

104 年度政府科技發展計畫 績效報告

計畫名稱：核設施除役產生放射性廢棄物處理與處置
技術研發

主管機關：行政院原子能委員會
執行單位：核能研究所

中華民國 105 年 3 月 25 日

【104 年度政府科技發展計畫績效評核意見表】

計畫名稱：核設施除役產生放射性廢棄物處理與處置技術研發

績效審查委員：邱太銘、陳渙東、劉文忠

序號	審查意見	回復說明
壹、執行之內容與原計畫目標符合程度(評等：8)		
9-10：超越計畫原訂目標。		
8：達成計畫原訂目標。		
7：大致與原計畫目標相符。		
1-6：未達原訂目標。		
1-1	執行內容與原計畫目標相符。	謝謝支持與肯定。
1-2	辦理放射廢棄物東亞國際研討會，有助於提升國內技術水平，亦可嘉許。	謝謝肯定與鼓勵。
貳、計畫經費及人力運用之妥適度(評等：8)		
9-10：與原規劃一致。		
7-8：與原規劃大致相符，差異處經機關說明後可以接受。		
1-6：與原規劃不盡相符，且計畫經費、人力與工作無法匹配。		
2-1	有由經常門流入資本門的情況，惟總經費仍控制得當。	謝謝支持與肯定。
2-2	依綱要計畫書，104 年的總人力應為 63 人年，但本成果效益報告顯示為 69.92 人年(Page 24)，實支 68.15 人年，惟因經費仍控制得當，應可接受。	謝謝支持與肯定。
參、已獲得之主要成果(重大突破)與成果滿意度(評等：8)		
9-10：達成原訂 KPI，且獲得成果績效超越原計畫預期。		
8：達成原訂 KPI，且獲得成果績效與原計畫預期相符。		
7：大致達成計畫原訂 KPI 與預期效益。		
1-6：未達成計畫原訂 KPI 與預期效益。		
3-1	各分項工作均達成原訂 KPI，且部分項目獲得成果績效超越原	謝謝肯定與鼓勵。

序號	審查意見	回復說明
	計畫預期。	
肆、評估主要成就及成果之價值與貢獻度(評等：8) 9-10：超越原計畫預期效益。 8：與原計畫預期效益相符。 7：大致與原計畫預期效益相符。 1-6：未達成原計畫預期效益。		
4-1	在學術成就及技術創新方面都有顯著之成果，部分項目並獲得我國發明專利，應屬超越原計畫預期效益。	謝謝肯定與鼓勵。
4-2	低放射性廢棄物容器開發研究或相關容器之用途宜涵蓋除役現場使用與貯存、中期貯存場址、最終處置場址及各階段的運輸過程。	謝謝支持與肯定。
伍、跨部會協調或與相關計畫之配合程度(評等：9) 10：認同機關所提計畫執行無須跨部會協調，且不須與其他計畫配合。 9-10：跨部會協調或與相關計畫之配合情形良好。 7-8：跨部會協調或與相關計畫之配合情形尚屬良好。 1-6：跨部會協調或與相關計畫之配合情形仍待加強。		
5-1	與各知名學術單位合作，充分利用國內專家與資源，協調配合情形良好。	謝謝支持與肯定。
陸、後續工作構想及重點之妥適度(評等：9) 9-10：後續工作構想良好；屆期計畫成果之後續推廣措施良好。 7-8：後續工作構想尚屬良好；屆期計畫之後續推廣措施尚屬良好。 1-6：後續工作構想有待加強；未規劃適當之屆期計畫後續推廣措施。		
6-1	後續工作之規劃應屬妥適，若能順利研發，對我國除役技術之建立必有相當助益。	謝謝肯定與鼓勵。
6-2	有關 TRU 量測技術開發及低放	1. 為解決本所既存之超鈾廢棄

序號	審查意見	回復說明
	廢棄物比例因子之精進研究，建議提出後續之研究時程、研究重點項目及預定達成目標等，以符合國內核電廠除役及低放處置時程。	物，已於先前計畫中完成相關之檢測技術的開發，今年之重點項目為本所超鈾廢棄物的檢整作業，預計於明年度完成，並期望透過此檢整的量測經驗，得以回饋於將來國內電廠除役與低放處置之應用上。 2. 本計畫長期投入廢棄物分析及分類管理研究，經由現有資料分析發現部分問題，近幾年已陸續針對難測核種(如 Tc-99, I-129, TRU 等)，投入相關設備、儀器與人力等資源，持續進行量測技術精進與研究，以目前結果來看，確實可將 Tc-99 及 I-129 等 MDA 至少下降至 1-2 個級數，應用在廢棄物中可以降低分類級別。本計畫會持續蒐集國際最新進展同時發展分析技術，期能取得更合理之比例因數，在兼具安全性下及合理性之前提下，落實廢棄物管理。
6-3	除役廢棄物應依物管法規定做好分類並妥善貯存，另請建置廢棄物資料庫系統，將各類廢棄物資料妥善管理，作為處置設施規劃設計之用。	本所將同以往遵循物管法規定做好廢棄物分類並妥善貯存。另外，本所已開始積極進行廢棄物資料庫系統建置工作推動，持續維持既有各貯庫廢棄物資料，並進一步彙整成單一廢棄物資料庫將各類廢棄物資料妥善管理。
柒、總體績效評量暨綜合意見 (評等：9) (10:極優 9:優 8:良 7:可 6:尚可 5:普通 4:略差 3:差 2:極差 1:劣)		

序號	審查意見	回復說明
7-1	綜合各項指標，本研發案對我國核設施除役時，在廢棄物處理與處置方面的技術建立有明顯貢獻，其 104 年度的總體績效可列為優等。	謝謝肯定與鼓勵。
7-2	燃料池水鈾粉清理及後續安定化處理已大致清理完成，核研所的努力，使此一棘手問題得到解決，應予肯定。	謝謝肯定與鼓勵。

目 錄

【104 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】	5
第一部分(系統填寫).....	6
壹、 目的、架構與主要內容	7
一、 目的與預期成效	7
(一) 目的	7
(二) 預期成效	7
(三) 實際達成與原預期差異說明	8
二、 架構	9
三、 主要內容	11
(一) 內容	11
(二) 實際執行與原規劃差異說明	15
貳、 經費與人力執行情形	25
一、 經費執行情形	25
(一) 經資門經費表 (E005)	25
(二) 經費支用說明	26
(三) 經費實際支用與原規劃差異說明	26
二、 計畫人力運用情形	27
(一) 計畫人力結構 (E004)	27
(二) 人力實際進用與原規劃差異說明	28
(三) 主要人力投入情形(副研究員級以上)	29
參、 已獲得之主要成果與重大突破(含量化 output) (E003) (系統填寫)	33
一、 績效指標項目初級產出、效益及重大突破	33
二、 本計畫主要成果及重大突破	38
(一)學術成就	38
(二)技術創新	40
(三)經濟效益	41
(四)社會影響	42
(五)其他效益	43
第二部分(自行上傳).....	44
壹、 主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome).....	45
一、 學術成就(科技基礎研究)(權重 30%)	45
二、 技術創新(科技技術創新)(權重 30%)	46
三、 經濟效益(經濟產業促進)(權重 15%)	48
四、 社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)(權重 10%)	48
五、 其他效益(科技政策管理及其它)(權重 15%)	49
貳、 跨部會協調或與相關計畫之配合	51
參、 後續工作構想之重點	52
肆、 檢討與展望	56
附錄一、佐證資料表	59
附錄二、佐證照片圖表	70

【104 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】

審議編號	104-2001-02-04-01				
計畫名稱	核設施除役產生放射性廢棄物處理與處置技術研發(1/4)				
主管機關	行政院原子能委員會				
執行單位	經濟及能源部--能源研究所				
計畫主持人	姓名	魏聰揚	職稱	研究員	
	服務機關	行政院原子能委員會核能研究所			
	電話	(03)4711400 轉 2752	電子郵件	tywei@iner.gov.tw	
計畫類別	一般額度				
計畫群組及比重	環境科技 100%				
執行期間	104 年 01 月 01 日 至 104 年 12 月 31 日				
全程期間	104 年 01 月 01 日 至 107 年 12 月 31 日				
全程計畫 資源投入 (104 年度以前 請填決算數)	年度	經費(千元)		人力(人/年)	
	104	54,977		63.0	
	105	68,000		65.0	
	106	77,000		68.0	
	107	72,000		64.0	
	合計	271,977		260.0	
當年度 經費投入 明細 (請填決算數)	104 年度	人事費	--	土地建築	--
		材料費	9,608	儀器設備	11,840
		其他經常支出	26,897	其他資本支出	6,632
		經常門小計	36,505	資本門小計	18,472
		經費小計(千元)		54,977	
計畫連絡人	姓名	元盛華	職稱	技術員	
	服務機關	行政院原子能委員會核能研究所			
	電話	(03)4711400 轉 5614	電子郵件	jyuan@iner.gov.tw	

第一部分(系統填寫)

壹、 目的、架構與主要內容

一、 目的與預期成效

(一) 目的

面對當前及未來發展之需要，以及達成原子能主管機關「精進低放射性廢棄物管理品質與管制技術，持續推動廢棄物之減量，提升管理效能與安全」之策略績效目標，擬定「核設施除役產生放射性廢棄物處理與處置技術研發」計畫，藉由本所執行現有核設施除役實務需求，進行相關之研究發展並建立核心技術，逐一應用於完成停用核設施拆清及積貯放射性廢棄物處理工作，發揮：(1)除役作業源頭減量，減少放射性廢棄物處置數量；(2)妥善處理與安全貯存放射性廢棄物，增進放射性廢棄物管理效能；(3)提昇處置場障壁設施安全功能，確保放射性廢棄物最終處置設施可靠度。達到維護環境生態品質及確保民眾健康之目標，並消除社會大眾對放射性廢棄物管理之安全疑慮；同時亦可累積實務經驗與知識，提昇技術完整性與成熟度，達到經驗傳承與人才培訓目的，養成未來市場需求人力資源，以應用於未來核電廠除役之需求。

(二) 預期成效

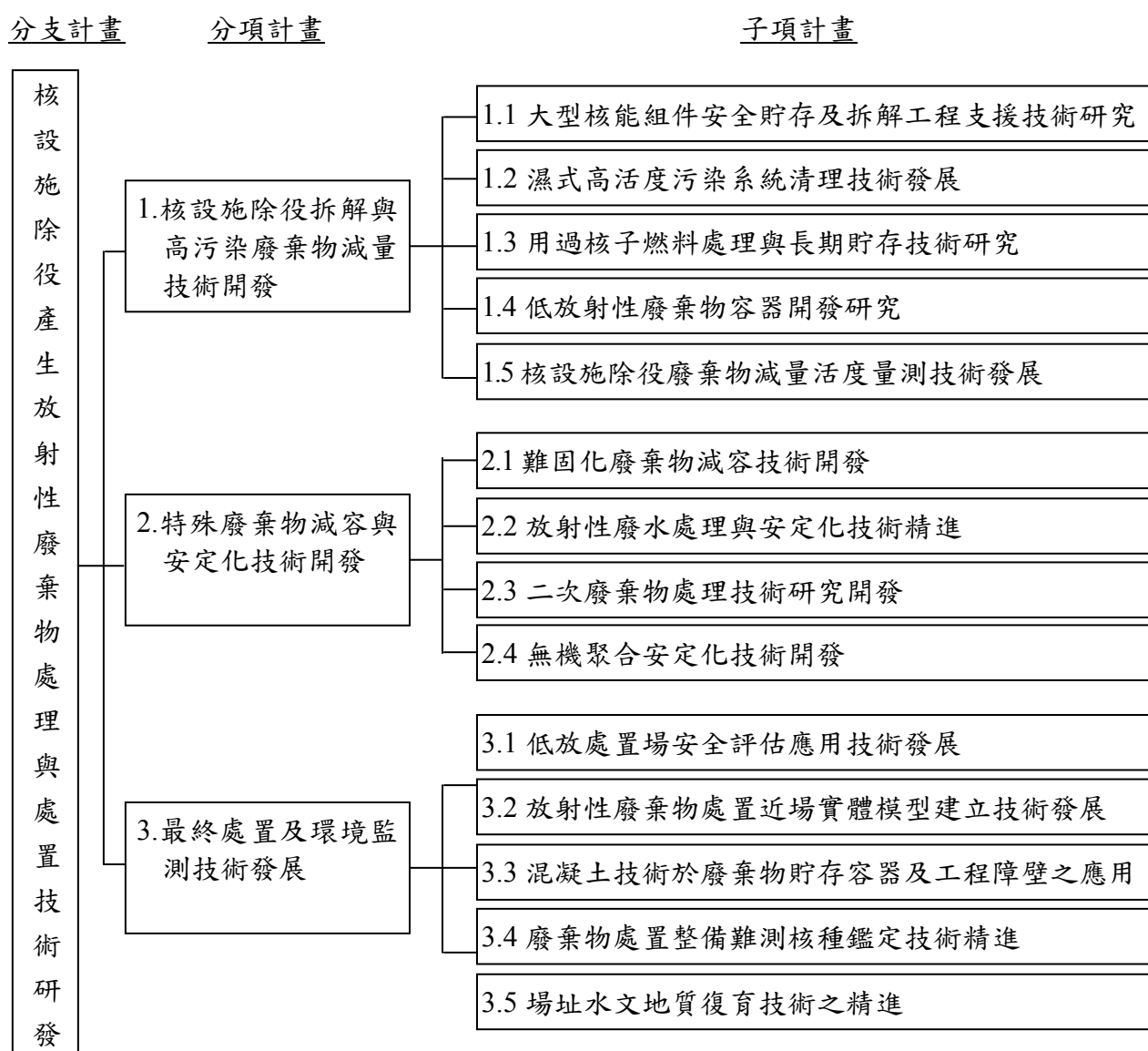
- 一、建立國內自主的核能設施安全清理拆除之實務範例與經驗，以供未來核電廠除役之參考及應用。
- 二、建立除役廢棄物分類、減量之活度量測技術及量測技術認證，達成外釋或資源再利用之目的，確保廢棄物管理之經濟性、安全性與可靠性。
- 三、開發高效、可靠的減量、安定化、及安全貯存之處理方法與設備，提昇放射性廢棄物管理安全，消弭對環境之潛在威脅，技術與運轉經驗可應用於國內核電廠廢棄物處理需求。
- 四、建立我國放射性廢棄物最終處置場本土化之功能與安全評估、工程障壁、廢棄物整備等技術，協助解決設置放射性廢棄物處置場的有關議題。
- 五、建立區域水文地質環境監測及阻絕核種擴散措施，防止放射性物質污染擴散，確保環境生態安全。

(三) 實際達成與原預期差異說明

本計畫原規劃 TRR 燃料池池水排出後再清理池內池中池等大型物件，104 年原規劃排出 500 公秉池水。現因部分物件沾附高活度鈾粉之非預期因素，基於輻射安全清理時須利用池水作為屏蔽防護，俟優先清理大型物件後，再排池水及清理池壁，以致排水量須減少為 300 公秉，105 年排盡目標不變。因排出水量減少，在未涉及更動細部執行計畫書內容下，針對作業計畫中之年度工作項目分月工作摘要及進度需做部分調整。於 104 年 6 月 22 日簽奉原能會(會綜字第 1040017195 號函)核准本年度工作項目「特殊廢棄物減容與安定化技術開發」之年度目標及工作摘要及進度 12 月查核點由「完成處理 TRR 燃料池廢液 400 公秉」修正為「完成處理 TRR 燃料池廢液 300 公秉」，差異數量於全程計畫內完成，105 年總目標累計處理 900 公秉。

二、架構

本計畫係配合政府施政藍圖，依據原子能委員會科技發展重點策略方向，延續過往所建立之技術成果，持續研擬主導本所核設施除役及後續核電廠除役相關實務需求關鍵技術的開發，建立自主技術及累積經驗，解決本所各類放射性廢棄物處理與處置問題，進而應用於核電廠未來除役所產生廢棄物之處理與處置技術需求。自 104 年起至 107 年止，規劃「核設施除役產生放射性廢棄物處理與處置技術研發」分支計畫，進行「核設施除役拆解與高活度廢棄物減量技術開發」、「特殊廢棄物減容與安定化處理技術開發」及「最終處置及環境監測技術發展」等三個分項計畫。計畫架構如下：



細部計畫		子項計畫		主持人	共同主持人	執行機關	備註
名稱	預算數/ (初編決算數) (千元)	名稱	預算數/ (初編決算數) (千元)				
核設施除役產生放射性廢棄物處理與處置技術研發	54,977 (54,583)			魏聰揚		核能研究所 化工組	
		核設施除役拆解與高污染廢棄物減量技術開發	22,049 (21,792)		李崙暉	核能研究所 工程組	1.大型核能組件安全貯存及拆解工程支援技術研究-工程組(3,852) 2.濕式高活度污染系統清理技術發展-工程組(6,346) 3.用過核子燃料處理與長期貯存技術研究-燃材組(4,771) 4.低放射性廢棄物容器開發研究-工程組(3,039) 5.核設施除役廢棄物減量活度量測技術發展-保物組(4,041)
		特殊廢棄物減容與安定化技術開發	14,606 (14,573)		鍾人傑	核能研究所 化工組	1.難固化廢棄物減容技術開發-化工組(3,496) 2.放射性廢水處理與安定化技術精進-化工組(3,584) 3.二次廢棄物處理技術研究開發-化工組(4,018) 4.無機聚合安定化技術開發-化工組(3,508)
		最終處置及環境監測技術發展	18,322 (18,218)		張福麟	核能研究所 化工組	1.低放處置場安全評估應用技術發展-化工組(2,632) 2.放射性廢棄物處置近場實體模型建立技術發展-化工組(4,091) 3.混凝土技術於廢棄物貯存容器及工程障壁之應用研究-化工組(4,516) 4.廢棄物處置整備難測核種鑑定技術精進-化學組(3,636) 5.場址水文地質復育技術之精進-化工組(3,447)

