行政院原子能委員會 100 年度

政府科技計畫(期末)成果效益報告

(100.1.1 ～ 100.12.31)

計畫名稱：執行老舊核設施清理作業計畫

執行期間：

全　程：自　99 年 01 月 01 日至 102 年 12 月 31 日 止

本年度：自 100 年 01 月 01 日至 100 年 12 月 31 日 止

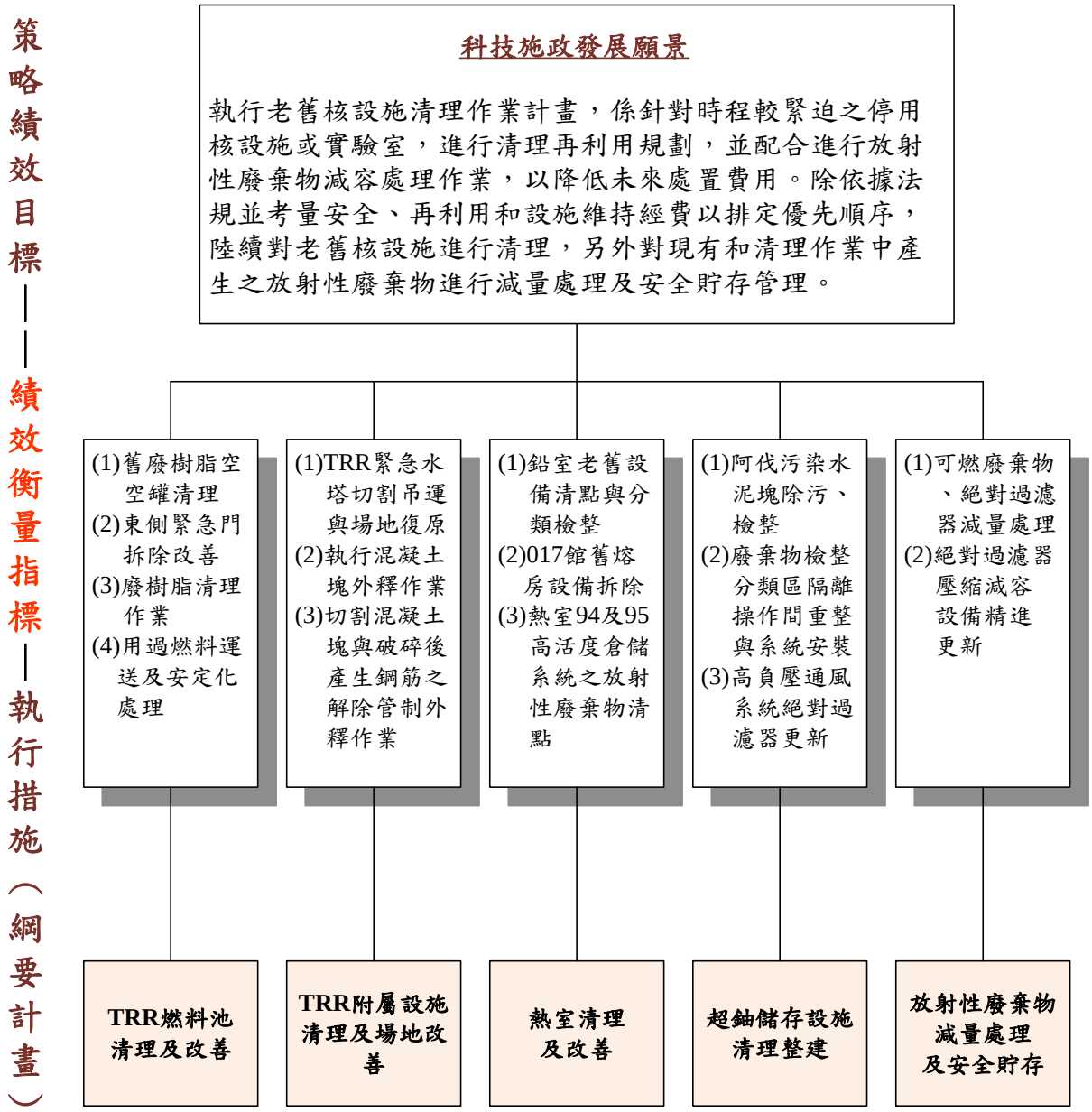
主辦單位：核能研究所

目　　錄

壹、 科技施政重點架構圖 1
貳、基本資料 2
參、計畫目的、計畫架構與主要內容 2
一、計畫目的與預期成效 2
二、計畫架構(含樹狀圖) 3
三、計畫主要內容 4
四、計畫執行情形及績效成果 6
(一)工作進度－本年度預期目標及達成情形 6
肆、計畫經費與人力執行情形 8
一、計畫經費執行情形： 8
(一)計畫結構與經費 8
(二)經資門經費表 9
二、計畫人力運用情形： 10
(一)計畫人力(人年) 10
(二)主要人力投入情形(副研究員級以上) 11
伍、計畫已獲得之主要成果與重大突破 (含量化成果output) 13
一、本計畫重要成果及重大突破 13
二、績效指標項目初級產出、效益及重大突破 14
陸、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome) 15
一、學術成就(科技基礎研究) (權重 10%) 15
二、技術創新(科技整合創新) (權重 30%) 15
三、經濟效益(產業經濟發展) (權重 20%) 15
四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續) (權重 20%) 16
五、其它效益（科技政策管理及其它）(權重 20%) 16
柒、與相關計畫之配合 17
捌、後續工作構想之重點 17
玖、檢討與展望 18
附錄一、佐證資料表 20
附錄二、佐證圖表 23
附錄三、100 年度期中審查意見回覆辦理情形 28
附錄四、100 年度期末審查意見回覆 32

第二部分：政府科技計畫成果效益報告

壹、科技施政重點架構圖



貳、基本資料

計畫名稱：執行老舊核設施清理作業計畫

主 持 人：喬凌寰

審議編號：100-2001-02-05-14

計畫期間(全程)：99 年 01 月 01 日至 102 年 12 月 31 日

年度經費：27,353 千元　全程經費規劃：125,656 千元

執行單位：核能研究所

參、計畫目的、計畫架構與主要內容

一、計畫目的與預期成效

本計畫為執行老舊核設施清理作業，將針對時程較緊迫之停用核設施或實驗室，進行清理再利用規劃，並配合進行放射性廢棄物減容處理作業，以降低未來處置費用，對老舊核設施進行清理。核能研究所自民國 56 年成立迄今已逾 40 餘年，過去因任務所需建構使用之核設施，包括研究用反應器、核燃料循環實驗設施、放射性廢棄物處理及貯存設施及游離輻射設備/設施等。核設施於完成任務後，基於防止放射性污染擴散之安全需求，以及廠房再利用之需要，必須加以清理，以符合輻射安全防護規定，降低社會成本，獲取經濟效益，並善盡設施經營者之法律責任，為國內外核能應用科技國家之普遍共識。目的在使清理後之設施達到釋出再利用，並消除放射性污染擴散疑慮，執行減廢減容作業緩和廢棄物倉儲壓力，同時降低未來廢棄物處理處置之成本。以達成下列的階段性目標：

