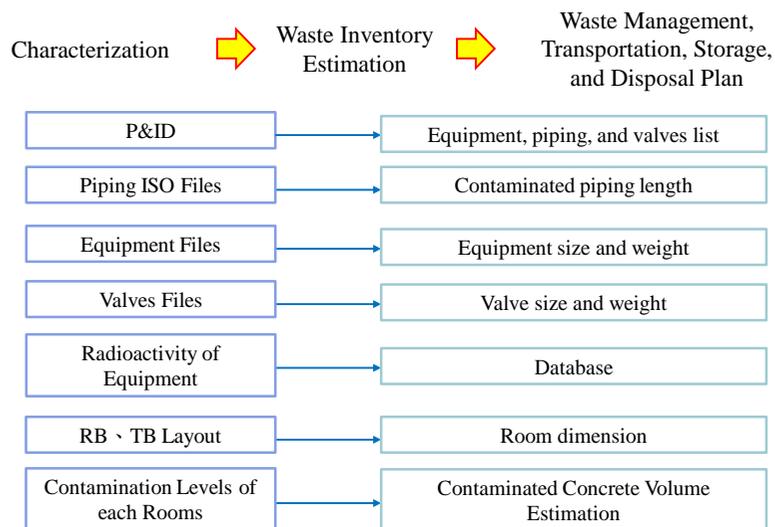
3D Model Application



Decommissioning Waste Inventory Estimation

25

Flowchart of Waste Inventory Estimation



26

Neutron Activation Evaluation

Data updated to Sep. 2014 (*Unit 2)

- 36 EFPY (capacity factor ~ 90%)
- 8 years after shutdown

Components	Classification	Max SA (Ci/kg)	Estimated weight (kg)	Estimated activity (Ci)
Core shroud	GTCC	3.939E+00	3.221E+04	1.269E+06
Top guide plate	GTCC	4.767E+01	3.800E+03	1.811E+05
Lower guide plate	C	1.635E+00	9.580E+03	1.566E+04
Jet pump	C	1.031E+00	8.477E+03	8.740E+03
RPV head	A	5.610E-09	6.350E+04	3.562E-04
RPV	A	2.017E-03	4.390E+05	8.855E+02
Steam separator & shroud head	B	1.344E-02	3.477E+04	4.673E+02
Steam dryer assembly	A	1.561E-06	1.996E+04	3.115E-02
Control rod guide tube	B	1.344E-02	1.091E+04	1.467E+02
Control rod drive assembly	A	1.021E-06	5.163E+04	5.272E-02
Total activated metal	-	-	9.637E+05	1.476E+06
Bioshield	A (estimated)	2.96E-05	5.178E+05	1.534E+01

27

Inventory of Radioactive Waste (Contaminated Metal)

Data updated to Sep. 2014 (*Unit 2)

	A		B		C	
	Activity (Bq)	Weight (tonne)	Activity (Bq)	Weight (tonne)	Activity (Bq)	Weight (tonne)
Heat exchangers	4.17E+11	1590	1.95E+12	31	0	0
Pumps	5.86E+11	233	4.49E+12	51	0	0
Tanks and cisterns	1.38E+12	529	0	0	0	0
Misc process	6.77E+11	72.3	4.47E+12	78.3	0	0
Process pipes	2.11E+12	925	6.99E+12	80	0	0
Valves	3.67E+12	480	7.58E+12	77.2	0	0
Ventilation	4.07E+10	6.15	7.14E+11	14.09	0	0
Pipe details	6.08E+11	182.05	7.97E+11	12.73	0	0
Pipe instrument	0	0	4.66E+11	2.9	0	0
Pool liner and containment dome	1.05E+12	429	1.22E+13	161	0	0
Total	1.05E+13	4.45E+03	3.97E+13	5.08E+02	0	0
%	21.00%	89.74%	79.00%	10.26%	0%	0%

Total activity: 5.02E+13 Bq
Total weight : 4,960 tonnes

28

Inventory of Radioactive Waste (Contaminated Concrete)

Data updated to Sep. 2014 (*Unit 2)