三、 主要內容

(一) 內容

本計畫主要針對解決實際問題為導向，進行研究發展建立核心技術為訴求，藉由本所執行核設施除役開發實務需求技術，以及開發針對性有效技術解決各類放射性廢棄物處理與處置問題，執行過程並適時因應國內核電廠之需求給予技術協助，進而應用於核電未來除役之廢棄物管理；同時累積實務經驗與知識，為未來協助核能電廠除役儲備技術能力與人力資源需求。本計畫整合了除役、除污，以迄廢棄物之處理、檢整、清潔釋出與處置等上自廢棄物之源頭，下至其最終歸宿等所有上、中、下游相關技術之研發，計畫主要執行內容如下：

1.核設施除役拆解與高污染廢棄物減量技術開發

研究本所研究用反應器(簡稱 TRR)等大型核能組件安全貯存及拆解工程支援技術、用過核子燃料濕式貯存設施與高活度污染設施處理方法、用過核子燃料處理與長期貯存技術、可盛裝爐體相關廢棄物之中大型容器，以及廢棄物減量之量測與認證等技術，研擬清除工法，確保設施拆除安全；抑低除役廢棄物量，達到源頭減量目標，建立國內核設施除役之範例。

(1)大型核能組件安全貯存及拆解工程支援技術研究：在大型核能組件 TRR 設施除役作業中，爐體已於民國 91 年以整體遷移方式，移至本所 074 館拆裝廠房內，成為放射性廢棄物做安全貯存；依據 TRR 設施除役計畫書，待其內部輻射劑量率大幅降低，並配合國內低放射性廢棄物最終處置場設置期程，再進行細部拆解，在此之前，必須先建立拆解技術，以確保後續爐體廢棄物拆解作業安全及放射性廢棄物合法存放。

(2)濕式高活度污染系統清理技術發展：TRR 燃料池內用過燃料棒總計 39 支至 101 年底已全數清除，並於民國 102 年底完成熱室進行安定化作業，約 10 m^3 之高活度廢樹脂總活度約 2,200 Ci 將於民國 103 年中由燃料池清出暫貯以備後續之安定化處理，而總活度約 $9.6 \times 10^5\text{ Ci}$ 約 150 公斤重之鈾粉將於民國 104 年中陸續由燃料池清出，需經安定化處理以利中長期安全貯存。 1000 m^3 池水總活度約 100 Ci 之前處理技術已於民國 102 年底

熱試車成功，前處理程序包含吸附、凝集沉降及過濾方法，已於民國 103 年底分送 200 m³ 初處理後池水至本所放射性廢液處理場進行處理，民國 104~105 年完全排盡池水；而池水經前處理後所產生之高活度高污染淨化媒如吸附劑、污泥及廢濾芯等須予以適當除水及包裝後裝桶安全貯存；另不堪用之舊有遭用過燃料污染之燃料池冷卻水系統亦須在狹窄空間內清除；池壁總面積約 1,100 m² 其固著污染調查及剷除將於池水排盡後進行清理熱試車。

- (3) 用過核子燃料處理與長期貯存技術研究：藉由執行 TRR 用過 UO₂ 實驗燃料棒安定化處理與鋳合金護套氧化行為研究，建立國內用過核子燃料長期貯存安全分析評估與環境監測等技術；且國內核電廠用過核子燃料長期貯存之安全性，須倚賴用過核子燃料的包封護套與燃料丸體之完整性，確實明瞭用過核子燃料長期貯存行為，並建立有效之監測技術。
- (4) 低放射性廢棄物容器開發研究：本計畫之研究目標以金屬製廢棄物容器之開發為主。核設施在除役過程將產生大型之放射性廢棄物，若採用小體積之 55 加侖桶，將增加廢棄物之切割工作成本及工作人員劑量。為提高廢棄物貯存效率，因此本計畫之研究目標是在開發中大型之金屬製廢棄物容器。
- (5) 核設施除役廢棄物減量活度量測技術發展：進行 TRU 廢棄物減量活度量測、核設施除役低放廢棄物減量活度量測驗證、核設施除役大型管件廢棄物減量活度量測及建物解除管制量測驗證等技術之建立與研究，達成解除管制及資源廢棄物再利用之目的，以確保我國除役廢棄物管理之經濟性、安全性與可靠性。針對不同類型放射性廢棄物及核設施除役作業，開發適用之解除管制技術，及建立合理化解除管制之量測追溯與驗證機制。

2. 特殊廢棄物減容與安定化技術開發

開發醫學及研究等領域同位素應用所產生多樣，且難處理放射性廢棄物之減容與安定化處理技術，針對難固化廢棄物之減容、放射性廢水處理與安定化效能提升、除污與處理產生二次廢棄物之處理等分別開發有效性技術，以及發展無機聚合安定化技

術，達成減量及安全貯存之廢棄物管理要求。

- (1)難固化廢棄物減容技術開發：針對本所早期從事放射性物質與放射性同位素研究所產生之固體廢棄物，目前仍存放於本所貯存場包括廢樹脂、廢活性碳、及廢保溫材等難固化處理之固體廢棄物，必須開發適當處理技術以解決。
- (2)放射性廢水處理與安定化技術精進：為確保高導電度無機類含氚廢液及 TRR 燃料池廢液處理程序為有效且安全，採除污因子較高的蒸發濃縮系統處理，處理後所產生之蒸發濃縮廢液，分別研究開發其固化處理程序，以確保固化體品質。此外，運用已開發之技術方法進行現有貯存桶槽內之放射性有機含氚廢液處理，並持續研發低放射性有機含氚廢液高效氧化技術。
- (3)二次廢棄物處理技術研究開發：除污過程中將產生一定數量的二次廢棄物，主要為放射性含酸廢液(如氟硼酸、高錳酸、草酸)及有機離子交換樹脂、研磨材料等，因此，有效的二次廢棄物處理程序將可以進一步減少放射性廢棄物之體積及貯存壓力，使廢棄物管理或處置更經濟有效率，故開發本土化二次廢棄物處理技術的確有其必要性與前瞻性，以徹底解決除污或處理過程中所產生之二次廢棄物，並藉此達到輻射防護及放射性廢棄物管理安全之目的，同時減少對環境潛在危害衝擊。
- (4)無機聚合安定化技術開發：本研究擬以透過材料來源與種類之選擇，配合各項添加物和原料配比之結果進行差異分析，提供一新形態之可利用無機聚合安定化技術，達到放射性廢棄物安定化、環境保護與廢棄物再利用及最小化之目標，為放射性廢棄物安定化以及具再利用性價值之廢棄物另闢一條具重大貢獻及正面意義之途徑。

3.最終處置及環境監測技術發展

配合國內低放射性廢棄物最終處置時程，發展低放處置場安全評估應用技術、近場小型膨潤土塊體建構技術，以及高性能混凝土障壁材料；並配合最終處置場接收標準，精進處置整備難測核種鑑定技術。同時針對核設施場址進行全面與長期之環境水文地質監測，建立防堵措施阻絕污染擴散，維護環境輻射安全。

- (1)低放處置場安全評估應用技術發展：本計畫以協助主管機關建

立處置障壁系統模擬實驗與驗證技術，同時解決國內小產源放射性廢棄物處置問題為任務目標，進行相關技術研究建置低放射性廢棄物處置安全之關鍵技術。依前述技術議題規劃四年工作進程，逐步完成技術之開發。

- (2)放射性廢棄物處置近場實體模型建立技術發展：以發展國內放射性廢棄物處置工程障壁在地化技術為任務目標，進行緩衝材料塊體壓實相關技術研究，除建置緩衝材料塊體壓實設備，完成緩衝材料縮尺模型壓製，並進行相關的材料品質測試，最後利用壓製模型建置工程障壁膨潤土塊體展現設備。
- (3)混凝土技術於廢棄物貯存容器及工程障壁之應用研究：依據原能會物管局公告之低放射性廢棄物高完整性容器規範與申請書導則，進行相關實驗驗證及工程障壁材料之應用，提供工程障壁材料與廢棄物貯存容器材料的選擇。
- (4)廢棄物處置整備難測核種鑑定技術精進：精進、整合廢棄物放射化學分析之核心技術研究，及小產源低放射性水泥固化廢棄物桶核種濃度評估計算與分類資料庫建立。
- (5)場址水文地質復育技術之精進：精進場址水文地質復育技術，技術發展與應用案例將實施於研究場址之地下水及環境水文地質復育最適化模式之建立等應用案例。

(二) 實際執行與原規劃差異說明

1. 本年度預期目標及達成情形

年度預期目標	達成情形	差異分析
一、核設施除役拆解與高污染廢棄物減量技術開發 (一)大型核能組件安全貯存及拆解工程支援技術研究 1.大型核能組件內部複雜環境取樣技術研究 2.虛擬實境技術研究 3.輻射劑量 3D 模擬繪製技術研究	1.執行各種管路內部遙控載具技術的優缺點及其應用分析，建立遙控機具之運動方程式分析、數學動態模式、視覺輔助等技術，完成載具之伺服馬達控制與感測器模組規劃。 2.完成虛擬實境於大型組件拆解工程支援規劃與模擬。 3.完成大型組件輻射劑量 3D 模擬技術規劃與分析。	達成度：<u>100</u> %
(二)濕式高活度污染系統清理技術發展 1.池水前處理後廢淨化媒介活度調查 2.池水前處理後廢淨化媒介除水及污泥減容技術熱試車 3.燃料池冷卻水系統管線及桶槽殘水量及活度調查	1.第一組吸附單元在處理池水後表面劑量率>350 mSv/h，經水下拆解後於鉛屏蔽罩內除水後裝入 TRU 屏蔽容器。 2.經評估使用離心脫水方式可去除凝集沉降污泥水分約 60%，現建置一部連續式脫水機，後續將進行試車與燃料池內架設安裝，可分批處理凝集沉降污泥。 3.冷卻水系統管線及桶槽內水量約 10 m^3 而貝他活度濃度約 10^4 Bq/mL；為降低系統中過濾器之活度，研擬利用原反洗管線分批抽取高活度污染物，並同時處理淨化系統內殘水。	達成度：<u>100</u> %
(三)用過核子燃料處理與長期貯存技術研究 1.TRR 用過燃料池鈾粉安定化作業精進與處理 2.用過 UO_2 實驗燃料棒燃料丸安定化與鋳合金護套氧化行為實驗設計與設備建置	1.完成接收 128 罐 TRR 用過燃料池鈾粉及執行 81 罐安定化處理。 2.完成熱室實驗熱重分析設備建置及氧化實驗過程與設備之細部設計。	達成度：<u>100</u> %

年度預期目標	達成情形	差異分析
2.配合電漿爐改善進行廢保溫材之熔融測試	染廢活性碳以新採購之固定型高溫爐進行約 60 批次試燒，試燒效果減重比達 15 以上，減容比約 10，並探討核種殘留於灰渣與逸出於廢氣之比例。另外，亦以旋轉爐(rotary kiln)進行模擬污染廢活性碳之試燒，改變不同實驗條件包括溫度、通氣流量、持溫時間等參數，獲得結論：固定型高溫爐之試燒效果優於旋轉爐。 2.廢保溫材之熔融測試必須以電漿火炬加熱進行測試，而新開發之三節式非傳輸型電漿主火炬尚在測試，需俟測試完成才能以電漿火炬熔融廢保溫材；又電漿主火炬 1-12 月計進行 10 次特性測試與火炬使用壽命測試，運轉功率 500-700 kW，火炬運轉最佳使用壽命 13 小時，火炬運轉壽命仍需加強改善。目前先以高溫電熱爐加熱進行熔融測試，真珠岩保溫材熔融溫度 1200℃，其減容比約 6。另外，完成「電漿熔融爐試運轉計畫」之撰寫，並送本所職安會審查通過。	
(二)放射性廢水處理與安定化技術精進 1.運用已開發之技術方法進行現有貯存桶槽內之有機含氚廢液處理 2.改善既有蒸發濃縮設備，處理 TRR 燃料池廢液 3.TR 燃料池廢液蒸發濃縮之水泥系固化劑研擬選擇及固化程序之研擬	1.運用已開發之技術方法進行現有貯存桶槽內 600 公升之有機含氚廢液處理。 2.蒸發濃縮處理 TRR 燃料池廢液 300 公秉。 3.完成 TRR 燃料池廢液蒸發濃縮固化實驗，064 液體場固化流程控制計畫書職安會同意備查後，送物管局審查(核化工字第 1040005933 號)；完成“Effect of mineral viscosity-enhancing admixtures on the solidification of evaporator concentrates”期刊論文，刊登於 Journal of Hazardous Materials, 298 (2015) 294-302。	達成度：100 %
(三)二次廢棄物處理技術研究開發 1.完成化學除污廢液處理	1.已針對化學除污廢液處理程序進行先期	達成度：100 %

年度預期目標	達成情形	差異分析
程序之初步規劃。 2.完成相關材料分析量測方法與儀器設備之建立 (四)無機聚合安定化技術開發 1.完成無機聚合物製備技術方法資料收集。 2.完成聚合物製備實驗規劃、設計 3.完成天然礦物萃製無機聚合物及其成型物特性分析量測方法與儀器建立	規劃，並進行 Cs、Co 核種之模擬廢液進行去除率之實驗。 2.建立 Cs、Co 核種去除率之量測方法，並完成設置實驗型吸附材料管柱測試設備及無機吸附材料水洗設備。 1.舉辦二場次「無機聚合技術國際現況」工作學習圖書報討論，並完成資料蒐集彙整報告一篇。 2.採用以變高嶺土為基底材料，並探討砂石、水泥、爐石、保溫棉等添加料，及攪拌時間、廢液酸性等操作條件，對無機聚合固化試體品質(抗壓強度、耐候性、溶出率、輻射照射)之影響。 3.完成無機聚合物製備設備(含硬化時間測定設備)等採購安裝，並建置無機聚合固化試體品質測試(抗壓強度、耐候性、溶出率)等設備。	達成度：<u>100</u> %
三、最終處置及環境監測技術發展 (一)低放處置場安全評估應用技術發展 1.完成國內外處置容器破壞機制與破壞模式之研究資訊，探討各破壞機制或模式之間的差異，做為安全評估之處置容器破壞評估模型依據 (二)放射性廢棄物處置近場實體模型建立技術發展 1.彙整國內外膨潤土有關之特性資訊、緩衝材料	1-1.蒐整兩篇源項破壞模式討論文獻，並持續蒐整其他文獻。 (1)NRC, 1991, "Technical Branch Position on Waste Form, Revision 1," Office of Nuclear Materials Safety and Safeguards. (2)Romanoff, M., 1957, "Underground Corrosion," National Bureau of Standards Circular, 579. 1-2.完成建構穿孔腐蝕破壞模型。 1-3.完成核種於廢棄物本體一維擴散理論方程式。 1-4.完成廢棄物本體一維擴散理論方程式模擬驗證。 1-1.完成緩衝材料製造方法與技術可行性評估，並據以規劃塊體模型的設計。	達成度：<u>100</u> % 達成度：<u>100</u> %

年度預期目標	達成情形	差異分析
規格設計與塊體製作技術發展之相關研究成果，做為緩衝材料塊體製作技術發展之基礎	1-2.進行緩衝材料製造、運送、安裝流程編排資料的蒐集與分析。 1-3.完成縮尺緩衝材料塊體模型設計及模具的製作，並完成縮尺緩衝材料塊體壓製，並完成 1/4 縮尺的緩衝材料組立。	
(三)混凝土技術於廢棄物貯存容器及工程障壁之應用研究		達成度： <u>100</u> %
1.完成高性能混凝土障壁材料開發。	1.完成高性能混凝土障壁材料配方水固比的影響、礦物摻料(爐石粉、飛灰、矽灰)添加量的影響、強塑劑的選擇、混凝土樣品製作等。	
2.完成工程障壁的力學性質及放射性核種的吸附能力和擴散遷移行為之實驗規劃、設計	2.完成高性能混凝土障壁材料力學性質分析:抗壓強度測試、抗彎強度測試及材料物理性質測試(收縮率、孔隙度、滲透性：混凝土透水與透氣試驗)，並完成核種吸附與擴散實驗之規劃及實驗設備設計。	
(四)廢棄物處置整備難測核種鑑定技術精進		達成度： <u>100</u> %
1.完成用過核子燃料池之高活度加馬核種現場快速檢測技術可行性評估	1.完成「核子燃料池高活度加馬核種檢測技術評估」研究報告。	
2.完成現有自動化分離系統之評析與研究	2.完成「全自動固相萃取工作站之核種分離方法與性能比較評估」研究報告。	
3.執行小產源廢棄物整桶計測、難測核種取樣分析量測作業流程建立(1/2)	3.完成 Tc-99, TRU 難測核種分析技術之研究報告，進行 Ni-63 分析技術精進，並完成研究報告撰寫。	
(五)場址水文地質復育技術之精進		達成度： <u>100</u> %
1.系統整合與最佳化調整地下水抽/處理/灌設備	1.完成雙進流抽/處理/灌試驗設備設計與採購建置作業，已完成設備現地測試和安裝，並進行例行運轉。	
2.規劃三階段地下水研究進程，評析地下水阻隔牆方法與場址適用性	2.進行環境資訊採樣分析共 213 份；進行現地鹽水示蹤劑試驗，共佈設 7 處檢測點，進行電導度背景資訊持續檢測，累計達 120 天。進行跨井抽水試驗，推求水文地質參數，比較 99 年度成果，證實阻隔牆有其效果。	