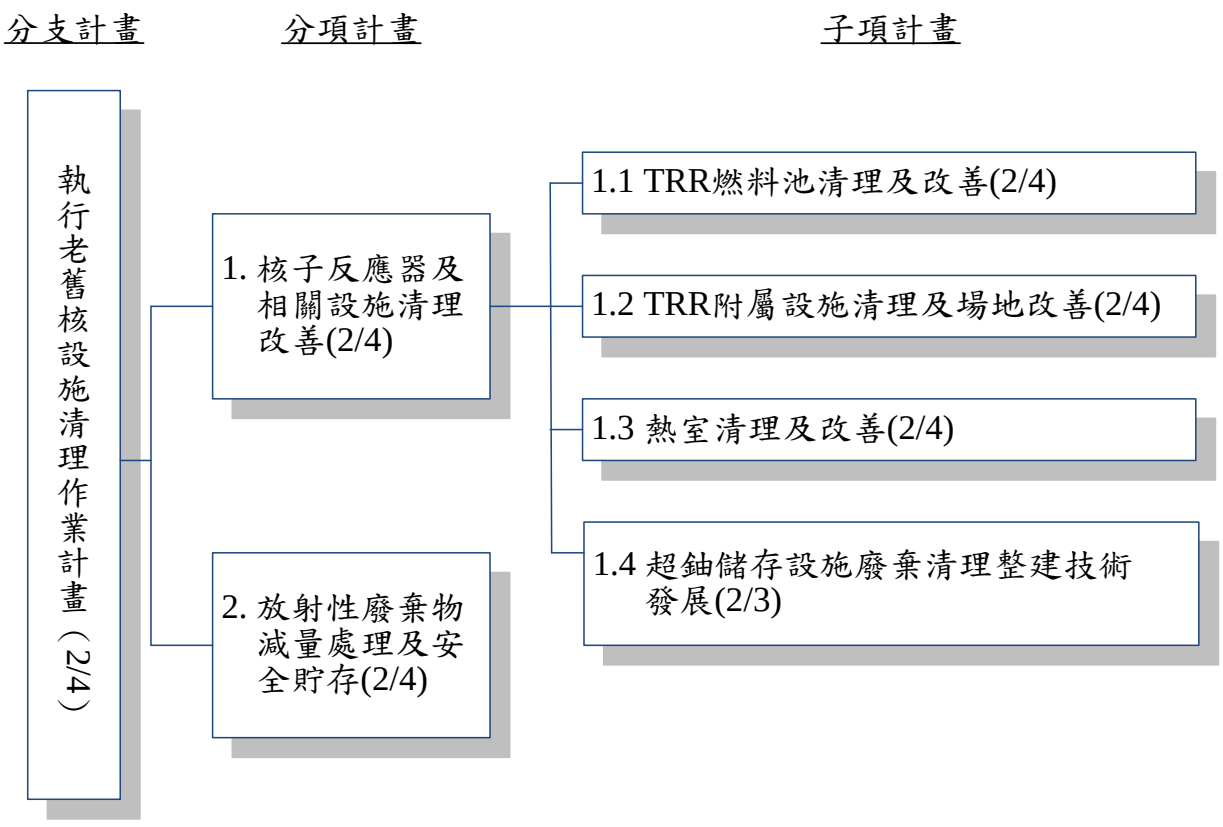
- 解決老舊核設施之安全問題，可大幅減少輻射傷害發生機率及減少民眾疑慮，提高政府公信力。
- 可累積核設施清理實務經驗，有利於後續核設施清理執行能力，增進清理作業與核後端營運之安全性。
- 本計畫清理改善工作行完畢後，可以降低輻射外釋之顧慮，節省設施之維修、水電及通風等經常性費用。清理後之廠房將可作為其他研究之用，提升經濟效益。
- 清理產生之放射性固體或液體廢棄物經由減量清理和貯存環境改善，一方面可減少放射性廢棄物之數量，另一方面可確保環境安全及增加

廢棄物貯存空間。

- 本計畫執行解除管制作業，進行劑量評估並申請外釋或放行，不僅可大量節省廢棄物處置成本，外釋或放行廢棄物之執行亦可減廢、減碳、節能，及發揮資源回收再利用的最大經濟效益。

二、計畫架構(含樹狀圖)

配合「精進核設施除役規劃與執行能力」、「審慎執行本所核設施拆除與重整，達成解除管制及廠房再利用」及「積極研發放射性廢棄物減量、整備分類再包裝、安定化處理、及安全貯存技術」等策略方向，本所推動「執行老舊核設施清理作業」分支計畫，歸納成二個分項計畫執行：第一分項為「核子反應器及相關設施清理改善」，第二分項為「放射性廢棄物減量處理及安全貯存」，計畫架構如下：



三、計畫主要內容

本計畫為執行老舊核設施清理作業，經過審慎評估，訂定設施清理優先順序為：以法規規定或安全顧慮較高者、有再利用需求者、及處理後可節省大量維持費用者，優先清理。將針對時程較緊迫之停用核設施或實驗室，進行清理再利用規劃，並配合進行放射性廢棄物減容處理作業，以降低未來處置費用，另外對現有和清理作業中產生之放射性廢棄物進行減量處理及安全貯存管理。計畫主要執行內容如下：

(一)核子反應器及相關設施清理改善

本分項計畫含四個子項，預定將清理或改善下列設施及其設備組件：(1)TRR 燃料池；(2)TRR 附屬設施；(3)熱室；(4)超鈾儲存設施。主要目標在使清理後之設施達到釋出再利用，並消除放射性污染擴散疑慮，以確保環境安全；或清理老舊設備，配合未來關鍵設施改善，改善精進熱室之重要實驗設備，包括熱室通風與過濾系統、輻射防護偵測裝置、電力照明系統及主從式機械手等重要設備，確保熱室安全運轉效能，有效執行含 TRU 之用過核燃料安全貯存相關作業。

1. TRR 燃料池清理及改善：TRR 用過燃料池內有燃料運送鉛罐、廢過濾器、廢燃料架、廢鈾粉收集器、廢樹脂、廢燃料套管、廢提籃及鈾粉等放射性廢棄物，且其中有相當數量含有 TRU 核種。TRR 燃料池清理及改善，包括池內各種放射性廢棄物之特性分析、組件與廢棄物處置前除污、碎屑蒐集、廢棄物移出分類、廢棄物減容、廢棄物處理等相關作業之執行，最後達成用過燃料池水淨化、池底清理、及相關廢棄物處理之最終目標。

2. TRR 附屬設施清理及場地改善：執行 TRR 緊急水塔拆除、廢棄物檢整及場址復原作業，提供未來 074 館 TRR 爐體拆裝廠房，因應除役工作實際需要進行整體規劃與擴建。

3. 熱室清理及改善：熱室為支援核能研發的重要設施，特別針對核設施清理作業之用過核燃料安全貯存，熱室是不可或缺的主要設施。本所熱室設置迄今已逾 35 年，故須進行熱室、各實驗室廢棄物檢整清理，與主要設備維護改善，逐步完成各熱室、鉛室及其他實驗室

廠房清理與改善再利用；逐年汰換清理老舊設備，改善精進熱室之重要實驗設備，包括熱室通風與過濾系統、輻射防護偵測裝置、電力照明系統及主從式機械手等重要設備，確保熱室安全運轉效能，有效執行含 TRU 之用過核燃料安全貯存相關作業，亦可儲備支援核電廠安全運轉維護之技術能量。

4. 超鈾儲存設施廢棄清理整建技術發展：核化學實驗室的手套箱、大型桶槽及分析線鉛室等重超鈾污染儲存設施業已陸續逐年除役，殘留之未拆除管線、廢液、水泥磚塊、高負壓系統等亦均屬超鈾污染，建立地下管線拆除、廢液安定化、磚塊鉋除、高負壓系統除污等相關清理與除污技術，配合審慎之輻射防護架構下執行拆除、除污、減容固化、檢整分類及館區清理整建等作業，以達零阿伐污染實驗室之目標。逐年將本所已停止使用之核燃料循環相關實驗設施予以拆除及重整，可效節省人力及經費，並使符合相關法規要求。