	Low contamination area (m ²)	High contamination area (m ²)
Combination Structure Building	4,930	7,609
Turbine Building	1,280	0
Total Area (m²)	6,210	7,609
Activity (Bq)	5.74E+11	7.04E+12
Total Activity (Bq)	7.61E+12	

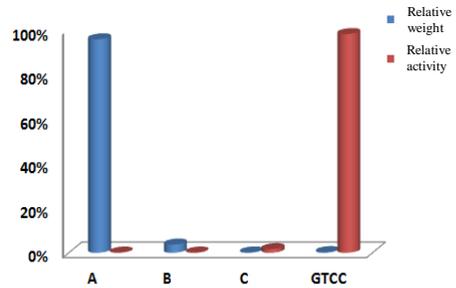
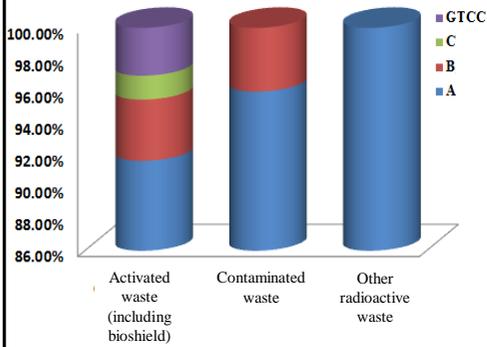
Note: (1) Including floor and wall 2 meters above the ground.
 (2) Chinshan NPP Combination Structure Building includes Reactor Building and Radwaste Treatment Building.

29

Inventory of Radioactive Waste

Classification of radioactive waste

Weight and activity of radioactive waste



Data updated to Sep. 2014 (*Unit 2)

30

Inventory of Radioactive Waste

Data updated to Sep. 2014 (*Chinshan NPP)

Radioactive waste category	Packaging factor	
	200 kg/drum	250 kg/drum
Metal	57042	45634
Concrete (including bioshield)	8177	6541
	118 kg/drum	
Solid radwaste (incinerated)	1152	1152
	Estimated by volume	
Wet radioactive waste	699	699
Insulations (including RPV & pipes)	560	560
Total	67630	54586
±5% range	64410~71012	51987~57315

Unit: 55 gal drum

31

R & D Program

32

R & D Program for Chinshan NPP Decommissioning Project

- One of the major tasks during preparation phase to build strategic and technical basis in order to facilitate the decommissioning project
- 38 projects in total covering assessment, analysis and research associated with NPP decommissioning

33

Highlight on Research Tasks for Chinshan NPP Decommissioning Project

- Safety assessment for removing spent nuclear fuel after Permanent Shutdown
- Study on the dismantling process and sequence of large components and concrete structure
- Decommissioning waste management: classification, decontamination, volume reduction, packaging, interim storage and process planning
- Evaluation on low-level radioactive decommissioning waste containers
- Development of information management system for NPP decommissioning
- Establishment of cost assessment models for the decommissioning of Chinshan Nuclear Power Plant

34

PROJECT STATUS REPORT SUMMARY

Project Name: Chinshan Nuclear Power Plant
Responsible Organization: Taiwan Power Company
Last Time Project Status Reported: <i>(TAG meeting and date)</i> . TAG-57 presentation is the first time after being included in CPD Program.
Current Project Status: <i>(very briefly describe what phase the project is in such as planning, pre-D&D activities, safe storage, D&D, radiological verification)</i> . Chinshan decommissioning project is in the planning and preparation phase.
Unique Attributes <i>(What is significantly different than other project, unique challenges, unique techniques or methodology)</i> . F Chinshan Project is the first whole plant of its kind to be decommissioned.
Progress Summary Since Last Report <i>(Briefly summarize in point form the progress the last progress report. Possibly make reference to slide number(s) in presentation where details can be found)</i> . N/A
Significant Events In this Report Period <i>(problems or setbacks, solutions or lessons learned. Make reference to slide numbers in presentation where detail can be found)</i> . N/A
Other Comments:

35

Thank you for your attention !