2. 總期程累計達成情形

全程目標	執行成果	差異分析
一、建立國內自主的核能設施安全清理拆除之實務範例與經驗，以供未來核電廠除役之參考及應用。	104 年度	
	1.大型核能組件安全貯存及拆解工程支援技術研究 (1)完成各種管路內部遙控載具技術的優缺點及其應用分析、遙控載具組裝與修正、模擬遙控機具之動態分析模式建立與模擬。 (2)完成虛擬實境於大型組件拆解工程支援規劃與拆解模擬。 (3)完成大型組件輻射劑量 3D 模擬技術規劃與繪製技術分析。	符合預期進度
	2.濕式高活度污染系統清理技術發展 (1)完成 TRR 燃料池內第一座吸附單元移除及取樣及活度分析。 (2)已輸出 213 m ³ 池水至液體場處理，本年度完成 300 m ³ 池水處理。 (3)完成 TRR 燃料池池壁除污與防護作業程序書(INER-SOP-0538)與 TRR 燃料池吊掛搭乘設備操作手冊，並分別完成 200 m ² 壁面除污與 35 m ² 壁面污染隔離作業。 (4)收集 TRR 燃料池內約 2 m ³ 凝集沉降污泥(含水 98%以上)，以離心去除模擬凝集沉降污泥水分 60%以上，已建置離心脫水設備，後續將進行試車並分批處理實際污泥；完成 TRR 燃料池池水處理後廢淨化媒除水及污泥減容技術試車報告。	符合預期進度
	3.用過核子燃料處理與長期貯存技術研究 (1)完成鈾粉熱室作業程序書建立及審查核備，並完成接收 128 罐 TRR 用過燃料池鈾粉及執行 81 罐安定化處理。 (2)完成熱室實驗熱重分析設備建置及氧化實驗過程與設備之細部設計。 (3)完成監測實驗過程與設備之細部設計及非破壞檢驗設備建置。	符合預期進度
	4.低放射性廢棄物容器開發研究 (1)完成國內放射性廢棄物容器的相關法規蒐整。 (2)完成國內及國外 21 個國家的低放射	符合預期進度

全程目標	執行成果	差異分析
	性廢棄物容器資料蒐集。 (3)選定容器概念設計方向，目標為設計開發方形的金屬製廢棄物容器。	
二、建立除役廢棄物分類、減量之活度量測技術及量測技術認證，達成外釋或資源再利用之目的，確保廢棄物管理之經濟性、安全性與可靠性。	104 年度 核設施除役廢棄物減量活度量測技術發展 (1)完成輸送帶式快速污染篩選系統之手動進料及出料之功能測試，以及對碘化鈉偵檢器的採用進行相關評估。 (2)藉由量測碘化鈉偵檢器對 ^{137}Cs 與 ^{40}K 的能峰變化，完成偵檢器老化對 EMMA 檢測系統影響的評估作業。 (3)完成國內核能相關機構，對於低放廢棄物中關鍵核種，其活度準確度量測水平的驗證工作。 (4)完成精進型 VRM-2 工業電腦式車輛門框監測系統軟體更新設計，以及 VRM-2 車輛輻射偵測系統所需的評估作業與設計規劃。	符合預期進度
三、開發高效、可靠的減量、安定化、及安全貯存之處理方法與設備，提昇放射性廢棄物管理安全，消弭對環境之潛在威脅，技術與運轉經驗可應用於國內核電廠廢棄物處理需求。	104 年度 1.難固化廢棄物減容技術開發 (1)先針對本所低放廢液處理廠 99-103 年產出廢活性碳進行核種活度分析，計有 8 批次廢活性碳送分析，主要核種為 Cs-137 ，活度 $0.7\text{--}149.0\text{ Bq/g}$ ，平均活度約 60 Bq/g ； Co-60 核種活度小於 52 Bq/g ；總 $\alpha < 1.6\text{ Bq/g}$ ，總 β 平均約 160 Bq/g 。 (2)完成固定型焚燒試驗爐建置。 (3)配製模擬污染活性碳先進行試燒，再取實際污染廢活性碳以新採購之固定型高溫爐進行約 60 批次試燒，已獲取最佳焚燒條件，試燒效果減重比達 15 以上，減容比約 10，並探討核種殘留於灰渣與逸出於廢氣之比例。另外，亦以旋轉爐(rotary kiln)進行模擬污染廢活性碳之試燒，改變不同實驗條件包括溫度、通氣流量、持溫時間等參數，獲得結論：固定高溫爐之試燒效果優於旋轉爐。 (4)開發三節式非傳輸型電漿主火炬以使用於廢保溫材之熔融測試，電漿主火炬 1-12 月計進行 10 次特性測試與火炬使用壽命測試，運轉功率	符合預期進度

全程目標	執行成果	差異分析
	500-700 kW，火炬運轉最佳使用壽命 13 小時，火炬運轉壽命仍需加強改善。目前先以高溫電熱爐加熱進行熔融測試，真珠岩保溫材熔融溫度 1200℃，其減容比約 6。另外，完成「電漿熔融爐試運轉計畫」之撰寫，並送本所職安會審查通過。 (5)完成 4 篇研究報告撰寫，分別為「廢活性碳處理技術探討」、「低放射性活性碳廢棄物處理技術研究」、「用過高效率過濾器壓縮減容處理技術」、與「核能研究所放射性固體廢棄物減容作業」。 2.放射性廢水處理與安定化技術精進 (1)完成 TRR 燃料池廢液蒸發濃縮固化實驗，064 液體場固化流程控制計畫書職安會同意備查後，送物管局審查(核化工字第 1040005933 號)。 (2) 完 成 “Effect of mineral viscosity-enhancing admixtures on the solidification of evaporator concentrates”論文，刊登於 Journal of Hazardous Materials, 298 (2015) 294-302。 (3)蒸發濃縮處理 TRR 燃料池廢液 300 公秉。 (4)執行含氚蒸發濃縮液先期固化程序研發，完成“A study of the solidification of tritium-containing evaporator concentrates”會議論文，發表於 2015 EAFORM。 3.二次廢棄物處理技術研究開發 (1)派員參加於美國鳳凰城舉辦之 2015 年 Waste Management 國際研討會，並發表無機吸附材料之研發成果(A Granular Inorganic Adsorbent Highly Selective to Cesium)。 (2)提出日本專利申請(放射性核種の顆粒化無機吸着剤の製造方法)。 (3)提出研究報告(二氧化鈦無機吸附劑製備與研究並應用於除去廢水中之鈷放射性核素)。 (4)針對本所有機廢液處理方法程序提	符合預期進度 符合預期進度

全程目標	執行成果	差異分析
	出研究報告(核能研究所 T-61 槽放射性含氚廢油之固定化程序試驗)。 (6)發表 Cs 吸附劑研發成果(Sorption of Cesium Using KZnFc on Phosphoric Acid-based Geopolymer)，已獲國際期刊 Journal Ceram-Silikaty 接受並正式刊登(Volume 59, Issue 2, P 125-134)。 (7)顆粒化無機吸附劑研發成果「放射性核種顆粒化之無機吸附劑的製備方法」專利申請經專利局審查通過，於 104 年 12 月 1 日獲得中華民國專利證書(發明第 I510286 號)。 4.無機聚合安定化技術開發 (1)進行無機聚合安定化技術資料收集，舉辦二場次「無機聚合技術國際現況」工作學習圈書報討論，並完成資料蒐集彙整報告一篇。 (2)進行無機聚合實驗，以變高嶺土為基底材料，完成無機聚合固化試體製備，樣品經養生 28 天後測得固化體平均抗壓強度為 418 kgf/cm^2；樣品亦完成耐候測試，透過 30 次季節循環之交替變化後，所得固化體平均抗壓強度為 331 kgf/cm^2。固化體成品溶出指數為 6.1 符合法規標準，耐水性測試後之成品抗壓強度仍有 289 kgf/cm^2，另輻射照射之測試進行中。 (3)完成無機聚合物製備設備(含硬化時間測定設備)等採購，並建置無機聚合固化試體品質測試(抗壓強度、耐候性、溶出率)等設備。	符合預期進度
四、建立我國放射性廢棄物最終處置場本土化之功能與安全評估、工程障壁、廢棄物整備等技術，協助解決設置放射性廢棄物處置場的有關議題。	104 年度 1.低放處置場安全評估應用技術發展 (1)完成建構穿孔腐蝕破壞模型。 (2)完成核種於廢棄物本體一維擴散理論方程式。 2.放射性廢棄物處置近場實體模型建立技術發展 (1)完成緩衝材料製造方法與技術可行性評估，並據以規劃塊體模型的設計。 (2)進行緩衝材料製造、運送、安裝流程	符合預期進度 符合預期進度

全程目標	執行成果	差異分析
	編排資料的蒐集與分析。 (3)完成縮尺緩衝材料塊體模型設計及模具的製作，並完成縮尺緩衝材料塊體壓製，並完成 1/4 縮尺的緩衝材料組立。 3.混凝土技術於廢棄物貯存容器及工程障壁之應用研究 (1)完成初步混凝土障壁材料配方水固比的影響、礦物摻料(爐石粉、飛灰、矽灰)添加量的影響、強塑劑的選擇、混凝土樣品製作等。 (2)完成部分混凝土障壁材料的機械性質測試(抗壓強度測試、抗彎強度測試)、材料物理性質測試(縮收率、孔隙度、滲透性:混凝土透水與透氣試驗)。 (3)完成混凝土障壁材料雛型桶試製之混凝土坍度量測與坍流度量測等。 4.廢棄物處置整備難測核種鑑定技術精進 (1)完成「核子燃料池高活度加馬核種檢測技術評估」研究報告。 (2)完成「全自動固相萃取工作站之核種分離方法與性能比較評估」研究報告。 (3)完成 Tc-99, TRU 難測核種分析技術之研究報告，進行 Ni-63 分析技術精進，並完成研究報告撰寫。	符合預期進度 符合預期進度
五、建立區域水文地質環境監測及阻絕核種擴散措施，防止放射性物質污染擴散，確保環境生態安全。	104 年度 場址水文地質復育技術之精進 (1)完成抽/處理/灌試驗設備設計與採購作業。 (2)進行環境資訊採樣分析，共 213 份。 (3)進行現地電導度背景資訊檢測。 (4)進行現地鹽水示蹤劑試驗，共佈設 7 處檢測點，進行電導度背景資訊持續檢測，累計達 120 天。 (5)進行跨井抽水試驗，推求水文地質參數，比較 99 年度成果，證實阻隔牆有其效果。	符合預期進度

貳、經費與人力執行情形

一、經費執行情形

(一) 經資門經費表 (E005)

單位：千元；%

	104 年度					105 年度 預算數	106 年度 申請數	備註
	預算數 (a)	初編決算數			執行率 (d/a)			
		實支數 (b)	保留數 (c)	合計 (d=b+c)				
總計	54,977	54,583	0	54,583	99.28	56,139		節餘 394 千元
一、經常門小計	31,641	31,247	0	31,247	98.75	39,539		由經常門流出 4,864 千元
(1)人事費	—	—	—	—	—	—		
(2)材料費	9,608	9,458	0	9,458	98.44	12,172		
(3)其他經常支出	22,033	21,789	0	21,789	98.89	27,367		
二、資本門小計	23,336	23,336	0	23,336	100.00	16,600		由經常門流入 4,864 千元
(1)土地建築	—	—	—	—	—	—		
(2)儀器設備	16,704	16,704	0	16,704	100.00	9,725		
(3)其他資本支出	6,632	6,632	0	6,632	100.00	6,875		

(二) 經費支用說明

- 1.本年度編列經常門業務費 36,505 千元，為配合購置 TRU 廢棄物屏蔽盛裝容器需求於 2 月份辦理經費流用，由經常支出流出 4,864 千元至資本支出，流用後經常門業務費為 31,641 千元，佔計畫總經費 57.55%。主要用途為支應計畫執行所需之實驗物品材料、設備設施維護、水電清潔、國內外公差、委託學術單位研究等費用。
- 2.本年度編列資本門設備費 18,472 千元，由經常支出流入 4,864 千元至資本支出，流用後經常門業務費為 23,336 千元，佔計畫總經費 42.45%。主要用途為購置計畫執行所需之機儀設備，主要包括：鉛室用熱重分析儀、CM2 計數模組、輸送帶機台功能擴充與整合設備、高溫氣氛灰化爐設備、TRU 廢棄物屏蔽盛裝容器、多重氣體分析儀、熱傳導量測儀、壓力/體積控制器、環境三軸試驗儀、連續多段過濾/吸附廢水處理裝置、同軸純鍍偵檢器。

(三) 經費實際支用與原規劃差異說明

計畫於年度伊始即按月規劃計畫經費使用分配，本年度計畫經費經常支出編列 36,505 千元，資本支出編列 18,472 千元，經資門支出合計編列 54,977 千元。為配合購置 TRU 廢棄物屏蔽盛裝容器需求於 2 月份辦理經費流用，由經常支出流出 4,864 千元至資本支出。本年度經常支出分配數為 31,641 千元；資本支出分配數為 23,336 千元，經資門支出合計分配數為 54,977 千元。截至 104.12.31 之統計值，經常支出實際結報數為 31,247 千元；資本支出實際結報數為 23,336 千元，經資門支出合計實際結報數為 54,583 千元，執行率 99.28%，節餘 394 千元繳庫，支用情形良好。

二、計畫人力運用情形

(一) 計畫人力結構 (E004)

計畫名稱	執行情形	104 年度							105 年度 總人力 (預算數)	106 年度 總人力 (申請數)
		研究員 級	副研究 員級	助理研究 員級	助理級	技術 人員	其他	總人力 (人年)		
<u>分支計畫</u> 核設施除役產生放射性廢棄物處理與處置技術研發	原訂	0.60	17.28	20.55	6.30	24.09	1.10	69.92	63.0 (56,139)	
	實際	0.60	16.96	18.90	6.00	24.76	0.93	68.15	—	—
	差異	±0.00	—0.32	—1.65	—0.30	+0.67	—0.17	—1.77	—	—
<u>分項計畫</u> 核設施除役拆解與高污染廢棄物減量技術開發	原訂	0.20	6.05	8.66	4.50	12.79	0.70	32.90	31.0 (22,589)	
	實際	0.20	5.53	8.00	4.32	12.14	0.60	30.79	—	—
	差異	±0.00	—0.52	—0.66	—0.18	—0.65	—0.10	—2.11	—	—
<u>分項計畫</u> 特殊廢棄物減容與安定化技術開發	原訂	0.30	8.07	4.20	1.40	7.80	0.00	21.77	18.0 (16,994)	
	實際	0.30	8.10	4.06	1.26	7.81	0.00	21.53	—	—
	差異	±0.00	+0.03	—0.14	—0.14	+0.01	±0.00	—0.24	—	—
<u>分項計畫</u> 最終處置及環境監測技術發展	原訂	0.1	3.16	7.69	0.40	3.50	0.40	15.25	13.0 (16,556)	
	實際	0.1	3.33	6.84	0.42	4.81	0.33	15.83	—	—
	差異	±0.00	+0.17	—0.85	+0.02	+1.31	—0.07	+0.58	—	—

- 研究員級：研究員、教授、主治醫師、簡任技正等，若非以上職稱則相當於博士滿3年、或碩士滿6年、或學士滿9年以上之研究經驗者。
- 副研究員級：副研究員、副教授、助理教授、總醫師、薦任技正，若非以上職稱則相當於博士、或碩士滿3年、或學士滿6年以上之研究經驗者。
- 助理研究員：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3年以上之研究經驗者。
- 助理級：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3年以上之研究經驗者。
- 技術人員：指目前在研究人員之監督下從事與研究發展有關之技術性工作。
- 其他：指在研究發展執行部門參與研究發展有關之事務性及雜項工作者，如人事、會計、秘書、事務人員及維修、機電人員等。

(二) 人力實際進用與原規劃差異說明

本計畫本年度規劃投入人力共 69.92 人年；本年度統計實際投入人力共 68.15 人年，實際人力執行率 97.47%，計畫整體人力運用情形良好。稍有差異主要原因為各單位(功能組)規劃人力配合實際需求與工作急迫性，調整參與其他工作，以及離職與退休等因素所致；除洽請各子項計畫動態掌握人力，並盤點工作確認已安排接替人員，確保整體進度可如期達成。

(三) 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	
104	魏聰揚	研究員 (主持人)	1.2 分支計畫規劃研擬與督導執行	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	化學工程
104	李崙暉	副研究員 (共同主持人) (子項負責人)	3.6 核設施除役拆解與高污染廢棄物減量技術開發分項計畫督導及大型核能組件安全貯存及拆解工程支援技術研究計畫執行	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	電子電機工程
104	鍾人傑	研究員 (共同主持人)	3.6 特殊廢棄物減容與安定化技術開發分項計畫督導執行	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	化學
104	張福麟	副研究員 (共同主持人)	3.4 最終處置及環境監測技術發展分項計畫督導執行	學 歷	碩士
				經 歷	核能研究所
				專 長	土木水利工程
104	黃君平	副工程師 (子項負責人)	7.0 負責執行用過核子燃料廠內濕式貯存設施污染處理技術研究計畫	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	化學工程
104	胥耀華	副研究員 (子項負責人)	4.6 負責執行用過核子燃料熱室處理技術研究計畫	學 歷	碩士
				經 歷	核能研究所
				專 長	材料科技
104	任天熹	副研究員 (子項負責人)	4.1 負責執行低放射性廢棄物容器開發研究計畫	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	機械工程
104	邱鎧盛	副研究員 (子項負責人)	3.6 負責執行核設施除役廢棄物減量活度量測技術發展計畫	學 歷	碩士
				經 歷	核能研究所
				專 長	化學工程
104	李文成	副研究員 (子項負責人)	5.5 負責執行難固化廢棄物減容技術開發計畫	學 歷	碩士
				經 歷	核能研究所
				專 長	化學工程
104	林忠永	副研究員 (子項負責人)	10.4 負責執行放射性廢水處理與安定化技術精進計畫	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	化學工程

	姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
104	謝賢德	助理研究員 (子項負責人)	4.7 負責執行二次廢棄物處理技術研究 開發計畫	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	化學工程
104	林國明	副研究員 (子項負責人)	11.6 負責執行無機聚合安定化技術開發 計畫	學 歷	碩士
				經 歷	核能研究所
				專 長	化學工程
104	吳禮浩	副研究員 (子項負責人)	7.0 負責執行放射性廢棄物處置近場實 體模型建立技術發展計畫	學 歷	碩士
				經 歷	核能研究所
				專 長	土木水利工程
104	張清土	副研究員 (子項負責人)	4.4 負責執行混凝土技術於廢棄物貯存 容器及工程障壁之應用研究計畫	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	化學工程
104	蔡翠玲	副工程師 (子項負責人)	12.0 負責執行廢棄物處置整備難測核種 鑑定技術精進計畫	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	醫學工程
104	陳智隆	副工程師 (子項負責人)	2.5 負責執行低放處置場安全評估應用 技術發展及場址水文地質復育技術 之精進計畫	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	土木水利工程
104	陳鴻斌	研究員	1.2 執行核設施除役拆解與高污染廢棄 物減量技術開發分項計畫規劃與技 術研究	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	電子電機工程
104	石有成	副研究員	2.6 大型核能組件安全貯存及拆解工程 支援技術研究	學 歷	碩士
				經 歷	核能研究所
				專 長	電子電機工程
104	喬凌寰	副研究員	0.5 核設施除役拆解與高污染廢棄物減 量技術開發研究	學 歷	碩士
				經 歷	核能研究所
				專 長	原子能工程
104	黃崇豪	副工程師	5.8 大型核能組件拆除工法研究	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	工業工程
104	沈安婷	副工程師	3.0 用過核子燃料處理與長期貯存技術 研究	學 歷	碩士
				經 歷	核能研究所
				專 長	化學

	姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
104	朱厚瑾	副研究員	4.9 用過核子燃料處理與長期貯存技術研究	學 歷	碩士
				經 歷	核能研究所
				專 長	材料科技
104	吳晃昭	副研究員	0.4 低放射性廢棄物容器開發研	學 歷	碩士
				經 歷	核能研究所
				專 長	機械工程
104	陳彥穎	副研究員	5.9 低放射性廢棄物容器開發研	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	醫學工程
104	連榮凱	副研究員	6.7 低放射性廢棄物容器開發研	學 歷	學士
				經 歷	核能研究所
				專 長	機械工程
104	武及蘭	副研究員	1.2 核設施除役廢棄物減量活度量測技術研究	學 歷	碩士
				經 歷	核能研究所
				專 長	原子能工程
104	曾訓華	研究員	1.2 核設施除役廢棄物減量活度量測技術研究	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	電子電機工程
104	葉俊賢	副研究員	3.1 核設施除役廢棄物減量活度量測技術研究	學 歷	碩士
				經 歷	核能研究所
				專 長	管理科學
104	劉懋鑫	副研究員	9.5 核設施除役廢棄物減量活度量測技術研究	學 歷	碩士
				經 歷	核能研究所
				專 長	電子電機工程
104	沈錦昌	副研究員	4.9 放射性有機廢液處理技術研究	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	化學工程
104	邱垂煥	副研究員	1.9 放射性有機廢液處理技術研究	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	化學工程
104	溫良成	副研發師	0.1 棄物處理及安定化技術研究	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	化學工程

	姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
104	江勝偉	副研發師	11.3 棄物處理及安定化技術研究	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	化學工程
104	簡光勵	副研發師	7.8 棄物處理及安定化技術研究	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	環保工程
104	廖啟宏	副工程師	2.8 棄物處理及安定化技術研究	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	化學工程
104	呂永方	副工程師	11.2 棄物處理及安定化技術研究	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	化學工程
104	劉玉章	副工程師	9.5 棄物處理及安定化技術研究	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	化學工程
104	蕭憲明	副研究員	3.0 二次廢棄物處理技術研究開發	學 歷	碩士
				經 歷	核能研究所
				專 長	化學工程
104	孫金星	副研究員	8.4 棄物處理及安定化技術研究	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	化學
104	徐兆稹	副研發師	9.0 無機聚合安定化技術開發研究	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	化學
104	李在平	副研發師	5.7 放射性廢棄物處置近場實體模型建立及場址水文地質復育技術研究	學 歷	博士
				經 歷	核能研究所
				專 長	地球科學
104	曾漢湘	副研究員	5.1 低放處置場安全評估應用技術研究	學 歷	碩士
				經 歷	核能研究所
				專 長	土木水利工程
合計：215.4 人月					

參、已獲得之主要成果與重大突破(含量化 output) (E003) (系統填寫)

一、績效指標項目初級產出、效益及重大突破

屬性	績效指標類別	績效指標項目		104 年度		105 年度目標值	106 年度目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
				原訂目標值	實際達成值				
學術成就 (科技基礎研究)	A.論文	期刊論文	國內(篇)	16	1	3		研究成果論文發表於國內、外重要期刊上，有助增進研發成果的可信度，及提供國內相關技術研究參考。	
			國外(篇)		8	6			
		研討會論文	國內(篇)		0	3			
			國外(篇)		13	4			
		專書論文	國內(篇)		0	0			
			國外(篇)		0	0			
	C.培育及延攬人才	博士培育/訓人數		1	2	1		未來國內從事核設施除役及放射性廢棄物處理與處置相關工作人才新血養成。	
		碩士培育/訓人數		3	6	3			
		學士培育/訓人數		0	0	0			
		學程或課程培訓人數		0	0	0			
		延攬科研人才數		0	0	0			
		國際學生/學者交換人數		0	0	0			
		培育/訓後取得證照人數		0	0	0			
	E.辦理學術活動	<u>國內</u> 學術會議、研討會、論壇次數		1	1	2		1.為提升高放射性廢棄物最終處置技術之能力，於6月1-5日邀請大陸核工業北京地質研究院劉月妙教授及趙星光博士來台進行高放射性廢棄物處置技術交	
		<u>國際</u> 學術會議、研討會、論壇次數		1	1	0			
		<u>雙邊</u> 學術會議、研討會、論壇次數		0	0	0			
		出版論文集數量		0	0	0			

屬性	績效指標 類別	績效指標 項目	104 年度		105 年度 目標值	106 年度 目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
			原訂 目標值	實際 達成值				
							流，主要內容是關於緩衝材/回填材研發技術討論與感應器配置研究。6 月 2 日在本所 060 館進行「2015 年高放射性廢棄物處置研究技術與經驗交流討論會」專題報告，與會者包括物管局、台電公司、國立中央大學、核能學會等國內專家學者及本所同仁共 35 人。本討論會促進技術研究與經驗交流，對後續工程障壁材料耐久性評估與感應器配置技術有十足助益。 2.於 10 月 26、27 日假台中市裕元酒店辦理「第五屆東亞放射性廢棄物管理論壇研討會(EAFORM 2015)」，此次會議主題是高低階核廢的安全管理與公眾溝通。會議除了國內的原能會物管局、核能研究所、工業技術研究院及成功、中央、淡江等大學，台電公司以及核能相關企業外，日本的原子力	

屬性	績效指標類別	績效指標項目			104 年度		105 年度目標值	106 年度目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
					原訂目標值	實際達成值				
									開發研究機構、放射性廢物管理基金和研究中心、原子力發電環境整備機構、電力中央研究所、日本核燃料公司及東京大學、東京電機大學，大陸的中國原子能研究院、北京地質研究院、清華大學以及上海交通大學，韓國的放射性廢棄物管理機構(KORAD)及釜山大學，以及美國的桑地亞國家實驗室等的學者、專家共 135 人與會，包含 6 篇大會主題演講(keynote speech)，共發表論文 67 篇。	
技術創新 (科技技術創新)	G.智慧財產	申請中	國內	發明專利(件)	3	2	3		開發自主技術應用於核設施除役及放射性廢棄物處理相關之技術服務案，利於國內外產業市場拓展。	
				新型/新式樣(件)		0	0			
				商標(件)		0	0			
				品種(件)		0	0			
			國外	發明專利(件)	1	1	0			
				新型/新式樣(件)		0	0			
				商標(件)		0	0			
				品種(件)		0	0			

屬性 ()	績效指標 類別	績效指標 項目		104 年度		105 年度 目標值	106 年度 目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
				原訂 目標值	實際 達成值				
		已獲准	國內	發明專利(件)	2	6	3		
				新型/新式樣(件)		0	0		
				商標(件)		0	0		
				品種(件)		0	0		
			國外	發明專利(件)	0	0	0		
				新型/新式樣(件)		0	0		
				商標(件)		0	0		
				品種(件)		0	0		
		著作/出版品	國內(件)	0	0	0			
			國外(件)	0	0	0			
		與其他機構或廠商合作智財件數		0	0	0			
技術創新 (科技技術創新)	H.技術報告及 檢驗方法	新技術開發或技術升級開發之技術報告篇數		75	76	72		供國內核設施除污除役與廢棄物處理等工作之經驗傳承及未來相關作業參考。	
		新檢驗方法數							
	J1. 技 轉 與 智 財授權	技轉(含先期技術)國內廠商或機構	件數	0	0	0			
			金額(千元)	0	0	0			
		技轉(含先期技術)國外廠商或機構	件數	0	0	0			
			金額(千元)	0	0	0			
		專利授權 國內 廠商或機構	件數	0	0	0			
			金額(千元)	0	0	0			

屬性	績效指標類別	績效指標項目		104 年度		105 年度目標值	106 年度目標值	效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
				原訂目標值	實際達成值				
		專利授權 <u>國外</u> 廠商或機構	件數	0	0	0			
			金額(千元)	0	0	0			
		自由軟體授權件數		0	0	0			
		其他(不含專利)授權	件數	1	0	1			
			金額(千元)	0	0	0			
	S1. 技術服務 (含委託案及工業服務)	技術服務件數		3	5	3		執行外界委託技術服務 2 案，實際收入 50,207 仟元。協助國內機關、國營單位與民間企業等解決核能應用相關廢棄物減量、減容與安定化處理，以及最終處置等問題。	
		技術服務家數							
		技術服務金額(千元)		50,000	50,207	50,000			

二、本計畫主要成果及重大突破

(一)學術成就

- 1.本年度預期績效指標值：發表論文 16 篇；辦理學術活動 2 場次；培育博碩士 4 人。本年度實際產出：發表論文共 22 篇，包括國外 SCI 期刊論文 8 篇、國內期刊論文 1 篇、國際研討會論文 13 篇；辦理學術活動 2 場次；培育博碩士共 8 人，包括博士班研究生 2 人、碩士班研究生 6 人。
- 2.派員參加於美國鳳凰城舉辦之 2015 年放射性廢棄物管理國際研討會(WM2015 Conference, March 15–19, 2015, Phoenix, Arizona, USA)，發表“A Granular Inorganic Adsorbent Highly Selective to Cesium”研發成果 1 篇。該研討會為全世界核能界的重大盛事之一，每年舉辦一次，會議的宗旨是促進核能技術的交流，藉由各國的核能相關管理經驗與技術發展作為借鏡，值得國內相關單位放射性廢棄物管理之參考，可望提升我國放射性廢棄物處理與理能力。
- 3.發展全域光流分析位移估測方法、相鄰串列座標路徑規劃方法、牆腳界線偵測影像對位方法及慣性光流分析角度估測方法，建立即時室內擴增實境導航技術。發表論文“Infrastructureless and Markerless Indoor Augmented Reality Navigation Device Based on Optical-Flow-Field Indoor Positioning and Optical-Flow-Inertial Pose Estimation”投稿於“IEEE Trans on Visualization and Computer Graphics”SCI 期刊，該期刊 2013 之 Impact factor 為 2.168。
- 4.發展多模態運動控制方法，應用於蛇行機器人之運動控制。發表論文“Motion Planning in a Duct by Using Snake Robot”投稿於“International Journal of Systems Science”SCI 期刊，該期刊 2015 之 Impact factor 為 2.100。
- 5.利用生物可分解性與低成本的微膠囊包埋天然黏土礦物(如沸石、伊利石、蒙脫石、高嶺土)的合成方式，與離子交換原理，研究水相溶液之 Cs 的高選擇性吸附行為，發表“Study on Sorption of Cs from Aqueous Solution by Microcapsules Enclosing Natural Minerals”論文刊登於“Journal of Radioanalytical and Nuclear

Chemistry” 國際 SCI 期刊。實驗結果顯示：微膠囊包埋沸石在 0.1-6 M HNO₃ 及 0.001-1 M NaCl 溶液的條件下，Cs 吸附率可達到 90% 以上，本研究為今年度學研合作之創新論文。

6. 於 10 月 26、27 兩日假台中市裕元酒店辦理「第五屆東亞放射性廢棄物管理論壇研討會(EAFORM 2015)」，此次會議的主題是高低階核廢的安全管理與公眾溝通。會議除了國內的原能會物管局、核能研究所、工業技術研究院及成功、中央、淡江等大學，台電公司以及核能相關企業外，日本的原子力開發研究機構、放射性廢物管理基金和研究中心、原子力發電環境整備機構、電力中央研究所、日本核燃料公司及東京大學、東京電機大學，大陸的中國原子能研究院、北京地質研究院、清華大學以及上海交通大學，韓國的放射性廢棄物管理機構(KORAD)及釜山大學，以及美國的桑地亞國家實驗室等的學者、專家共 135 人與會，包含 6 篇大會主題演講(keynote speech)，共發表論文 67 篇。
7. 為提升高放射性廢棄物最終處置技術之核種遷移實驗與研究能力，於 11 月 30 至 12 月 4 日五天，邀請瑞典 SKB 專家 Dr. Peter Wikberg 來台研討相關議題，本所同仁口頭簡報四個項目：(1) The current status and planning of radionuclides migration; (2) The planning of experimental study on colloid transport; (3) Preliminary research collaboration results with domestic universities; (4) Experimental methods of partition (K_d) and diffusion (D_e) coefficients。而參與的同仁，藉由本次研討會，與專家相互進行技術交流與密集、熱絡的討論，受益匪淺，雙方收穫豐碩，亦促進未來之國際技術合作，專家再次肯定本所於最終處置技術在核種遷移實驗與研究的研發能量與潛力。
8. 本年度委託國內大學研究計畫 4 項，帶動國內學術單位參與放射性廢棄物處理與處置領域研究工作，並養成國內未來從事放射性廢棄物處理人才：
 - (1) 中原大學電機所張政元教授執行「高活度大型核能組件內部管路之遙控探測技術研究」，培育碩士生 1 人。
 - (2) 中央所大學環境工程研究所江康鈺教授執行「無機聚合材料萃

製及成形技術研究」，培育博士生 1 人、碩士生 3 人。

(3)清華大學原科中心周鳳英教授執行「低放射性高性能容器(High Performance Container,HPC)之抗菌性研究研究」，培育博士生 1 人、碩士生 1 人。

(4)成功大學地球科學系吳銘志教授執行「臺灣本土天然類比案例之探討與分析研究」，培育博士生 1 人。

(二)技術創新

- 1.本年度預期專利申請獲得 6 件；技術報告 75 篇；技術移轉 1 件；技術服務案收入 50,000 仟元。本年度實際產出：專利申請獲得共 9 件，包括獲得 6 件(我國 6 件)、申請 3 件(我國 1 件/日本 1 件)；完成技術報告 76 篇；技術移轉 0 件；執行接受外界委託技術服務案技服收入共計 50,207 仟元。
- 2.提出「放射性核種的顆粒化無機吸着劑之製造方法」申請日本發明專利。本發明專利採用自行開發之粉體吸附劑與固化劑以適當混合比例進行配製，無須加熱硬化過程即可成形，經過造粒製程之吸附劑具備核種之吸附能力，其 Cs-137 吸附容量可達 0.7~1.9 meg/g，具有商業應用之潛力。
- 3.為提升高放射性廢棄物最終處置技術之能力，於 6 月 1-5 日邀請大陸核工業北京地質研究院劉月妙教授及趙星光博士來台進行高放射性廢棄物處置技術交流，主要內容是關於緩衝材/回填材研發技術討論與感應器配置研究。行程包括：6 月 1 日與高放處置計畫團隊 THMC 小組進行緩衝材/回填材研發技術討論與感應器配置指導；6 月 2 日在本所 060 館進行「2015 年高放射性廢棄物處置研究技術與經驗交流討論會」專題報告，與會者包括物管局、台電公司、國立中央大學、核能學會等國內專家學者及本所同仁，共 35 人；6 月 3 日參訪本所工程障壁實驗室；6 月 4 日南下參訪國立成功大學；6 月 5 日討論未來雙方合作事宜。本討論會促進技術研究與經驗交流，對後續工程障壁材料耐久性評估與感應器配置技術多有助益。
- 4.提出「運用擴增實境技術之導航系統」申請中華民國發明專利。本發明專利採用全域光流分析位移估測方法來進行無設施室內定