(二) 放射性廢棄物減量處理及安全貯存

本分項計畫含二個子項計畫內容：主要目標為配合清理工作執行減廢減容作業，一方面緩和廢棄物倉儲壓力，同時降低未來廢棄物處理處置之成本。

1. 放射性固體廢棄物減量處理作業：低放處理廠為本所主要低放射性廢棄物處理工廠，其任務除負責接收處理及貯存所內核設施運轉所產生之放射性廢棄物外，並依主管機關囑咐接收處理國內小產源同位素應用產生之廢棄物。該廠運轉經年，部份老舊設備需予以精進改善以提高處理效率及確保運轉安全，並開發新處理方法及設備，以節能減碳；另針對積存廢棄物及老舊設施除役、清理期間產生廢棄物加以處理，以支援本計畫可順利推行。

2. 放射性廢液處理及設備建置：執行液體放射性廢棄物處理作業，液體放射性廢棄物處理設備維護改善；放射性廢液貯存設備整建。

四、計畫執行情形及績效成果

(一)工作進度－本年度預期目標及達成情形

(說明年度預期目標及達成情形、目前計畫之實際執行與預期工作之差異)

年度預期目標	達成情形	差異分析
一、核子反應器及相關設施清理改善		
(一)TRR 燃料池清理及改善		達成度：100%
1. 執行 5 根用過燃料運送熱室及安定化處理產物接收運貯。	1.完成 5 根用過燃料運送熱室及 1 組安定化處理產物接收運貯。	
2. 執行燃料池 21 罐廢樹脂清洗作業。	2.完成燃料池 21 罐廢樹脂清洗作業。	
3. 執行燃料池內 21 罐舊廢樹脂空罐清理。	3.完成燃料池內 21 罐舊廢樹脂空罐切割及廢棄物檢整。	
4. 執行燃料池內 2 組燃料棒架拆除及處理。	4.完成燃料池內 2 組燃料棒架拆除及廢棄物處理。	
5. 燃料池東側緊急門台架拆除與屏蔽改善。	5.完成燃料池東側緊急門台架拆除與屏蔽改善。	
(二)TRR 附屬設施清理及場地改善		達成度：100%
1. 緊急水塔切割、吊運與場地復原工程施工。	1.完成緊急水塔切割拆除、吊運與場地復原、驗收及結報作業。	
2. 執行緊急水塔拆除廢棄物細部除污檢整與取樣分析。	2.完成緊急水塔拆除產生之混凝土塊除污檢整、量測分析作業。	
3. 撰寫混凝土塊外釋計畫書，獲主管機關核准執行混凝土塊外釋。	3.混凝土固體廢棄物外釋計畫書，獲物管局審核通過，准予外釋。完成緊急水塔拆除固體廢棄物破碎後解除管制清運外釋，及上網申報與勾稽查核確認作業。	
(三)熱室清理及改善		達成度：100%
1. 執行鉛室老舊設備與廢棄物清點盤查與分類檢整。	1.完成鉛室 112、113 與 114 清理除污與老舊機台廢棄物移出淨空。	
2. 熱室 94 及 95 高活度倉儲系統之放射性廢棄物清點盤查。	2.完成熱室 94、95 高活度倉儲系統之高放射性廢棄物初步清點，總計 55 加侖桶裝低輻射 α 廢棄物 31 桶與高輻射 α 廢棄物 16 桶，及散裝污染廢棄物一批，已訂製 10 只含鉛屏蔽之 55 加侖桶規劃進行裝桶	

	作業，確保暫貯之安全。	
3. 執行 017 館舊熔房設備拆除清理與放射性金屬鎔鑄使用執照更新申請。	3.完成 017 館舊熔房熔爐設備拆除與分解、廢棄物分類檢整裝桶，及更新污染金屬鎔鑄廠運轉執照。	
4. 熱室非密封放射性物質實驗室(Rm49 與 Rm52)使用許可停用申請，執行清理作業與再利用規劃。	4.完成核能研究所 020 館非密封放射性物質實驗室使用許可證永久停止使用申請之除污計畫作業，奉會輻字第 1000013282 號函獲准停用，可供未來計畫之運用。	
(四)超鈾儲存設施廢棄清理整建技術發展		達成度：100%
1. 阿伐污染廢液固化實驗室及攪拌混合器等設備建立。	1.完成阿伐污染廢液固化實驗室及攪拌混合器等設備建立。	
2. A56、A55、A43 室廢棄物檢整分類區等隔離操作間重整與梯度負壓測試建立與輻安監測系統安裝測試。	2.完成 A56、A55、A43 室廢棄物檢整分類區等隔離操作間重整與梯度負壓測試建立與輻安監測系統安裝測試。	
3. 阿伐污染水泥磚塊除污、鉋除、檢整、分類、外釋。	3.完成阿伐污染水泥磚塊 130 塊除污、鉋除、檢整、分類等作業。	
4. 廢液減容、固化、檢整、裝箱、運貯。	4.完成超鈾污染廢液 220 公升於負壓隔離操作區內固化處理與檢整、裝箱等作業。	
5. 高負壓通風系統絕對過濾器更新、主機、風管系統等之清理除污技術建立。	5.完成 A56、A43 高負壓通風系統絕對過濾器、風管等超鈾污染取樣檢測確認與抽換更新、除污技術建立。	
二、放射性廢棄物減量處理及安全貯存		達成度：100%
1. 既存可燃廢棄物減量焚化處理。	1.累計完成可燃廢棄物焚化處理 56,321 公斤。	
2. 既存絕對過濾器壓縮處理。	2.累計完成絕對過濾器減量壓縮處理 1,393 公斤。	
3. 絕對過濾器壓縮減容設備更新。	3.完成絕對過濾器壓縮減容設備精進建置及空氣除污裝置建置。	

肆、計畫經費與人力執行情形

一、計畫經費執行情形：

(一)計畫結構與經費

細部計畫(分支計畫)		研究計畫(分項計畫)		主持人	執行機關	備註(子項計畫)
名稱	經費(千元)	名稱	經費(千元)			
執行老舊核設施清理作業計畫	27,353			喬凌寰	核能研究所工程組	
		核子反應器及相關設施清理改善	20,162	諸葛志春	核能研究所工程組	1. TRR 燃料池清理及改善-工程組(5,892 千元) 2. TRR 附屬設施清理及場地改善-工程組(5,334 千元) 3. 熱室清理及改善-燃材組(4,712 千元) 4. 超鈾儲存設施廢棄清理整建技術發展-化學組(4,224 千元)
		放射性廢棄物減量處理及安全貯存	7,191	張峰榮	核能研究所化工組	

(二)經資門經費表

預算執行數統計截止日期 100.12.31

項目 / 會計科目		預算數(執行數)/元				備註
		主管機關預算(累計分配數)	自籌款	合計		
				流用後預算數(實際執行數)	占總預算數%(執行率%)	
一、經常支出						
1.人事費						
2.業務費		19,649,000 (18,210,000)		18,210,000 (18,183,884)	66.57% (99.86%)	業務費流出 1,439,000 元
3.差旅費						
4.管理費						
5.營業稅						
小計		19,649,000 (18,210,000)		18,210,000 (18,183,884)	66.57% (99.86%)	
二、資本支出						
1.設備費		7,704,000 (9,143,000)		9,143,000 (9,143,000)	33.43% (100%)	業務費流入 1,439,000 元
小計		7,704,000 (9,143,000)		9,143,000 (9,143,000)	33.43% (100%)	
合計	金額	27,353,000 (27,353,000)		27,353,000 (27,326,884)	100% (99.90%)	
	占總經費%=分配數÷預算數 (執行率=執行數÷分配數)	100%		(99.90%)		

與原計畫規劃差異說明：

計畫於年度開始即按月規劃計畫經費使用分配，本年度至 12 月份計畫經常支出流用後分配數為 18,210 千元，資本支出流用後分配數為 9,143 千元，經資門支出合計分配數為 27,353 千元；截至 12 月 31 日統計，經常支出實際結報數為 18,184 千元，執行率 99.86%，資本支出實際結報數為 9,143 千元，執行率達 100%，經資門支出合計實際結報數合計為 27,327 千元，總經費執行率 99.90%。執行情形尚稱良好。

二、計畫人力運用情形：

(一)計畫人力(人年) 人力統計截止日期 100.12.31

計畫名稱	執行情形	總人力(人年)	研究員級	副研究員級	助理研究員級	助理
分支計畫 執行老舊核設施清理作業計畫	原訂(半年)	**35.50**	**0.80**	**3.70**	**6.00**	**25.00**
	實際	**32.80**	**0.32**	**3.32**	**5.58**	**23.58**
	差異	**2.70**	**0.48**	**0.38**	**0.42**	**1.42**
分項計畫 核子反應器及相關設施清理改善	原訂(半年)	**33.60**	0.80	3.50	5.30	24.00
	實際	**31.23**	0.32	3.13	5.08	22.70
	差異	**2.42**	0.48	0.37	0.225	1.30
分項計畫 放射性廢棄物減量處理及安全貯存	原訂(半年)	**1.90**	0	0.20	0.70	1.00
	實際	**1.57**	0	0.19	0.50	0.88
	差異	**0.33**	0	0.01	0.20	0.12

研究員級：研究員、教授、主治醫師、簡任技正、若非以上職稱則相當於博士滿三年、或碩士滿六年、或學士滿九年之研究經驗者。

副研究員級：副研究員、副教授、總醫師、薦任技正、若非以上職稱則相當於博士、碩士滿三年、學士滿六年以上之研究經驗者。

助理研究員級：助理研究員、講師、住院醫師、技士、若非以上職稱則相當於碩士、或學士滿三年以上之研究經驗者。

助　理：研究助理、助教、實習醫師、若非以上職稱則相當於學士、或專科滿三年以上之研究經驗者。

(二)主要人力投入情形(副研究員級以上)

姓名	計畫職稱	投入主要工作 及人月數	學、經歷及專長	
喬凌寰	副研究員 (主持人)	7.2 分支計畫規劃研擬與督導執行	學 歷	學士
			經 歷	核能研究所
			專 長	原子能工程
諸葛志春	副研究員 (共同主持人)	6.0 核子反應器及相關設施清理改善 分項計畫督導執行	學 歷	學士
			經 歷	核能研究所
			專 長	原子能工程
張峰榮	副研究員 (共同主持人)	2.4 放射性廢棄物減量處理及安全貯存 分項計畫督導執行	學 歷	學士
			經 歷	核能研究所
			專 長	化學工程
張國源	助理 研究員 (子項負責人)	7.2 負責 TRR 燃料池清理及改善計畫	學 歷	學士
			經 歷	核能研究所
			專 長	機械工程
羅文璉	副研究員 (子項負責人)	9.6 負責 TRR 附屬設施清理及場地改善 計畫	學 歷	學士
			經 歷	核能研究所
			專 長	原子能工程
胥耀華	副研究員 (子項負責人)	1.2 負責熱室清理及改善計畫	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	材料科技
李中新	研究員 (子項負責人)	7.2 負責超鈾儲存設施廢棄清理 整建技術發展計畫	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	原子能工程
蔡振鐸	助理研究員(子項負責人)	6.0 負責超鈾儲存設施廢棄清理 整建技術發展計畫	學 歷	學士
			經 歷	核能研究所
			專 長	機械工程
陳鴻斌	研究員	2.4 執行老舊核設施清理作業計畫 規劃與技術研究	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	電子電機

姓名	計畫職稱	投入主要工作 及人月數	學、經歷及專長	
徐金登	副研究員	1.2 傳送台車架拆除及處理執行	學 歷	學士
			經 歷	核能研究所
			專 長	原子能工程
黃華泰	副研究員	1.2 TRR 緊急水塔拆除作業執行	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	原子能工程
李文鎮	副研究員	2.4 TRR 燃料池物料管理作業執行	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	原子能工程
黃君平	副研發師	2.4 廢樹脂盛裝容器規劃執行	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	化學工程
陳勝裕	副研究員	8.4 040 館倉庫清理改善執行	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	土木水利工程
王正忠	副研究員	1.2 超鈾儲存設施清理外釋作業執行	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	化學
合計		66 人月		

與原計畫規劃差異說明：

本計畫上半年度(1~12 月)規劃投入研究人力 35.5 人年；統計至 12 月 31 日實際投入研究人力 32.8 人年，實際人力執行率 92.39 %。差異原因為：(1)人員離退；(2)工作調整；(3)人力統計誤差。

伍、計畫已獲得之主要成果與重大突破 (含量化成果output)

一、本計畫重要成果及重大突破

(一)學術成就

1. 本年度預期績效指標值：完成技術報告 20 篇。
   全年度實際產出：技術報告 25 篇。

(二)技術創新

1. 本年度預期專利申請 2 件(國內 1 件、國外 1 件)；全年度實際產出：專利申請 2 件(國內 1 件、國外 1 件)。
   專利篇名：「高活度廢棄物盛裝屏蔽桶之驗證方法及其裝置」中華民國專利申請號碼 100120085，及美國專利申請號碼 I3/171,454。
   本專利係一種放射性廢棄物盛裝屏蔽桶之驗證方法及其裝置，其主要係藉此方法之功能設計具有屏蔽性及操作方便之特性，操作人員可於屏蔽桶外執行檢測作業，有效簡化作業程序、縮短作業時間及提昇工作效率，使屏蔽驗正作業符合 ALARA 精神，可有效降低工作人員輻射劑量；本裝置已實際應用於核設施除役清理之廢棄物處理作業，並成功完成放射性廢棄物盛裝屏蔽桶之驗證，未來可應用於核能電廠或相關核設施除役作業，並經由策略聯盟進入國際市場。
2. 污染金屬鎔鑄廠核設施之運轉執照更新。
   執照號碼：物運字第 31-04 號；物管局同意核備文號(100 年 1 月 14 日)：會物字第 1000000987 號。

二、績效指標項目初級產出、效益及重大突破

領域別：原子能

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
技術創新(科技整合創新)	G 專利	專利申請 2 件(國內 1 件、國外 1 件)。	清理實務中開發工法工具，提升效率並降低工作人員輻射劑量，符合 ALARA 精神。	驗證除役技術，掌握清理工程實務經驗。
	H 技術報告	25 篇	提供國內核設施清理、廢棄物處理之經驗傳承及未來相關作業參考，增進作業與後端營運之安全性。	提升自主之國內能量。

陸、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)

請依前述重要成果及重大突破說明在該面向成就上價值與貢獻度如下：

一、學術成就(科技基礎研究) (權重10%)