位定向技術與相鄰串列座標路徑規劃方法來縮短最佳路徑計算時間。同時，提出牆腳界線偵測影像對位方法來提高導航路徑顯示的虛實結合準確度與可靠度，及慣性光流分析角度估測方法來準確地估測位移、旋轉及縮放等視角變動量，建立即時室內三維擴增實境導航路徑顯示技術。

- 5.提出「以步態偵測法進行慣性定位的導航系統」，申請中華民國發明專利。本發明專利採用穿戴式裝置於使用者步行狀態時會呈現小角速度變化，來偵測與判別使用者是否處於步行狀態。再以線性比例分量運算正確地估測步伐計數。完成步長估測後，換算成大地座標系統的位置座標並映射至地圖，結合座標最佳化的相鄰串列地圖表示法與迪科斯徹演算法，快速計算出最快路徑或最短路徑，完成無需基礎設施的室內慣性導航定位，並於穿戴式裝置平台上顯示導航指示。
- 6.持續精進提升放射性核種分析能力，本年度完成 Ni-63 方法更新，並彙整近幾年精進之方法撰寫關鍵報告。新方法不但能提升分析速度、降低人員劑量，並大幅降低分析極限，有助於廢棄物分類精確性，避免過度高估。台電公司對於相關分析方法更新已表達關切，後續將評估是否委託研究或技術轉移。
- 7.執行接受外界委託研究之技術服務 2 案，協助國內企業解決核能應用相關廢棄物減量、減容與安定化處理問題。本年度實際收入共計 50,207 仟元：
 - (1)執行全國各業界「放射性廢棄物接收處理服務(104 年度)」案，本年度實際收入 20,307 仟元。
 - (2)執行台電後端處「用過核子燃料最終處置計畫潛在處置母岩特性調查與評估階段－發展功能／安全評估技術」案，本年度實際收入 29,900 仟元。

(三)經濟效益

- 1.進行無機 Co 吸附材料之開發及量產技術，並透過造粒製程自行生產顆粒化 Co 吸附劑。我國核電廠未來將規劃除役並進行系統、組件之化學除污，將產生主要為 Co 核種之二次廢液，本研究開發之無機 Co 吸附劑可應用除役產生之二次廢棄物的處理技術，

透過簡易的填充管柱方式，移除酸性化學廢液之 Co 核種，取代或減少有機離子交換樹脂之使用量，並減輕核電廠廢液處理系統之負荷。未來亦可應用於核電廠除役產生之酸性化學除污廢液處理，使廢液經處理後能以核電廠現有之廢液處理系統進行後續處理及排放。使用後之 Co 吸附劑為無機成分，可再透過水泥固化或裝桶方式進行處理。相較於傳統方式採用有機離子交換樹脂，減緩我國廢離子交換樹脂再處理之負擔。

- 2.開發廢活性碳最適處理技術以應用於本所目前積存之 8,300kg 廢活性碳，及降低本所該類廢棄物之庫存，確保環境之永續發展。除應用於本所既存之活性廢棄外，更進一步能將該技術應用於台電核三廠庫存 600 桶(約 120 噸)廢活性碳處理，以增加經濟效益並確保國內環境之安全。
- 3.建立 TRR 燃料池吊掛搭乘設備搭配膠貼施作技術，具有便利、彈性及操作簡易等特性，可有效針對 TRR 燃料池池壁表面污染物進行固定隔離，防治空浮發生；建立污泥離心脫水技術及設備，可大幅減少處理 TRR 燃料池池水所產生之凝集沈降污泥含水量及容積；完成 TRR 燃料池冷卻水系統管線及桶槽現況調查，包含殘水量及核種活度濃度分析，妥適研擬各單元與管線之拆除規劃。

(四)社會影響

- 1.完成建立 TRR 燃料池鈾粉安定化作業程序建立與核備，並開始進行 TRR 燃料池鈾粉處理，將逐步協助 TRR 燃料池之清理，完成改善環境之安全。
- 2.完成核研所所內金屬廢棄物之外釋量測約 6 噸共 36 桶，以 SWAM 及 Q2 系統量測其總活度與總比活度，並將符合解除管制之規範的廢棄物外釋，以達到減輕所內倉儲壓力，以及資源永續利用的目標。
- 3.分別以 SWAM 及 Q2 系統來進行金屬廢棄物之總活度與總比活度的量測作業，並將符合解除管制之規範的廢棄物資源釋出進行再利用，本年度外釋量共 78 桶總重約 15 噸，將可減輕所內倉儲壓力，並達到資源永續利用的目標。
- 4.高溫焚化處理廢活性碳是減容效果最好的方法之一，尋求適當的

焚化條件以處理本所既存之廢活性碳，除降低本所放射性廢棄物貯存庫倉貯壓力，亦將對國內環境生態安全獲得正面肯定。

- 5.針對本所長期接收所外小產源有機廢液，進行放射性有機廢液上層油相之固定化程序評估研究，利用吸油性高分子與油相廢液形成穩定膠體，完成固定化程序之最佳配比、保油性、滲出性測試，有利於後續焚化減容處理規劃，以降低本所接收全國廢液之貯存數量壓力。

(五)其他效益

- 1.當今國際在進行放射性廢棄物最終處置時，莫不利用多重障壁概念確保處置設施的安全，其中工程障壁最重要的組件—緩衝/回填材料扮演相當重要的安全角色，對於關心核廢處置議題民眾而言，若能具體展現政府有壓製緩衝材料的技術能力，並有壓製完成的模型予以實體解說，對民眾的接受度的影響將能大增。本研究已完成緩衝材料塊體模具設計(盤形、環形、扇形)。此項技術的發展，提供本土 1/4 尺度緩衝材料模型建置的基礎，以及相關實驗的運用，大幅推動我國緩衝材料塊體製作與實驗的進程。
- 2.「廢棄物處置整備難測核種鑑定技術精進」計畫開始導入「實驗室資訊管理系統(LIMS)」，提供放射化學分析實驗室有關人員、樣品、分析方法、數據、儀器、藥品等整體資源管理的資訊平台，其效益包含工作規範標準化；提供即時、可靠與完整的資訊，以提高實驗室主管的決策速度與準確度；自動傳輸儀器數據與自動數據計算、判斷，降低人為錯誤與時間延誤；分析流程資訊透明化與嚴謹的權限控管，提高數據品質可靠度；提供最新與歷史數據，使實驗室人員能即時追蹤與準確的運用這些數據；有效管理儀器校正、維護等資料，提高儀器檢驗精確度等效益。
- 3.為了強化我國核設施廢棄物的量測技術，本所建置了多核種活度量測系統(EMMA)，在經過長期的運轉測試後，發現偵檢器的老化對於量測結果僅有些微的影響，因此只需要執行一般維護與校驗作業，即可獲得高準確性的量測結果，將其應用於廢棄物減量與解除管制之量測上，應可有效降低維護成本，並增進民眾對於檢測結果的信心。

第二部分(自行上傳)

壹、 主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)

一、 學術成就(科技基礎研究) (權重 30%)

- (一)除役工程擴增實境應用，建立即時室內定位技術，發展海龍二點定位法並結合卡曼濾波器飄移消除法，可提升定位準確度。發表“Real-time RFID Indoor Positioning System Based on Kalman-Filter Drift Removal and Heron-Bilateration Location Estimation”論文，刊登於 SCI 期刊“IEEE Transactions on Instrumentation & Measurement”(Impact Factor: 1.71)，第 64 卷 3 期，728-739 頁。
- (二)參加美國鳳凰城舉辦之 2015 年放射性廢棄物管理國際研討會(WM2015 Conference, March 15–19, 2015, Phoenix, Arizona, USA)，發表“A Granular Inorganic Adsorbent Highly Selective to Cesium”研發成果。參加會議過程中，觀摩國外之商業化吸附劑產品，例如沸石型吸附劑及陰離子交換樹脂之樣品，並拍攝遙控破碎機械手臂之現場操作過程。參展時亦記錄 CES 薩克萊(CEA, Sacaly site)研究中心中的放射性廢液處理中心、生物性之核種吸附材料及相關放射性廢棄物處理技術等資料，可供為我國處理放射性廢棄物之借鏡與範例。
- (三)利用抗鹽性礦物增稠摻料應用於蒸發濃縮廢液水泥固化作業，以取代膨潤土、飛灰等傳統摻料，可解決水泥固化體泌水問題；考量固化體品質及降低固化劑用量等因素後，找出最佳固化配比，以減少廢液固化後體積，發表“Effect of mineral viscosity-enhancing admixtures on the solidification of evaporator concentrates”論文，已刊登於“Journal of Hazardous Materials” SCI 期刊(Impact Factor: 4.529 in year 2014)，298 卷，294–302 (2015)。
- (四)本所研發之高性能混凝土，與清華大學原科中心合作長期進行長期抗菌性研究，可用於放射性廢棄物處置安全評估之驗證參數。共同發表“The radiation resistance and cobalt biosorption activity of yeast strains isolated from the Lanyu low-level radioactive waste repository in Taiwan”論文，已於 2015 年刊登在國際 SCI 期刊“Journal of Environmental Radioactivity”，第 146 期，80-87 頁。
- (五)與成功大學地科系合作，共同發表兩篇核種遷移研究之 SCI 期刊論

文“Numerical analysis of transport and retardation for cesium in crushed granite using multi-stage advection-dispersion column experiments”與“Study on sorption and diffusion of Sr in crushed and intact basalt and granite investigated in column method”已正式刊登於 Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry [304 (1) (2015) 377-386 與 304 (1) (2015) 435-441]。

- (六)兩篇難測核種分析技術精進之 SCI 期刊論文“A simple sample preparation system for determination of ^{14}C in environmental samples and radwastes using liquid scintillation counting”與“Determination of ultratrace-levels of ^{99}Tc in the low level radioactive waste samples using ICP-QMS”已正式刊登於 Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry [303 (2) (2015) 1239-1243 與 303 (2) (2015) 1245-1248]。
- (七)發表 Cs 吸附劑研發成果(Sorption of Cesium Using KZnFc on Phosphoric Acid-based Geopolymer)，已獲國際期刊 Journal Ceram-Silikaty 接受並正式刊登(Volume 59, Issue 2, P 125-134)。
- (八)放射性廢棄物特性鑑定及核種活度分析技術研究計畫工作主持人蔡翠玲博士受邀擔任國際 SCI 【Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry (JRNC ; IF : 1.024)】期刊雜誌期刊審稿委員，審查論文三篇；另外，場址水文地質環境監測與評估技術研究計畫主持人陳智隆博士受邀擔任國際 SCI 【Journal of Contaminant Hydrology (JHC) and Journal of Environmental Radioactivity】期刊審稿委員。學術成果已受國外期刊編輯之重視與肯定，除提升我國在核能與環境研究領域之聲望，亦有助於培養具國際觀的核能科技研究視野。

二、技術創新(科技技術創新) (權重 30%)

- (一)高活度大型核能組件內部管路之遙控探測技術開發，係開發一操作簡單、精確定位、可靈活運動的非線性遙控機具，整合多樣性的探測設備於遙控機具上，利用分析系統數學動態模式，規劃設計非線型控制器，使遙控機具可以在高活度大型核能組件內部管路中進行直線爬行、左右轉彎與多樣性探測，此一技術可建立精確的控制模式，並提升核設施除役廢棄物的安全貯存與環境安全。
- (二)TRR 燃料池之岸下池壁技術開發，係採用吊掛式搭乘設備來進行池

壁除污與防護，具有高便利性與安全性。利用現有工具與淨化池水搭配，來對池壁進行除污，降低除礦水用量；而防護採用膠貼方式來阻擋污染物擴散，兩者產生的二次廢棄物量少，符合除役需求。

(三)TRR 燃料池水淨化程序所產生的凝集沈降污泥，使用遠心式脫水機可有效去除污泥 $>60\%$ 的水分，達到固液分離的效果，大幅減少後續廢棄物的處理量；且分離機採用連續性操作，使用上簡易且有效率。

(四)「混凝土除污暨自動輻射偵檢裝置」，獲得中華民國發明專利。由於核電廠除役會產生大量的表面污染混凝土廢棄物，若將所有的混凝土廢棄物當成放射性廢棄物處置，其成本將非常高昂。本發明為一混凝土除污暨自動輻射偵檢裝置，能自動刮除表面污染的混凝土，刮除後混凝土壁面仍需具備相當平整度，系統設計可在刮除前、後自動偵檢混凝土表面污染，利用系統配置之高靈敏度輻射偵檢系統，確認混凝土表面污染是否仍需進一步的刮除或已符合法規規定的外釋限值，即可大量降低污染混凝土數量及其處理、處置費用並可合理減少人員暴露劑量。

(五)「將放射性核種植入基材之方法」獲得我國發明專利。於傳統放射性阿伐核種分析中，以電鍍之電化學氧化還原現象將欲分析之阿伐核種電鍍於金屬片基材上，再由計測儀器量測其活度強度。此方式需在水溶液相之酸性電解液中搭配一穩定電壓、電流使核種陽離子還原至陰極金屬片上，再進行後續分析作業。但電鍍效率、附著力隨者逐漸變動的電鍍條件不易控制，在此將原本多變因的電化學步驟以單純的物理碰撞能量轉換過程取代，使過程簡單化，並增加核種附著於基材上之效果。本專利乃利用離子佈植方法將欲分析之放射性核種物質植入基材表面。製作前先將放射性核種物質散佈於基材表面，再以離子源產生之 Au 離子經加速後轟擊基材，使散佈於基材表面之放射性核種物質獲得一定程度之動能，促使欲分析之放射性原子經由動能傳遞植入至基材表面而固著。此技術採用以純粹單純物理現象取代影響複雜的化學反應，藉由重離子經加速步驟獲得高動能，將欲佈植之核種以碰撞方式植入基材表面。採用高原子序(Au)之離子源，增加與基材之碰撞機率，且經佈植之核種並不易脫落，有效的改善傳統電鍍的缺失。

(六)顆粒化無機吸附劑研發成果「放射性核種顆粒化之無機吸附劑的製

備方法」專利申請經專利局審查通過，於 104 年 12 月 1 日獲得中華民國專利證書(發明第 I510286 號)，本技術對於本所處理放射性廢液及未來我國核電廠除役之除污廢液處理具有應用潛力。

- (七)開發 1/4 縮尺緩衝材料塊體的壓製技術的先期是模具的設計與製作，要將粉狀膨潤土直接壓至 2kg/m^3 ，模具需要能夠抗高壓(約 50MPa)，在此高壓下，塊體壓成後是與模具緊密附著，為了不使塊體崩壞，還需要有脫模的設計，可以想見模具設計、製作之艱難。目前已順利完成圓形、環形與扇型模具的設計、製作，亦完成塊體壓製，再依據緩衝材料在處置坑的配置，完成 1/4 縮尺塊體組立。主要成果在建立緩衝材料塊體壓製技術，奠定後續執行處置設施主要影響作用(熱-水-力-化)的實驗基礎，組立的緩衝材料塊體可做為向公眾說明處置設施多重障壁安全性的實體模型。

三、經濟效益(經濟產業促進)(權重 15%)

- (一)TRR 廠內濕式貯存設施水體所含放射性離子濃度之去除處理，藉由吸附及過濾技術的建置可大幅減少液體廢棄物之體積，大幅減少暫貯及未來處置成本。
- (二)為了達成廢棄物減量的目的，本所開發之輸送帶式污染快速篩檢系統，將應用於所內核設施相關廢棄物的檢測上，目前已完成箱體與輸送帶系統之聯動設置及污染監測系統對 NaI 偵檢器的評估，預估量測結果將可達 MDA 小於 10 Bq/Kg 的標準，並可大幅減少國外採購昂貴之成本及維護之送檢費用。
- (三)「低放射性廢棄物高性能混凝土處置容器製造技術」授權案，於 103 年 10 月 23 日與授權廠商聯曜實業有限公司完成簽約手續。本案授權金 2,500 仟元，每期權利金以授權產品前一年度總銷售淨額之 3% 計算。本案已輔導國內廠商建立該項技術製作能力，估計未來核二廠將有 8,000~10,000 只低放射性廢棄物高性能混凝土處置容器之需求，及核三廠、蘭嶼貯存場與核一除役後之需求，估計價值 10 億元以上，對產業發展與經濟成長具有正面之效，可創造新的就業機會。

四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)(權重 10%)

- (一)開發之 TRR 燃料池池水淨化處理單元已成功處理 300 m^3 池水符合接收標準並輸出至本所液體場，池內 ^{137}Cs 與 ^{90}Sr 活度濃度亦顯著

降低，可逐步消 TRR 廠內濕式貯存設施多年來的潛在洩漏風險，減少二次廢棄物體積與貯存安全，確保環境及人員健康與安全。並於池內水位下降後建立除污及污染隔離工法，預期有效危害因素並完成 TRR 燃料池除役清理之目標。

- (二)放射性物質經民生使用後產生之小產源廢棄物經本所收回處理後先暫存於本所。目前政府正積極在推動低放射性廢棄物最終處置場的興建，本計畫亦規劃並執行暫存廢棄物交運至最終處置場前的整備研究，將不同類型的廢棄物以系統的方式整備成最終處置場可接收的標準，以利這些民生使用之放射性廢棄物可順利交運。
- (三)協助輻射防護作業精緻化，針對所內排放水、管制區排氣監控等作業，除長期提供樣品分析服務外，並協助職安會與使用單位建立合適有效之間空方案，如針對短半化期核種建立客製化計測服務。相關作業仍在持續精進，對於所內輻射防護、管制及設施安全均有所助益。

五、其他效益(科技政策管理及其它)(權重 15%)