(一) 本計畫之性質偏重在現場實際執行清理作業，藉由已建立之除役技術，應用於現場清理及拆除作業，並將工程施作經驗彙整在技術報告，回饋技術發展平台，傳承經驗及技術，增進核設施清理作業與後端營運之安全性。本年度產出 25 篇技術報告。

二、技術創新(科技整合創新) (權重30%)

(一) 針對貯存高輻射劑量廢棄物之容器，為符合運輸及貯存需求，須先將高活度放射性廢棄物裝入屏蔽桶內，以阻隔其高輻射劑量。自行研發「高活度廢棄物盛裝屏蔽桶之驗證方法及其裝置」，利用點射源執行與屏蔽間相同距離檢測，檢測值正確性高，另配合輻射屏蔽估算及核對，可檢測出瑕疵之屏蔽桶，以利修改或重新製作，避免高活度廢棄物貯存至瑕疵屏蔽桶，以保護工作人員之安全，已完成國內外專利申請。

(二) 完成超鈾廢液安定化處理具負壓系統隔離操作間建置及超鈾污染廢液安定化處理作業技術建立。

(三) 完成絕對過濾器壓縮設備更新，精進壓縮機構及增加進卸料機構，提高減容比及增加作業輻射安全。

三、經濟效益(產業經濟發展) (權重20%)

(一) 完成清理燃料池區及大廳半樓廢棄風管拆除，清空原廢棄風管安裝空間，提供燃料池增設燃料池廠房負壓隔離空調系統，有效達到空間再利用之經濟效益。

(二) 冷卻水塔拆除混凝土塊經放射性廢棄物解除管制量測技術，約 1,078 公噸已於 12 月 5 日完成破碎後清潔外釋作業，依水泥石塊類固體廢棄物處理、貯存及最終處置每公斤 665 元標準估算，加計 4,500 個 55 加侖盛裝桶，可減少後續費用約 7 億元。

(三) 完成清理 020 館高放射性實驗室之低輻射低污染實驗室 2 間與鉛室 3 間清理以及 040 館除役清理，可供未來計畫運用，其中鉛室目前正配合執行核三廠反應器壓力槽監視樣品重組技術研發計畫與後續檢測工作之運用，有效提供核能發電安全經濟效益。

(四) 完成 016 館超鈾污染水泥塊減廢，先行採取污染層鉋除方式、再

行有效分類、以達成減廢處理目的，本次污染層鉋除工法之建立使 TRU 產出量有效減廢降低約達 70%，計約減少 2,500 公斤污染廢棄物，具減少超鈾一貯庫廢棄物貯存壓力實質經濟效益。

(五) 絕對過濾器壓縮設備精進壓縮機構提高減容比，可降低廢棄物包件數，增加廢棄物貯存空間。

四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續) (權重20%)

(一) 配合燃料池廠房負壓隔離空調系統建置，拆除池區及半樓廢棄風管，使系統建置期間縮短時程，另增設臨時負壓單元，避免燃料池內空浮污染向外擴散，增進環境與輻射防護安全。

(二) 緊急冷卻水塔拆除後，可釋出清潔場地 100m^2供其它單位繼續使用，拆除產生之混凝土塊清潔外釋資源堆置場，可回收再利用。

(三) 配合 016 館於本年度第三季實施 220 公升超鈾污染廢液安定化處理作業，建立具梯度負壓系統隔離操作間建置技術，可有效防制阿伐污染物質外洩，降低污染擴散機率提升環境輻射防護安全。

(四) 接收處理相關清理設施產生之可燃廢棄物及通風過濾系統用過絕對過濾器，安全貯存及妥善管理放射性廢棄物，避免民眾疑慮，確保環境安全。

五、其它效益(科技政策管理及其它) (權重20%)

(一) 燃料池廢棄風管拆除後及分類檢整作業，有效將廢棄風管之可壓縮廢棄物及不可壓縮廢棄物撥除分離，另配合廢棄物減容目標，將可壓縮廢棄物充分壓縮裝桶，有效減少廢棄物體積，整體作業之技術及操作困難度高，可作為同類處理之參考。

(二) 緊急冷卻水塔拆除作業範例，可增進與建立污染核設施拆除之規劃與執行能力，供國內核設施拆除參考。

(三) 燃料池貯存之用過燃料及鈾粉之清理作業，為一項跨組及需要團隊合作之輻射作業，須依彼此現有實際作業時程，詳細規劃及協調作業時程與作業細節。實際作業過程中，以輻射及人員安全為目標，順利完成清運及運貯，有助於提升我國核設施除役作業品質。

(四) 建立超鈾污染廢液安定化工法、及相關輻射防護及廢棄物檢整等技術與經驗，除提供本所類同超鈾污染廢液處理之參考外，亦可移轉未來國內核能工業進行除役或面臨超鈾污染廢液處理時之經驗傳承。016 館於本年度第三季實施 220 公升超鈾污染廢液安定化

處理作業，落實工法印證技術之可行。

(五) 妥善安全處理可燃放射性廢棄物，有效支援計畫之推動，避免民眾對核設施終端處理之疑慮。

柒、與相關計畫之配合

一、計畫內工作項目包含燃料池用過燃料運送、熱室安定化產物運貯，須配合「用過核子燃料熱室處理技術研究」計畫，依其熱室安定化作業實際情況及時程，配合規劃運送人員、車輛及輻安及工安管制作業，使運送作業能順利執行。

二、配合「用過核子燃料廠內濕式貯存設施污染處理技術研究」計畫，依其發展建立之清理技術，於實際應用於燃料池清理作業前，配合規劃作業程序、設備及人員現場作業訓練，以利技術能充分驗證其功能，達到技術自主發展之功效。

三、緊急冷卻水塔拆除產生之混凝土塊廢棄物，配合「解除管制量測驗證技術與儀器研發推廣」計畫，編製外釋計畫，並執行外釋作業。

捌、後續工作構想之重點

一、配合 TRR 除役時程，燃料池清理現階段工作，除繼續執行燃料池水下不適用設備拆除處理作業、用過燃料運送熱室及安定化產物運貯，後續並將配合本所自主建置技術，執行廢樹脂分裝移貯、鈾粉收集、裝罐運送、池水淨化及設施除污等作業。

二、緊急冷卻水塔切割拆除、與產生之混凝土塊外釋成功，其建立之拆除工法與解除管制量測、分析及外釋經驗，可作為國內核設施混凝土結構體之拆除及外釋作業參考。

三、017 館污染金屬鎔鑄廠已完成運轉執照更新及清理改善，未來將規劃執行老舊核設施清理之污染金屬鎔鑄減容作業。

四、016 館將持續進行負壓空調系統整建及阿伐廢棄物清理，未來將配合一貯庫超鈾廢棄物重整分類與減容作業需求，進行超鈾廢棄物重整分類作業大型隔離帳篷操作間及負壓系統技術建立與建置。

五、接續接收處理相關清理設施產生之可燃廢棄物及通風過濾系統用過絕對過濾器，有效支援相關設施清理工作之進行；另後續將針對 015B 液體場既有廢液貯槽逐年進行拆除改建，以提高廢液貯存安全；及建置廢樹脂地下貯存庫既存廢樹脂取出重包裝設備，以提高廢樹脂貯存安

全。

六、依據原子能法規要求，本所將於 101 年提出微功率反應器(ZPRL)設施除役計畫書，送主管機關審查，待取得主管機關核發設施除役許可後，依預算及人力資源分配，另行編列計畫執行。於 25 年內依法完成除役工作。

七、「放射性污染金屬廢棄物除污設施運轉安全分析報告」，經主管機關 100 年 11 月 22 日物一字 1000002876 號函准予核備。自 101 年起規劃兩年處理 40 噸金屬廢棄物，外釋 30 噸。

玖、檢討與展望

一、本計畫著重在老舊核設施除污、拆解、廢棄物減整包裝等工程實務執行，大部分作業區域屬輻射(污染)管制區，故輻射防護向為工作重點之一，其具體成效，嚴格管控人員接受之輻射劑量，工作人員每月接受劑量均小於 2mSv，全年接受劑量均能符合小於 20mSv 之目標，符合本所及法規相關規定；在工作人員體內污染防護方面，依各作業區域之空浮污染狀況，定期執行人員定期全身計測，掌握工作人員之體內污染程度，據以規劃及改善作業環境，保護人員之健康安全成效佳；對環境及公眾防護方面，全年之輻射安全季報陳報事項，作業場所氣體排放均符合規定。

二、燃料池清理作業接近後期，池內貯存之高活度高污染廢棄物將陸續清出，因此部分廢棄物放射性極高，在處理程序上困難度高，須依 ALARA 原則抑底人員接受劑量及體內污染，因此後續輻射作業程序須縝密規劃，期能在燃料池清理順利執行同時，兼顧輻射作業人員安全，以確保整體性之輻射安全。

三、利用鑽石索鋸切割及高空吊運技術，順利於 3 月 1 日完成 TRR 緊急冷卻水塔切割拆除及場地復原；產生之混凝土塊經放射性廢棄物解除管制量測技術，約 1,078 公噸於 12 月 5 日清潔外釋成功，可減少後續廢棄物貯存及處置費用。

四、熱室清理與改善作業，必須使用機械手檢整包裝高輻射高污染之廢棄物，再把廢棄物傳出熱室，人員皆會接觸高輻射高污染之廢棄物，所以作業前須訂定嚴謹之輻射防護計畫，作業中輻防人員亦須檢視人員接受劑量以符合合理抑低原則，以使作業能順利進行同時保護工作人員。

五、完成 016 館超鈾廢液安定化處理作業，建立攪拌混合器等固化設備與最適條件、超鈾廢液安定化工法、輻射防護、廢棄物檢測與分類等作

業程序，依作業程序書嚴謹作業程序，落實熟悉輻射作業環境及程序，確保工作人員之安全。

六、接收處理相關清理設施產生之可燃廢棄物及通風過濾系統用過絕對過濾器，有效支援相關設施清理工作之進行；另針對既有絕對過濾器壓縮減容設備實施精進改善，以增加減容效果及確保作業輻防安全。

七、低放處理廠固體場 2 名管理科技，本年度 1 名離職另高就其他公務機關，另 1 名亦將於近年內退休；技術人員 5 名，據調查 101 年度有 2~3 位技術人員退休，將影響廢棄物相關設施運作。有鑑於廢棄物作業人員除需受基本訓練，尚需取得相關證照，才能進行放射性廢棄物設施操作，故期盼能有年青新血輪加入傳承經驗，以確保廢棄物設施管理運作之穩定及相關作業運作之安全。

填表人：喬凌寰 聯絡電話：03-4711400 轉 3779 傳真電話：03-4713841
E-mail：lhchiao@iner.gov.tw

主管簽名：邱太銘

附錄一、佐證資料表

計畫名稱：執行老舊核設施清理作業計畫

【G 智財資料表】

專利名稱	專利類別	授予國家	證書號碼	發明人	專利權人	有效(起-迄)期間(YYYY/MM)
高活度廢棄物盛裝屏蔽桶之驗證方法及其裝置	a 發明專利	a.中華民國		張國源		
高活度廢棄物盛裝屏蔽桶之驗證方法及其裝置	a 發明專利	b.美國		張國源		

註：專利類別分成 a 發明專利、b 新型新式樣、c 商標、d 著作、智財；授予國家分成 a 中華民國、b 美國、c 歐洲、d 其他

【H 技術報告表】

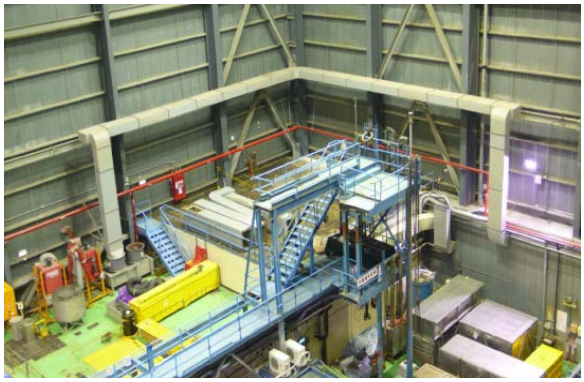
報告名稱	作者姓名	出版年(西元年)	出版單位
執行老舊核設施清理作業計畫-99 年度執行情形分析	胡毓青、張國源、羅文璉、胥耀華、林忠永	2011	核能研究所
工程組輻射防護監測儀器警報之處理程序	黃華泰、鄭敦仁、林極峰	2011	核能研究所
台灣研究用反應器(TRR)設施除役計畫書第三次修訂版	徐金登、喬凌寰、張國源、諸葛志春	2011	核能研究所
TRR 燃料池廢棄風管拆除報告	黃其文	2011	核能研究所
99 年度 TRR 燃料池用過燃料安定化產物運貯報告	吳秉榮	2011	核能研究所
TRR 燃料池東側緊急門屏蔽改善報告	張國源	2011	核能研究所
工程組呼吸防護面具管制作業程序	張國源、鄭敦仁	2011	核能研究所
TRR 高活度廢樹脂燃料池內處理作業	張國源	2011	核能研究所

程序書			
台灣研究用反應器緊急冷卻水塔拆除產生之固體廢棄物外釋計畫	曹盛滿、羅文璉、邱鍠盛、武及蘭	2011	核能研究所
TRR 緊急水塔拆除作業結案報告	羅文璉、喬凌寰、曹盛滿、諸葛志春	2011	核能研究所
核一廠燃料匣鎖緊裝置斷裂螺栓破壞分析	呂文豐、張中興、蔡坤釗	2011	核能研究所
核一廠燃料匣鎖緊裝置破損螺栓試樣運送計畫書	呂文豐、鄭世中、黃智麟	2011	核能研究所
核子原(燃)料貯存設施(017B 館)除役計畫結案報告(物管局核備版)	陳勝裕、鄭世中	2011	核能研究所
核能研究所 020 館 49、52 非密封放射性物質實驗室除污計畫書	黃智麟、陳育英、范振儒	2011	核能研究所
0 一六舘超鈾儲存設施拆除技術發展計畫---超鈾廢液安定化作業工作實錄	蔡振鐸、吳江纘、林春生、李映園、陳繼偉、徐穩成、劉信堂、李時宗、劉興隆、郭金福、張清泉、李文章	2011	核能研究所
016 館超鈾儲存設施廢棄清理整建技術發展計畫---超鈾廢液安定化處理廢棄物檢測與分類作業程序書	李文章、徐穩成、蔡振鐸	2011	核能研究所
016 館超鈾儲存設施廢棄清理整建技術發展計畫----超鈾廢液安定化處理輻射防護作業程序書	李文章、徐穩成、蔡振鐸	2011	核能研究所
016 館超鈾儲存設施廢棄清理整建技術發展計畫---超鈾廢液安定化處理作業程序書	吳江纘、蔡振鐸、林春生、李文章	2011	核能研究所
超鈾廢液水泥固化最佳程序方法建立	蔡振鐸、林春生、吳江纘、李映園、李文章	2011	核能研究所
超鈾儲存設施拆除技術發展計畫(96-98 年)結案報告	李文章、吳江纘、劉信堂、李映園、林春生、蔡振鐸、李時宗、陳繼偉	2011	核能研究所
016 館超鈾廢液管線拆除工作實錄	吳江纘、李文章、李映園、林春生、蔡振鐸、張堂淼	2011	核能研究所