- (一)針對成分複雜之小產源廢液，整合已開發之多種成熟技術處理此類廢液，如以高分子吸水材料改質運用於有機物水溶液處理，廢液以吸收膠凝後焚化處理，以及有機廢液有機層經過濾後與柴油混合作為放射性固體焚化爐輔助添加燃料使用。運用此複合方法進行多批測試，處理流程順暢且廢氣排放數值遠低於法規限值，符合法規廢氣排放標準。可妥善處理積存之放射性有機廢液，解決困擾多年的問題。
- (二)配合本所對低放射性廢棄物之「安全貯存、妥善處置」管理原則，以利未來的「社會溝通」、「民眾有感」等服務，確保環境品質，減少社會衝擊，以獲得主管機關與社會大眾的信賴，建立相關具體技術如下：
 - 1.持續進行超高活度廢射源檢整之加馬核種鑑定與活度分析技術，滿足民生輻射應用產生的低放廢棄物之最終處置前所需核種活度分析能力，作為廢棄物最終處置分類之主要依據。
 - 2.利用紅外燈，取代加熱板方式，可同時處理 6 個樣品之前處理技術，精進低放射性廢液處理場放流水之總貝他最低可測活度小於

1Bq/L，嚴格遵守法規，執行輻安管制與環境輻射監測，防止微量放射性核種擴散至所區外，盡可能達到「零排放」與「零檢出」標準，以確保環境安全，增進民眾信賴感。

(三)彙整國內外膨潤土有關之特性資訊、緩衝材料規格設計與塊體製作技術發展之相關研究成果，做為緩衝材料塊體製作技術發展之基礎。放射性廢棄物最終處置緩衝/回填材料的設計概念係基於對處置設施的安全性發揮功能，包括阻滯核種遷移、延緩地下水流動、提供處置孔與隧道圍岩力學支撐等，影響處置設施的主要作用(熱-水-力-化)之綜合考量。現有緩衝材料之製作均傾向於室內預鑄、現場堆疊之方式，有單軸壓縮方法及冷水均壓法。

貳、 跨部會協調或與相關計畫之配合

- 一、與中原大學電機所合作「高活度大型核能組件內部管路之遙控探測技術研究」計畫，在核設施除役工作中，需對大型核能組件進行拆解，然而核設施組件內部管路眾多複雜，且部分組件具有較高放射性活度，為了降低工作人員在執行拆解作業時身上所接受的劑量，需先行對高活度大型核能組件內部管路進行環境檢測，以維護人員的輻射安全。研究以操作簡單、精確定位、可靈活運動的非線性遙控機具，整合多樣性的探測設備於遙控機具上，並規劃設計使遙控機具可以在高活度大型核能組件內部管路中進行直線爬行、左右轉彎與多樣性探測，以建立精確的控制技術，並提升核設施除役廢棄物的安全貯存與環境安全。
- 二、與中央大學環境工程研究所合作「無機聚合物材料萃製及成形技術研究」計畫，希冀開發一種易凝固成型、機械強度佳、操作技術簡單和能源需求低之無機材料，以符合放射性廢棄物固化/安定化之需求，亦可省下大量能源的浪費，藉此使無機安定化技術更臻完善。
- 三、與清華大學原科中心合作「低放射性高性能容器(High Performance Container,HPC)之抗菌性研究研究」計畫，本計畫以較長期程進行微生物對高完整性容器之耐生物劣化研究，成果將提出具體數據，提供本所研製之 HIC 用於放射性廢棄物處置安全評估之驗證參數。
- 四、與成功大學地科系合作「臺灣本土天然類比案例之探討與分析」計畫，針對目前臺灣本土地質歷史演化調查成果與考古文物演化(腐蝕，或稱化學風化)研究成果，進行文獻資料蒐集與分析。此外，在主管單位或文物擁有者允許或同意下，以不毀損文物的原則，針對臺灣本土之鐵器或銅器進行材料分析或放射化學分析，利用 XRD、SEM、TEM、HPGe、NaI 等分析儀器，分析主要出土文物器具之成分與天然核種分佈與吸附情形。

參、後續工作構想之重點

接續藉由本所執行核設施除役開發實務需求技術，以及面對國內研究用核設施及核能電廠相繼除役，為妥善管理除役過程所產生的各類放射性廢棄物，自 104 年起至 107 年止在既有基礎下持續研發實務關鍵技術，解決各類放射性廢棄物處理與處置問題，達到維護環境生態品質及確保民眾健康之目標，並消除社會大眾對放射性廢棄物管理之安全疑慮；同時累積實務經驗與知識，提昇技術完整性與成熟度，進而應用於核電廠除役所產生廢棄物之處理與處置技術需求：

一、大型核能組件安全貯存及拆解工程支援技術研究

(一)TRR 設施除役，爐體已於民國 91 年以整體遷移方式，移至 074 館拆裝廠房內，成為放射性廢棄物做安全貯存；依據 TRR 設施除役計畫書，待其內部輻射劑量率大幅降低，並配合國內低放射性廢棄物最終處置場設置期程，再進行細部拆解，在此之前，必須先建立拆解技術，以確保後續爐體廢棄物拆解作業安全及放射性廢棄物合法存放。為增加 TRR 爐體廢棄物貯存期間安全，104 年度完成大型核能組件內部複雜環境取樣技術研究，未來將朝向大型核能組件內部複雜環境取樣機具發展與取樣作業驗證計畫目標執行，以加強大型核能組件放射性活度盤存完整性，輔助未來拆解規劃。

(二)為了加強工作人員拆解工法虛擬演練並熟悉工作程序，104 年度完成虛擬實境技術、輻射劑量 3D 模擬繪製技術及大型核能組件內部複雜環境取樣技術等研究，後續將繼續發展核能組件內部複雜環境取樣機具開發，提升拆解效率並降低拆解作業風險，以符合未來實際拆除之需要。

(三)TRR 爐體除役較困難的工作之一是爐內高活度組件的處理，高活度組件的拆除切割需要在水下執行，因此技術開發的重點將放在水下切割作業。其它還包括輔助設備的設計及選用，例如，切割用水槽、吊運機具及夾具、水質過濾系統、切屑收集系統。

(四)由於特定爐內組件分別為下熱屏蔽與爐體反應槽皆具有高活度放射性污染，為確認拆除工法及切割機具的可靠度，等比例實體模型的切割測試有其必要性，可藉此改善水下切割機具與輔助設備之設計。

二、濕式高活度污染系統清理技術發展

- (一)累計至 104 年度將輸送 500 m³ 處理後池水至液體場處理。
- (二)完成池水前處理後廢淨化媒活度調查及除水技術建置。
- (三)完成池水前處理後污泥減容技術建置。
- (四)完成燃料池冷卻水系統管線及桶槽殘水量及活度調查。
- (五)建置吊掛搭乘設備，以利 TRR 燃料池壁除污及壁面污染隔離作業，以達抑制空浮發生之效益。

三、用過核子燃料處理與長期貯存技術研究

- (一)持續執行 TRR 用過燃料池鈾粉安定化作業。
- (二)用過 UO₂ 實驗燃料棒燃料丸安定化與鋁合金護套氧化行為實驗，針對過核子燃料的燃耗度、護套氫含量，溫度與水氣等變數進行試驗。
- (三)用過 UO₂ 實驗燃料棒燃料丸安定化與鋁合金護套氧化過程監測實驗，測量氧化過程中指標氣體如氫氣或放射性氣體濃度等。
- (四)更新恢復鉛室高壓釜系統實驗功能。

四、低放射性廢棄物容器開發研究

- (一)參考國際中大型廢射性廢棄物容器(美國 B-25 型)，設計符合國內的大型廢棄物容器。
- (二)大型廢棄物容器須採推疊方式存放以節省平面空間，因而其設計必須考量整體載重問題。預先透過有限元素分析評估其力學反應，針對應力集中處進行改良。並且配合實驗驗證之。

五、核設施除役廢棄物減量活度量測技術發展

- (一)污染快速篩檢系統之機構整合建置。
- (二)污染量測系統之維護作業。
- (三)多核種活度量測系統於解除管制上的應用。

六、難固化廢棄物減容技術開發

- (一)以新購置之高溫爐進行實際污染廢活性碳之試驗，並分析焚燒後殘留灰渣活度及廢氣排出之氣體活度，以探討核種殘留於灰渣與逸出於廢氣之比例。
- (二)繼續改善電漿火炬以提高火炬運轉壽命，使能達到廢保溫材之熔融測試目標。

七、放射性廢水處理與安定化技術精進

(一)依審查意見，修改 064 液體場固化流程控制計畫書，並經主管機關同意核備。

(二)依計畫進度，蒸發濃縮處理 TRR 燃料池廢液。

八、二次廢棄物處理技術研究開發

(一)持續針對本所放射性廢液進行核種去除、有機物降解測試，以利後續液體廠之接收及處理。

(二)利用吸油性高分子聚合體或親油多孔性材質特性，進行放射性有機廢液之固定化處理，探討其最佳配比、吸收安定性及後續進行焚化減容處理之可行性。

九、無機聚合安定化技術開發

(一)進行無機聚合實驗，以變高嶺土為基底材料，完成無機聚合固化試體製備。

(二)探討砂石、水泥、爐石、保溫棉等添加料，及攪拌時間、廢液酸性等操作條件，對無機聚合固化試體品質(抗壓強度、耐候性、溶出率、輻射照射)之影響。

十、低放處置場安全評估應用技術發展

(一)探討吸附作用對模式分析的影響。

(二)彙整研究成果撰寫報告。

十一、放射性廢棄物處置近場實體模型建立技術發展

(一)規劃塊體成品品質測試項目。

(二)發展耦合縮尺試驗技術，並進行用過核子燃料最終處置之緩衝/回填材料耦合數值模擬。

十二、混凝土技術於廢棄物貯存容器及工程障壁之應用研究

(一)進行混凝土障壁材料的機械性質測試(抗壓強度測試、抗彎強度測試)、材料物理性質測試(縮收率、孔隙度)及混凝土透水與透氣試驗。

(二)進行 Cs-137 核種遷移、透水、透氣、氯離子侵蝕、硫酸鹽侵蝕及碳酸化等在混凝土障壁材料中的擴散實驗及建立混凝土盛裝容器噴灑檢驗、墜落檢驗、運送震動檢驗、堆積檢驗及穿刺檢驗等相關技術。最後，建立混凝土盛裝容器製造與使用規範，以及撰寫混凝土盛裝容器的使用執照申請書。

十三、廢棄物處置整備難測核種鑑定技術精進

(一)持續進行執行小產源廢棄物整桶計測、難測核種取樣分析精進作業流程建立。

(二)導入實驗室資訊管理系統(LIMS)提供放射化學分析實驗室有關人員、樣品、分析方法、數據、儀器、藥品等整體資源管理的資訊平台，其效益包含工作規範標準化；提供即時、可靠與完整的資訊，以提高實驗室主管的決策速度與準確度；自動傳輸儀器數據與自動數據計算、判斷，降低人為錯誤與時間延誤；分析流程資訊透明化與嚴謹的權限控管，提高數據品質可靠度等。

十四、場址水文地質復育技術之精進

(一)進行示蹤劑試驗，藉此分析地下水流場與水文地質參數。

(二)完成抽/處理/灌設備系統整合之現地運轉測試。

肆、 檢討與展望

- 一、大型核能組件拆除工法及安全評估技術研究，以台灣研究用反應器之爐體為大型核能組件，發展拆除工法及安全評估技術，建立遙控吊運技術，同時亦發展數位工程模擬技術，可輔助除役作業規劃執行，獲致之成果未來亦可適用於核設施之除役。
- 二、用過核子燃料廠內濕式貯存設施污染處理技術研究，已完成過核燃料移除，建立鈾粉收集及安定化程序與高活度廢樹脂包裝運貯技術；並於 102 年建置池水淨化處理單元(包含吸附、凝集沈降及過濾裝置)，熱試車結果成功移除主要放射性核種達本所液體廠接收標準。未來將持續進行燃料池池水淨化處理與逐步排出，以及後續設備拆解與高活度濕式廢棄物處理技術，並審慎執行。103 年已完成高活度廢樹脂清理，並成功處理 200 m³ 池水符合接收標準並已輸出至本所液體場，池內 ¹³⁷Cs 與 ⁹⁰Sr 活度濃度亦顯著降低。後續淨化設備拆解與高活度廢淨化媒的取出技術已建置，將陸續測試工法與效率並審慎執行。104 年處理 300 m³(累計 500 m³)池水符合接收標準並輸出至本所液體場；完成池壁除污及污染隔離工法建置。
- 三、完成建立 TRR 燃料池鈾粉安定化處理程序及獲得主管機關同意核備，並已開始執行鈾粉安定化處理作業，將逐步達到長期安全貯存目標；同時完成鈾粉鈾含量之中子量測分析初步結果，正與美國 LANL 實驗室合作建立評估分析技術。雖然期中遭遇熱室吊車臨時故障問題，嚴重延誤執行鈾粉安定化處理進度，但已緊急進行設計製作替代之熱室旋臂吊車，已於 8 月底完成修復後於 9 月底趕上既定處理進度。
- 四、依據 TRR 設施除役計畫書，爐體將配合國內低放射性廢棄物最終處置場之設置期程，再進行細部拆解，在此之前，必須先研究可盛裝爐體相關廢棄物之中大型容器，以確保後續爐體廢棄物之儲存安全及儲存空間之有效利用。
- 五、持續推動放射性廢棄物解除管制作業，與建立 TRU 廢棄物之量測技術，並將推廣應用於我國核能設施上，以達到放射性廢棄物減量與資源回收再利用的目標，預期將可大幅降低相關處置費用與儲存壓力。
- 六、持續改進我國大型放射性廢棄物量測系統，以有效降低其購置與維護成本，並將透過相關校正與驗證程序，來確保其量測結果的精準度與品質。

- 七、與國內主管機關及核能相關實驗室合作，持續推動我國低放射性廢棄物活度量測的能力試驗，來建立量測的追溯體系，以及確保其廢棄物偵檢系統對於關鍵核種，其活度準確度的量測水平得以更具公信力。
- 八、本所與台電核電廠皆有活性碳與保溫材等廢棄物，且台電公司的存量遠大於本所，故探討廢活性碳處理參數並設計一套適合較大量處理的裝置，經驗證確實可行後，可將技術推廣於台電核電廠。
- 九、針對二次廢棄物及本所貯存之難處理廢液為重點，進行處理技術及安定化程序之開發，因其具年代久遠、有少量多樣、成份複雜等因素，須再深入了解廢棄物來源、產生過程及物理化學特性，漸進式建立適合之處理及運作方法，以減緩國內放射性廢棄物之積存壓力，並提升自行處理廢棄物之能力，以因應未來我國核電廠之除役任務。
- 十、廢棄物處置是台灣需要解決的問題，放射性廢棄物處置不是單純的技術問題，也牽涉到民眾接受度的政治問題。放射性廢棄物最終處置安全評估技術上，探討廢棄物罐破壞模式對處置安全評估的影響，建立安全評估模型並以理論方程式進行驗證；未來仍需發展近場安全評估模型，以完整處置場全系統安全評估技術之發展。政治問題則需針對相關議題應有社會科學專家和科技人員合作，分析我國低放處置民眾不放心的原因，提出可能對策降低民眾的疑慮。放射性廢棄物最終處置議題需要長時間的多方互動與對話，以釐清疑慮建立社會信任，未來或可進行縱時性的民調分析，以探討不同階段政策工具對設施支持度的影響，作為政府決策的參考依據。
- 十一、研發最終處置設施工程障壁膨潤土塊的壓製模具技術，完成緩衝材料塊體的壓製，成品可以提供：(1)應用於我國核廢棄物長程處置計畫緩衝材料設計與功能評估試驗設計(評估處置場環境在長期演化下，緩衝材料受熱、水、力、化單一或耦合作用行為)；(2)完成膨潤土塊體壓製與縮尺模型組合，展現我國最終處置工程障壁之技術能力，並提供模型展示做為核能安全處置的社會溝通使用。
- 十二、持續精進提升放射性核種分析能力，本年度完成 Ni-63 方法更新，並彙整近幾年精進之方法撰寫關鍵報告。新方法不但能提升分析速度、降低人員劑量，並大幅降低分析極限，有助於廢棄物分類精確性，避免過度高估。台電公司對於相關分析方法更新已表達關切，後續將評估是否委託研究或技術轉移。

附錄一、佐證資料表

計畫名稱：核設施除役產生放射性廢棄物處理與處置技術研發

【A 學術成就表】

中文題名	第一作者	發表年 (西元年)	文獻類別	引用情形	獲獎情形	論文出處
利用視覺回授進行吊車控制器設計 Applying vision feedback to crane controller design	李崙暉	2015	d 國外重要期刊 SCI	N	N	International Journal of Systems Science, 第 46 卷 2 期, 頁 294-302.
使用液體閃爍計數量測環境樣品及放設性廢棄物中碳-14 之簡易樣品製備系統 A simple sample preparation system for determination of ¹⁴ C in environmental samples and radwastes using liquid scintillation counting	莊子涵	2015	d 國外重要期刊 SCI	N	N	Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 第 303 卷 2 期, 頁 1239-1243.
利用多級對流擴散柱實驗數值分析銫在破碎花崗岩的傳輸與遲滯 Numerical analysis of transport and retardation for cesium in crushed granite using multi-stage advection-dispersion column experiments	李傳斌	2015	d 國外重要期刊 SCI	N	N	Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 第 304 卷 1 期, 頁 377-386.
管柱法調查銨在破碎和完整的玄武岩和花崗岩中的吸附與擴散研究 Study on sorption and diffusion of Sr in crushed and intact basalt and granite investigated in column method	吳銘志	2015	d 國外重要期刊 SCI	N	N	Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 第 304 卷 1 期, 頁 435-441.
結合卡曼濾波器飄移消除法及海龍二點定位法建構即時 RFID 室內定位系統 Real-time RFID Indoor Positioning System Based on Kalman-Filter Drift Removal and Heron-Bilateration Location Estimation	黃崇豪	2015	d 國外重要期刊 SCI	N	N	IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 第 64 卷 3 期, 頁 728-739.

中文題名	第一作者	發表年 (西元年)	文獻類別	引用情形	獲獎情形	論文出處
礦物增稠摻料對蒸發濃縮廢液固化的影響 Effect of mineral viscosity-enhancing admixtures on the solidification of evaporator concentrates	林忠永	2015	d 國外重要期刊 SCI	N	N	Journal of Hazardous Materials, 第 298 卷, 頁 294-302.
硼氫化鈉及銅催化還原高濃度硝酸鹽 Reduction of concentrated nitrate by using in situ synthesized zero-valent copper	Tihtinna Asmellash Belay	2015	d 國外重要期刊 SCI	N	N	Water Science and Technology, 第 172 卷 6 期, 頁 960-965.
磷酸基 KZnFc 無機聚合物對銫的吸附 Sorption of cesium Using KZnFc on Phosphoric acid-based geopolymer	莊禮璟	2015	d 國外重要期刊 SCI	N	N	CERAMICS-SILIKATY, 第 59 卷 2 期, 頁 125-134.
長期輻射對 304L 不銹鋼爐心組件材料性質的影響-IASCC 效應- Influence of Prolonged Radiation Exposure on 304L SS In-Core Components - IASCC	胥耀華	2015	a 國內一般期刊	N	N	台電工程月刊, 104 年 8 月號, 第 804 期, 頁 99-110.
顆粒化高選擇性的銫無機吸附劑 A Granular Inorganic Adsorbent Highly Selective to Cesium	莊禮璟	2015	f 國際研討會	N	N	2015 Waste Management Symposia (WMS), Phoenix, AZ.
照射過鈾金屬燃料之安定化技術及非破壞中子檢測系統 Stabilization Technique and Non-destructive Neutron Inspection System of Irradiated Metal Uranium Fuel	黃尚峯	2015	f 國際研討會	N	N	GLOBAL 2015, Paris, France.
放射性废物處置場的緩衝/回填材料的吸附参数研究 Study the Adsorption Parameters of Buffer/Backfill Materials for Radioactive Waste Disposal Sites	涂玉琳	2015	f 國際研討會	N	N	GLOBAL 2015, Paris, France.

中文題名	第一作者	發表年 (西元年)	文獻類別	引用情形	獲獎情形	論文出處
透過通擴散實驗研究銻在破碎泥岩與花崗岩之吸附和擴散 Sorption and Diffusion Studies for Cs in Crushed Argillite and Granite via Through-Diffusion Experiments	吳銘志	2015	f 國際研討會	N	N	GLOBAL 2015, Paris, France.
核種遷移實驗之現況與未來規劃 The current status and planning of radionuclides migration experiments in Taiwan	施宇鴻	2015	f 國際研討會	N	N	5 th East Asia Forum on Radwaste Management, Taichung, Taiwan.
核能研究所放射性固體廢棄物減容作業 Volume Reduction of Radioactive Solid Waste in Institute of Nuclear Energy Research in Taiwan	李文成	2015	f 國際研討會	N	N	5 th East Asia Forum on Radwaste Management, Taichung, Taiwan.
蒸發濃縮含氚廢液之固化研究 A study of the solidification of tritium-containing evaporator concentrates	林忠永	2015	f 國際研討會	N	N	5 th East Asia Forum on Radwaste Management, Taichung, Taiwan.
以二氧化鈦吸附水溶液中鈷離子之研究 Adsorption of cobalt (II) from aqueous solution onto titanium dioxide	蔡文啟	2015	f 國際研討會	N	N	5 th East Asia Forum on Radwaste Management, Taichung, Taiwan.
在連續反應的穿透擴散模型中推導核種擴散係數 Determining the Diffusion Coefficient for a Sequentially Reactive Through-Diffusion Model	陳智隆	2015	f 國際研討會	N	N	5 th East Asia Forum on Radwaste Management, Taichung, Taiwan.
粒狀矽鋁酸鹽材料對銻-137 和銲-90 的吸附效率 Adsorption Efficiency of 137Cs and 90Sr Using a Granular Aluminosilicate Material	簡士傑	2015	f 國際研討會	N	N	5 th East Asia Forum on Radwaste Management, Taichung, Taiwan.
應用於放射性廢棄物處置隧道封塞之混凝土	張清土	2015	f 國際研討會	N	N	5 th East Asia Forum on Radwaste Management, Taichung,

中文題名	第一作者	發表年 (西元年)	文獻類別	引用情形	獲獎情形	論文出處
材料研究 Research on the Engineering Properties of Concrete Applied for the Plug in the Radioactive Waste Disposal Tunnel						Taiwan.
核一廠除役期間之放射性廢棄物運送規劃 Planning of radwaste transportation during decommissioning in Chinshan NPP in Taiwan	蕭憲明	2015	f 國際研討會	N	N	5 th East Asia Forum on Radwaste Management, Taichung, Taiwan.
高分子聚合吸油樹脂應用於吸收放射性廢液 The Solidification of the Radioactive Liquid Wastes in INER by Utilizing Polymer-based Oil Absorbents	謝賢德	2015	f 國際研討會	N	N	5 th East Asia Forum on Radwaste Management, Taichung, Taiwan.

註：文獻類別分成 a 國內一般期刊、b 國內重要期刊、c 國外一般期刊、d 國外重要期刊、e 國內研討會、f 國際研討會、g 著作專書；引用情形分成 Y1 被論文引用、Y2 被專利引用、N 否；獲獎情形分成 Y 有獲獎、N 否；論文出處列出期刊名稱，卷期，頁(如科學發展月刊，409 期，頁 6-15)

【C 培育人才表】

姓名	學歷	機構名稱	指導教授
吳宥儒	b 碩士	中原大學電機所	張政元 教授
呂承翰	a 博士	逢甲大學環境工程與科學學系	江康鈺 教授
陳又新	b 碩士	中央大學環境工程研究所	江康鈺 教授
戴肇寬	b 碩士	中央大學環境工程研究所	江康鈺 教授
姚彥丞	b 碩士	中央大學環境工程研究所	江康鈺 教授
謝承諭	b 碩士	清華大學原科中心	周鳳英 教授

姓名	學歷	機構名稱	指導教授
林佑娟	a 博士	清華大學原科中心	周鳳英 教授
許家禎	a 博士	成功大學地球科學系	吳銘志教授

註：學歷分成 a 博士、b 碩士

【E 學術活動表】研討會名稱	性質	舉辦(起-迄)日期 (YYYY/MM/DD)	主/協辦單位
2015 年高放射性廢棄物處置研究技術與經驗交流討論會	a	2015/06/02-2015/06/02	核能研究所
第五屆東亞放射性廢棄物管理論壇研討會(EAFORM 2015)	b	2015/10/26-2015/10/27	中華核能學會/核能研究所

註：性質分成 a 國內研討會、b 國際研討會、c 兩岸研討會

【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)
用過核子燃料貯存桶頂部輻射偵檢裝置	a	a	發明第 I460460 號	李學源	核能研究所	2014/11/11-2033/03/17
固體或液體之 C-14 收集系統及方法	a	a	發明第 I478176 號	莊子函；張瑞生；魏華洲；門立中	核能研究所	2015/03/21-2032/01/16
混凝土除污暨自動輻射偵檢裝置	a	a	發明第 I480888 號	黃志中；武及蘭	核能研究所	2015/04/11-2032/09/13
將放射性核種植入基材之方法	a	a	發明第 I485381 號	蔡翠玲；黃正良；牛 寰；陳建旭	核能研究所	2015/05/21-2033/09/12
校正氣體濃度偵測儀之測試腔體結構	a	a	發明第 I498554 號	林琦峰；武及蘭	核能研究所	2015/09/01-2033/09/15

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)
放射性核種顆粒化之無機吸附劑的製備方法	a	a	發明第 I510286 號	莊禮璟；廖啟宏；鍾人傑；林國明 江勝偉；黃士哲；簡光勵；蔡文啟； 胡哲誠	核能研究所	2015/12/01-2034/09/04
放射性核種顆粒化之無機吸附劑的製備方法	a	d 日本		莊禮璟；廖啟宏；鍾人傑；林國明 江勝偉；黃士哲；簡光勵；蔡文啟； 胡哲誠	核能研究所	申請案號 2015-153824
運用擴增實境技術之導航系統	a	a		黃崇豪；李崙暉；何前程；賴祖浩	核能研究所	申請案號 104135036
以步態偵測方法進行慣性定位的導航系統	a	a		黃崇豪；李崙暉；何前程；賴祖浩	核能研究所	申請案號 104135037

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)	頁數	出版單位	INER 編號
顆粒化高選擇性銫無機吸附劑文獻回顧	莊禮璟；廖啟宏	2015	42	核能研究所	INER-11766
國內外固化技術發展現況	簡士傑；黃君平	2015	35	核能研究所	INER-11755R
本所最終置核種遷移評估程式發展之回顧	張福麟	2015	63	核能研究所	INER-11691
赴美國鳳凰城參加 2015 放射性廢棄物管理研討會國外出國報告	莊禮璟	2015	37	核能研究所	INER-F0914
015B 低放射性廢液處理場 T-3 貯槽設計與製作規範	張明發	2015	35	核能研究所	INER-11749R
現地多段式連續廢水處理系統操作手冊	簡偉駿	2015	38	核能研究所	INER-OM-2041
不同自動萃取工作系統精進核種分離方法之性能比較報告	吳欣潔；蘇德晏	2015	26	核能研究所	INER-S0615R
深地層處置氣體成因影響之初步分析	曾憶涵；陳建泰	2015	39	核能研究所	INER-11616

報告名稱	作者姓名	出版年 (西元年)	頁數	出版單位	INER 編號
赴大陸中國地震台網中心與中國地質大學水資源與環境學院交流出國報告	施清芳	2015	27	核能研究所	INER-F0909
參加 2015 年歐洲地球科學聯合會年會之出國報告	李在平	2015	28	核能研究所	INER-F0922
台日食品中放射性核種活度量測比對實驗	邱鎰盛	2015	41	核能研究所	INER-11802
處置場配置與安全評估研究	童琮樟	2015	74	核能研究所	INER-11805R
用過高效率過濾器壓縮減容處理技術	甘金相；李文成	2015	51	核能研究所	INER-11806R
廢活性碳處理技術探討	陳永枝；李文成	2015	33	核能研究所	INER-11807
015B 液體場廢液處理及排放運轉作業程序書	張明發	2015	69	核能研究所	INER-SOP-0536R
參加 2015ICEEP 國際研討會	簡光勵；徐兆稹	2015	24	核能研究所	INER-F0926
地震雷利波研究地下水含水層貯水特性	施清芳	2015	71	核能研究所	INER-A3084R
TRR 燃料池池壁除污與防護作業程序書	林偉翔；黃君平；吳佳穎	2015	58	核能研究所	INER-SOP-0538
SketchUp 3D 模型互動技術研究	陳俊凱；劉建佑	2015	38	核能研究所	INER-11855
TRR 燃料安定化計畫-安定化程序驗證實驗報告	林俊良；胥耀華	2015	74	核能研究所	INER-11858
多核種活度量測系統操作說明書	林國楨；劉懋鑫；林崇智	2015	24	核能研究所	INER-SOP-0540R
TRR 燃料池吊掛搭乘設備操作手冊	林偉翔；吳佳穎；黃君平	2015	36	核能研究所	INER-OM-2044
銻鋇無機吸附劑之製備	林國明；江勝偉；簡光勵；徐兆稹；胡哲誠；廖啟宏；莊禮璟；鍾人傑	2015	40	核能研究所	INER-11876R
二氧化鈦無機吸附劑製備與研究並應用於除去廢水中之鈷放射性核種	蔡文啟；鍾人傑；莊禮璟	2015	35	核能研究所	INER-11879R

報告名稱	作者姓名	出版年 (西元年)	頁數	出版單位	INER 編號
最終處置安全評估之源項分析技術研究	陳智隆	2015	28	核能研究所	INER-11883R
國內外低放射性廢棄物容器之種類及形式	吳尚緯	2015	90	核能研究所	INER-11891R
無機聚合物特性及製程應用回顧	江勝偉；簡光勵；徐兆稹； 胡哲誠；林國明；鍾人傑	2015	81	核能研究所	INER-11892R
天然類比資訊彙整	簡偉駿	2015	55	核能研究所	INER-11899
低放射性廢棄物高性能混凝土處置容器粒料處理設備	張清土；楊孟北	2015	27	核能研究所	INER-SOP-0541
吸附劑(AC-GA)之量產製備	胡哲誠；林國明；鍾人傑； 徐兆稹	2015	32	核能研究所	INER-11911R
赴日本參加高放地質處置交流年會與參訪地下試驗室(幌延及瑞浪) 出國報告	曾憶涵；余允辰；曾漢湘	2015	57	核能研究所	INER-F0940
英國中低放射性廢棄物容器之發展	洪毓翔	2015	50	核能研究所	INER-11939
低放射性廢棄物混凝土盛裝容器技術教育訓練報告	陳鈺沛；張清土	2015	51	核能研究所	INER-I0009H
VRM-1 車輛門框監測系統安裝工程	劉懋鑫；林國楨；林崇智	2015	40	核能研究所	INER-OM-2048R
知識管理系統在放射性廢棄物地質處置之應用	陳誠一；楊東昌	2015	40	核能研究所	INER-11940
低放射性廢棄物混凝土盛裝容器使用申請	張清土；陳鈺沛	2015	114	核能研究所	INER-OM-2049H
TRR 燃料池池水淨化處理操作程序書	吳佳穎；李宜靜	2015	105	核能研究所	INER-OM-2051
用過核子燃料最終處置場於抬升與剝蝕情節之核種傳輸研究	童琮樟	2015	88	核能研究所	INER-11941R
用過核子燃料最終處置參考案例之安全評估模式與參數	童琮樟	2015	143	核能研究所	INER-11942R
K 區的地質條件與處置母岩特性	余允辰	2015	36	核能研究所	INER-11943

報告名稱	作者姓名	出版年 (西元年)	頁數	出版單位	INER 編號
核子燃料池高活度加馬核種量測技術評估	王宗源	2015	27	核能研究所	INER-11944
赴大陸參加環境工程與應用國際研討會暨參訪上海交通大學出國報告	陳亮丞；黃珏吉	2015	46	核能研究所	INER-F0946
參加國際地質工程論壇與岩石力學實驗室參訪出國報告	童琮樟；張福麟	2015	24	核能研究所	INER-F0947
基於虛擬實境技術之台灣研究用反應器組件拆解模擬研究	黃崇豪；劉建佑；吳尚緯；李崙暉	2015	35	核能研究所	INER-11949R
廢放射性活性碳處理技術探討	陳永枝；李文成	2015	28	核能研究所	INER-11952
開發自主性緩衝材料塊體設計與製造技術	莊怡芳；楊孟北；張福麟	2015	46	核能研究所	INER-11953H
放射性廢棄物分類包裝審查技術研究	張南昌	2015	104	核能研究所	INER-11961R
化工製程模擬軟體之應用	邱垂煥	2015	67	核能研究所	INER-11966R
緩衝材料熱水力耦合試驗規劃	楊孟北；張清土	2015	35	核能研究所	INER-11967
赴美國橡樹嶺國家實驗室參訪除役核設施	周子鑫	2015	35	核能研究所	INER-F0952
除役廢棄物分類包裝貯存技術研究	林英瑋	2015	52	核能研究所	INER-11974
Na-4 無機吸附劑製備與研究並應用於除去廢水中之鈷放射性核種	蔡文啟；鍾人傑；莊禮璟	2015	45	核能研究所	INER-11980R
AC-La 吸附劑之合成及量產	胡哲誠；林國明；鍾人傑	2015	41	核能研究所	INER-11989R
3D 模型應用於虛擬實境場景建立之技術研究	劉建佑；李崙暉	2015	51	核能研究所	INER-12002R
辯證模型在放射性廢棄物最終處置安全論證之應用	陳誠一；吳禮浩	2015	37	核能研究所	INER-12010
103 年核能事故後取樣、傳送與分析演練期末報告	陳亮丞	2015	45	核能研究所	INER-12018R
TRR 燃料池池水處理廢淨化媒活度調查報告	黃君平；吳佳穎；蘇德晏	2015	31	核能研究所	INER-12044R