核能研究所放射性廢棄物處理貯存運作現況(100 年 5 月)	鄭豫謙、張國威、江枝安、彭勝興、張峰榮	2011	核能研究所
核能研究所放射性廢棄物處理貯存運作現況(100 年 6 月)	鄭豫謙、張國威、江枝安、鍾耀煥、溫鎮倉、周子鑫、彭勝興、羅立志、張峰榮	2011	核能研究所
核能研究所放射性廢棄物處理貯存運作現況(100 年 7 月)	鄭豫謙、張國威、江枝安、鍾耀煥、溫鎮倉、周子鑫、彭勝興、羅立志、張峰榮	2011	核能研究所
核能研究所放射性廢棄物處理貯存運作現況(100 年 8 月)	鄭豫謙、張國威、江枝安、鍾耀煥、溫鎮倉、周子鑫、彭勝興、羅立志、張峰榮	2011	核能研究所

附錄二、佐證圖表

一、 TRR 燃料池清理及改善



半樓廢棄風管拆除前後

燃料池區廢棄風管拆除前後

用過燃料運送熱室及安定化產物運貯

二、 TRR 附屬設施清理及場地改善

緊急水塔切割作業

切割混凝土塊吊掛作業

移暫貯區準備解除管制量測分析

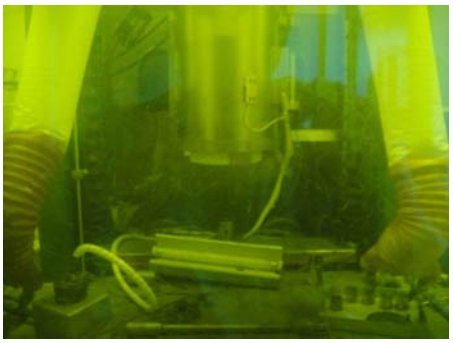
混凝土塊破碎取出內部鋼筋

碎石清運前最後偵測作業

碎石外釋至資源回收堆置場

三、 熱室清理及改善

鉛室 114 清理完成



鉛室 112 清理完成

017 館舊熔房熔爐設備拆除完成

行政院原子能委員會 書函

熱室 49 室和 52 室非密封放射性實驗室使用許可永久停用

四、 超鈾儲存設施廢棄清理整建技術發展

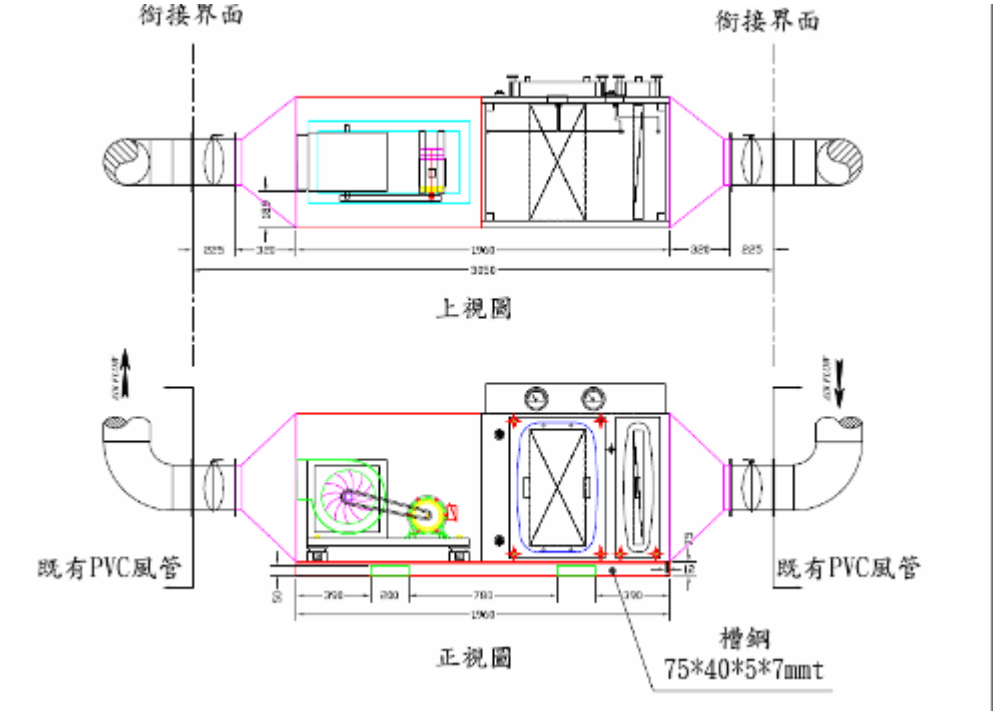
輻射工作人員需穿著裝全罩式供氣防護裝備，在隔離操作間配合負壓通風系統之設備下，執行超鈾廢液安定化作業

輻射工作人員執行超鈾廢液安定化處理後 TRU 固化體三層嚴密包裹與除污作業，確認表面無污染後再移出隔離操作間作業

執行超鈾廢液安定化處理後 TRU 固化體吊運作業

超鈾廢液安定化處理後 TRU 固化體裝箱作業

五、 放射性廢棄物減量處理及安全貯存



過濾器壓縮裝置通風過濾器組設計圖

過濾器壓縮裝置通風過濾器組

附錄三、100 年度期中審查意見回覆辦理情形

100 年度政府科技發展計畫期中審查意見回覆辦理情形

計畫名稱：執行老舊核設施清理作業計畫	
審查單位：核能研究所	
審查委員意見	回復說明
1.Page 1、2、3&more 輻射污染→放射性污染	感謝委員指正，文字將修正為「放射性污染」。
2. Page 6 1.TRR 燃料池……改善 (1)及(3)宜併寫成 1 條 3.熱室清理……改善 (2)非密封放射性物質使用許可證永久停止使用…… 依輻防法第三十五條放射性物質永久停止使用……陳報主關機關……。	1. 感謝委員指正，(1)及(3)合併為「完成燃料池完成 21 罐廢樹脂清洗、舊廢樹脂空罐除污、切割及其廢棄物處理作業」。
問題 1. 是否已陳報主管機關並經核准？	2. 本案已奉原能會 100 年 6 月 8 日會輻字第 1000007821 號函核准。 規劃核准應屬重要成果建議列入報告 感謝委員提醒，將核准文號增列報告「全程目標及執行成果」與「本年度期中預期目標及達成情形」。
問題 2. 放射性物質是否已依廢棄物處理？	3. 放射性物質將依職安會 100 年 5 月 10 日安會字 1000000044 號函審查同意核備之「核能研究所 020 館 49、52 室非密封放射性物質使用許可證永久停止使用除污計畫書」處理。
問題 3. 依法無所謂除污計畫？020 館 49、52 室作何用途？	4. 除污計畫是依「放射性物質與可發生游離輻射設備及其輻射作業管理辦法」第四十一條規定，條文如下：設

	施經營者於非密封放射性物質永久停止使用時，應填具申請書，並檢附下列文件，向主管機關申請審查合格後，依核准之計畫完成除污，並報請主管機關檢查：一、領有許可證者應附原領使用許可證。二、除污計畫書。前項第二款除污計畫書之內容應包括除污期程、除污方式、放射性廢棄物處理方式、除污作業區域劃分及人員管制措施。020 館 49、52 室除污後將作為熱室重要資料存放(49 室)，及進行受照射後金屬試片材料處理等一般輻射作業(52 室)。
3. Page 7 1.放射性廢棄物減量處理及安全貯存 問題 1. 99 年度工作與 100 年度工作似乎無絕對/前後關係？	1.感謝委員指教。本計畫第 2 分項原規劃 4 個子項，由於預算遭刪減，故 99 年僅能執行 1 個子項工作，100 年則執行另 1 子項工作。
問題 2. 99 年度焚化處理減量壓縮，100 年度亦應有相同工作，為何無進度？如屬個案，100 年完全處理後以後也無須作業？	2.感謝委員指教。100 年度規劃可燃廢棄物焚化減量處理 40,000 公斤，累計至 5 月底已完成可燃廢棄物焚化處理 24,954 公斤，達 62%，符合進度。
問題 3. 99 年度完成高導電度含氚廢液蒸發濃縮設備建置及單元空白測試，100 年度可以空轉而無延續作業計劃？	3.感謝委員指教。99 年度完成高導電度含氚廢液蒸發濃縮設備之建置及太陽能做為其輔助供應能源之先期研究後，本設備限於分項經費有限，後續延續作業計畫已另由能源國家型科技計畫－核電能源系統生命週期之放射性廢棄物管理技術發展與應用計畫下之放射性無機廢液處理技術研究子項計畫執行。
問題 4. 99 年水文地質調查後，後	4.感謝委員指教。99 年度完成環境水文

續 100 年似乎就停滯了，那此項工作作什麼？	地質特性調查與評估工作後，限於分項經費有限，後續延續作業計畫已另由能源國家型科技計畫－核電能源系統生命週期之放射性廢棄物管理技術發展與應用計畫下之場址水文地質環境監測與評估技術研究子項計畫執行。 建議可將部分文字宜放入報告中以示完整或是抗議 感謝委員提醒，將項 3 及項 4 說明內容，增列報告 100 年度「全程目標及執行成果」。
4. Page 13 ~ 15 總人力預定 17.5 人年，差異 5.07 人年，約 30 %差距，而工作又完全符合預期，無影響差異說明。很容易產生負面聯想？宜更明確說明？	感謝委員指教。計畫執行人力統計至 6 月 30 日止，差異為 2.32 人年，約 13%差距，會因人員離退、調整工作項目而有所差異，故對整體計畫進度並無影響。
5. Page 18 緊急水塔拆除並非經濟效益，恢復至綠地是核能產業的一個承諾的開始，可能屬社會影響？	感謝委員提醒，將本文中「經濟效益」改為「社會影響」。
6. Page 19、20 本份報告屬期中成果，後續工作構想之重點，宜針對更為實務之下半年工作規劃構想，做更積極的陳述，以達成預期成效。	感謝委員提醒及鼓勵。
7. Page 20、21 檢討與展望 第一點與第三點屬於 ALARA 作業，構想良好，已實際執行，半年之 ALARA 成效應屬顯著而具體。請補充分析其成效以彰顯核能計畫對法規遵循，對工作人員，環境及公眾健康，保護與技術成效。	感謝委員提醒及鼓勵。 本計畫著重在老舊核設施除污、拆解、廢棄物減整包裝等工程實務執行，大部分作業區域屬輻射(污染)管制區，故輻射防護向為工作重點之一，其具體成效，在工作人員劑量方面，上半年工作人員每月接受之劑量均小於 2mSv，符

	合本所及法規相關規定，預期全年工作人員均能符合小於 20mSv 之目標;在工作人員體內污染防護方面，依各作業區域之空浮污染狀況，加強執行人員定期全身計測，掌握工作人員之體內污染程度，據以規劃及改善作業環境，保護人員之健康；對環境及公眾防護方面，上半年之輻射安全季報陳報事項，作業場所氣體排放均符合規定。 建議放入成果報告 感謝委員提醒，增列期中報告「檢討與展望」。
8.檢討與展望 應非陳述成果，例如 ALARA 成效，優點/缺點可改進之處，預期下半年成效如何？更進一步可以節省能源多少？其他作為之成效優劣檢討也請一併說明。	感謝委員指教。 本計畫著重在老舊核設施除污、拆解、廢棄物減整包裝等工程實務執行，大部分作業區域屬輻射(污染)管制區，故輻射防護向為工作重點之一，其具體成效，在工作人員劑量方面，上半年工作人員每月接受之劑量均小於 2mSv,符合本所及法規相關規定，預期全年工作人員均能符合小於 20mSv 之目標;在工作人員體內污染防護方面，依各作業區域之空浮污染狀況，加強執行人員定期全身計測，掌握工作人員之體內污染程度，據以規劃及改善作業環境，保護人員之健康；對環境及公眾防護方面，上半年之輻射安全季報陳報事項，作業場所氣體排放均符合規定。 節省能源效益方面，擬待核設施清理完成後統計，執行過程中則仍以安全為主要考量。

附錄四、100 年度期末審查意見回覆

核能研究所 100 年度科技計畫期末成果效益報告審查委員意見及回覆表

計畫名稱：執行老舊核設施清理作業計畫	
審查單位：核能研究所	
審查委員意見	回覆說明
1. Page 7 超鈾部份 ①說明廢液……設備建立 ④說明廢液……處理…作業， Page 15 技術創新說明完成，廢液安定化處理作業技術建立 Page7 說明設備及作業似乎並無新技術創新，Page15 之技術是什麼？什麼創新？有那些研發 KPI 展現？	謝謝審查委員 1. 回覆委員所提 Page 7①與④說明 ①阿伐污染廢液固化實驗室及攪拌混合器等設備建立，係建立一個簡易固化實驗室，進行不同比例水泥、添加物、含水率、酸鹼度等調整攪拌混合、熟化與抗壓測試等最適條件取得之前置模擬實驗。本項處理技術彙整經職安會 100 年 6 月 8 日安會字第 1000000060 號審查。 ④係引用上述取得的最適條件，於負壓隔離操作區內完善防護監測狀態下，進行超鈾污染廢液 220 公升固化實務處理(去游離水使之呈安定態)。 2. 超鈾污染廢液之固化實務處理技術，為 016 館年度內具高阿伐污染擴散危害之艱鉅工作，經前置模擬實驗、程序書核定、人員教育訓練等嚴謹準備工作，進行固化處理作業，致全程圓滿完成無污染外洩等事件發生。本處理作業並分別提審通過 INER – OM-1670R 超鈾廢液安定化處理作業程序書」及 INER-OM-1673R 超鈾廢液安定化作業工作實錄」等相關技術報告。

2. Page 7 及 Page 17 均說明 017 館已完成改善，於 Page 17 中更明確說明那些設施多少量要 017 館作業？	目前針對 017 館舊設備拆除、分解後之污染金屬，經篩選判定，凡物件具無法貼近量測到的污染面，皆無法執行外釋，故將進行熔鑄減容，目前預計約 20 噸須於來年執行熔鑄減容。
3. Page 7 所謂過濾器壓縮…及空氣除污裝置…請說明新除污裝置之效能如 DF。	本案絕對過濾器壓縮減容設備之空氣除污裝置係建置 1 台絕對過濾器組，目的在阻絕來自絕對過濾器壓縮減容過程產生之粉塵。以規格 3μm 粒子 99.95%過濾效率，可推算其 DF 值為 2,000。