報告名稱	作者姓名	出版年 (西元年)	頁數	出版單位	INER 編號
移動式超鈾活度系統量測程序書	邱鎧盛；黃文治	2015	43	核能研究所	INER-SOP-0551
3D 立體顯影技術於虛擬實境之研究	黃崇豪；郭子晉	2015	56	核能研究所	INER-12046R
試驗區水文地質參數研究	林孟儒；陳智隆	2015	63	核能研究所	INER-12047
聚對苯二甲酸乙二酯/鋁層狀雙氫氧化物奈米複合材料之合成與性質研究	徐兆稹	2015	61	核能研究所	INER-12051R
輻射視覺化 3D 繪製技術於核設施除役之研究	黃崇豪；林英瑋；陳彥穎	2015	53	核能研究所	INER-12060R
放射性廢棄物包裝規範的研發	李學源	2015	81	核能研究所	INER-12089
TRR 燃料池池水處理後廢淨化煤除水及污泥減容技術試車報告	李宜靜；吳佳穎；黃君平	2015	33	核能研究所	INER-12090R
用過核子燃料最終處置計畫核種遷移實驗規劃	施宇鴻；陳亮丞；蔡翠玲	2015	27	核能研究所	INER-12095
Ni-63 分析方法精進研究	蘇德晏；郭宇仁；楊參育	2015	31	核能研究所	INER-12097R
番子寮區水質監測與分析研究報告	張中年；盧佩玲	2015	39	核能研究所	INER-12107H
TRR 燃料池冷卻水系統管線及桶槽現況調查與清除規劃	鍾東益；黃君平	2015	36	核能研究所	INER-12123R
TRR 燃料池池壁剷除規劃報告	林楷翔；林偉翔；黃君平	2015	42	核能研究所	INER-12131R
核能研究所 T-61 槽放射性含氫廢油之固定化程序試驗	謝賢德；沈錦昌	2015	35	核能研究所	INER-12152
中長期放射性污染場址之整治工法研究	江勝偉；簡光勵；徐兆稹； 胡哲誠；林國明；鍾人傑	2015	110	核能研究所	INER-12170R
輻射偵測儀器的性能與校正	葉俊賢；李振弘；袁明程	2015	147	核能研究所	INER-12212
核電廠控制室適居性危險化學品管理評估研究	吳欣潔	2015	32	核能研究所	INER-12228R

報告名稱	作者姓名	出版年 (西元年)	頁數	出版單位	INER 編號
美國多部會物質與設備輻射偵檢與評估手冊(MARSAME)	武及蘭；李綉偉；林琦峰； 楊崇伍；王正忠；李碧芬； 邱鎰盛	2015	398	核能研究所	INER-OM-2083R
低放射性廢棄物混凝土盛裝容器塗裝技術	張清土；蕭宇翔	2015	28	核能研究所	INER-SOP-0562R
參加 Global 2015 核燃料循環會議	黃尚峯	2015	54	核能研究所	INER-F0972

【J 技術移轉表】

技術名稱	類別	授權單位	被授權廠商 或機構	權利金(千元)	合約有效起-迄期間(YYYY/MM)

註：類別分成 a 先期技術移轉、b 軟體授權、c 技術移轉、d 新技術/新品種引進數

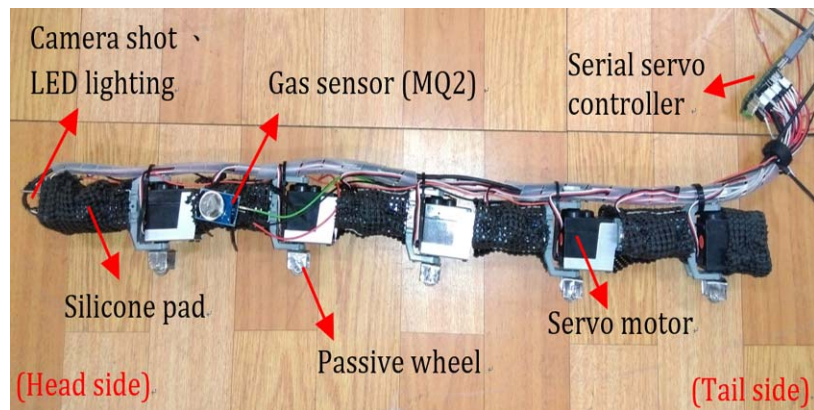
【S 技術服務表】

技術服務名稱	服務對象名稱	服務對象類別	服務收入(千元)
放射性廢棄物接收處理服務	全國各業界	a, c	20,307
用過核子燃料最終處置計畫潛在母岩特性調查與評估階段-發展初步功能/安全評估技術	台電後端處	c	29,900

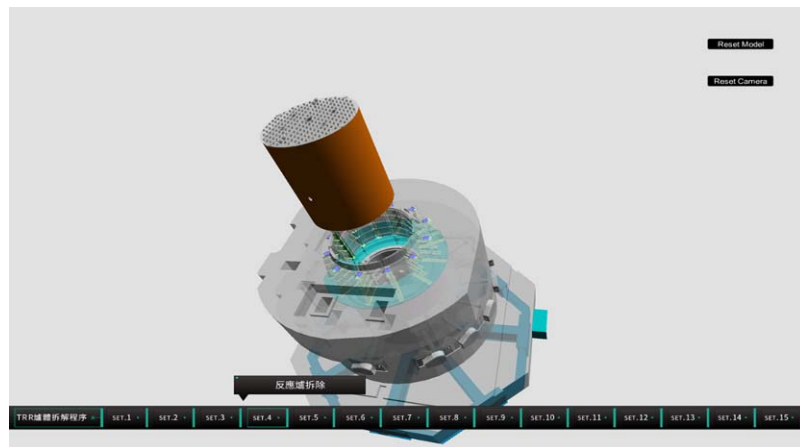
註：服務對象類別分成 a 國內廠商、b 國外廠商、c 其他

附錄二、佐證照片圖表

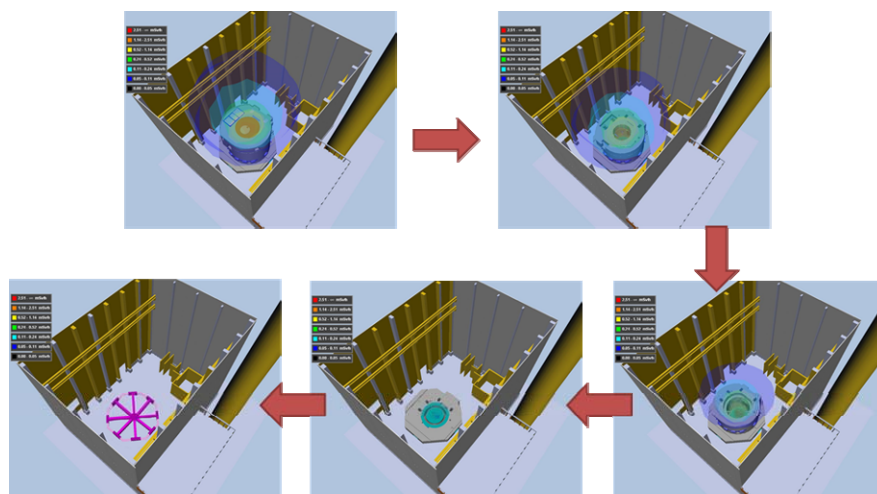
◆ 大型核能組件安全貯存及拆解工程支援技術研究



大型核能組件內部複雜環境取樣技術研究



虛擬實境技術研究

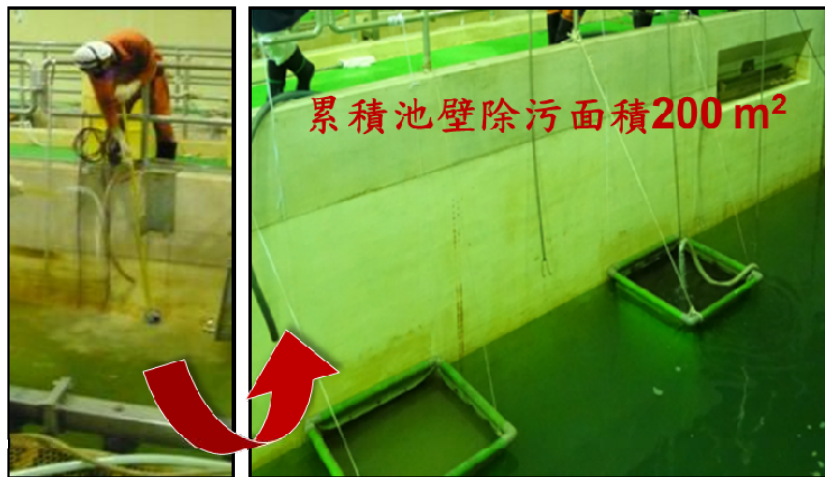


輻射劑量 3D 模擬繪製技術研究

◆ 濕式高活度污染系統清理技術發展



離心脫水設備驗證可去除模擬凝集沉降污泥中水分達 60%以上

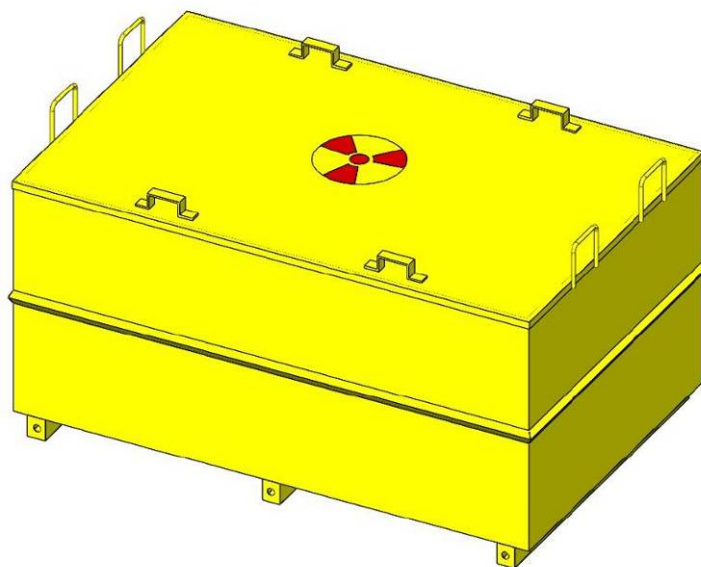


TRR 燃料池池壁表面污染除污面積達 200 m²



利用建立之吊掛搭乘設備成功進行池內壁面污染隔離作業

◆ 低放射性廢棄物容器開發研究



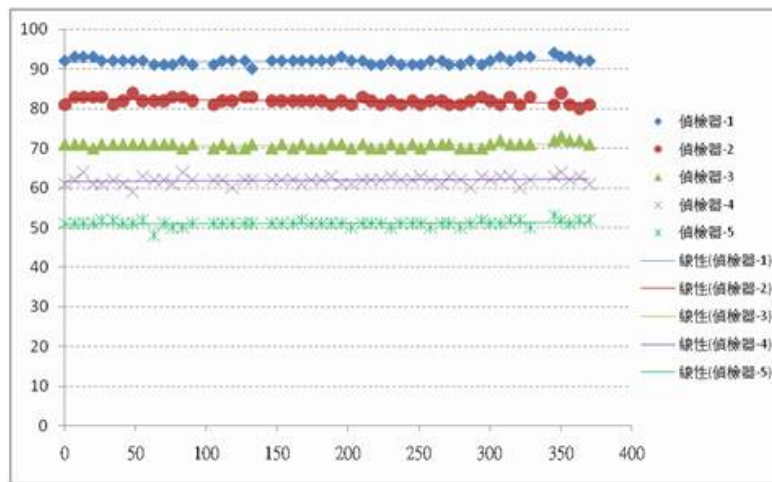
國內大型放射性廢棄物容器之雛型設計

◆ 用過核子燃料處理與長期貯存技術研究

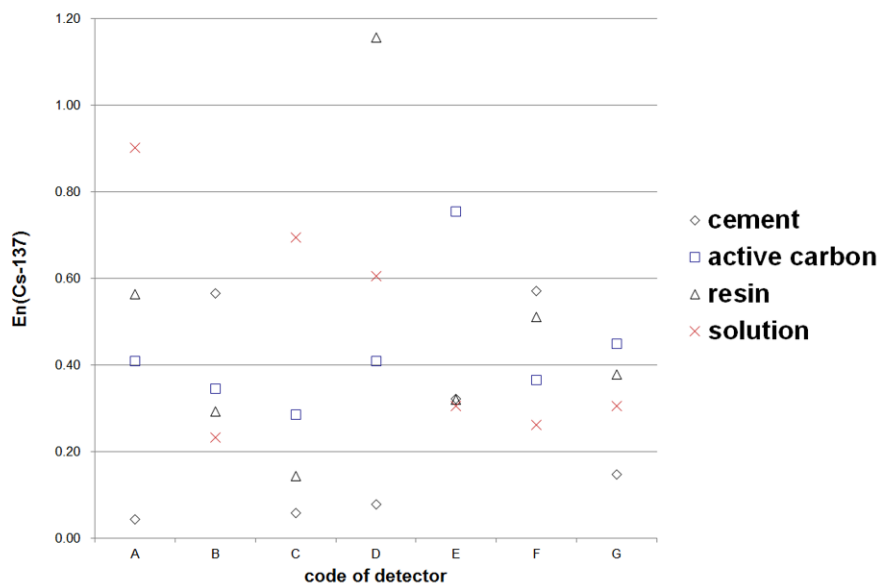


熱室 TGA 熱重分析儀與氧化實驗爐建置

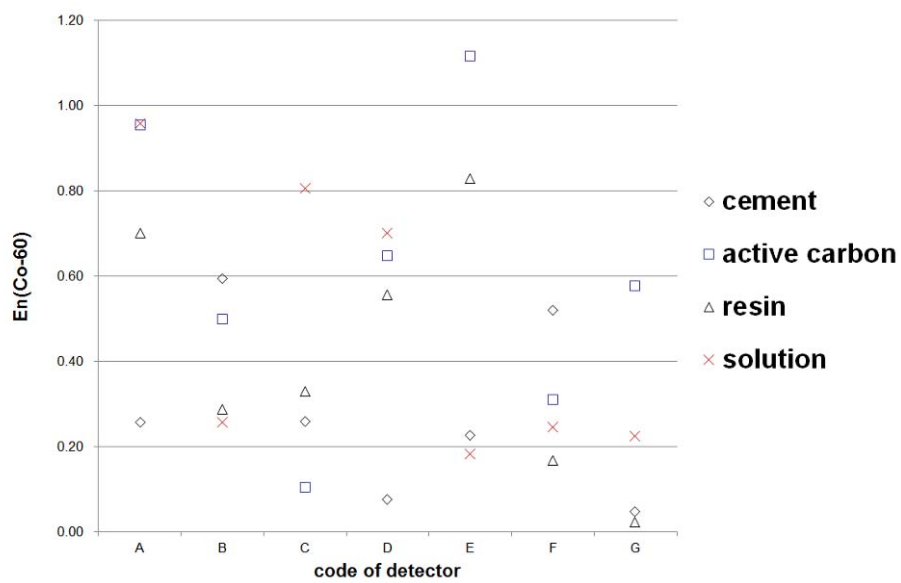
◆ 核設施除役廢棄物減量活度量測技術發展



碘化鈉偵檢器老化實驗中實驗天數(X)與能峰間距(Y)之關係圖及其趨勢線



活度均勻分布桶 Cs-137 之 En 值



活度均勻分布桶 Co-60 之 En 值



輸送帶污染快速篩檢系統之建置

◆ 難固化廢棄物減容技術開發



廢活性碳取樣分析

核種	比活度(Bq/g)
Cs-137	$1.05\text{E}+02 \pm 1.07\text{E}+01$
CO-60	$1.62\text{E}+01 \pm 5.47\text{E}-01$
Mn-54	$<2.77\text{E}-01$
Zn-65	$<3.36\text{E}-01$
I-131	$<2.45\text{E}-01$
gross α	$1.01\text{E}+00 \pm 4.20\text{E}-01$
gross β	$4.10\text{E}+02 \pm 7.72\text{E}+00$

廢活性碳取樣分析結果

旋轉爐廢活性碳
焚化試驗

實驗室級廢活性碳焚燒試驗爐



廢活性碳焚燒前

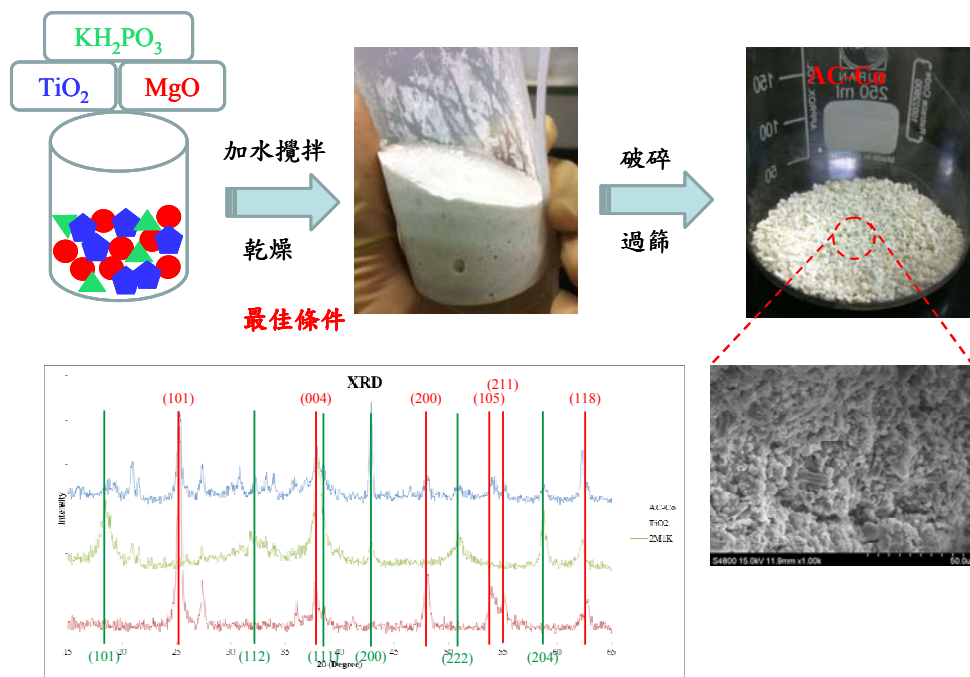


廢活性碳焚燒後

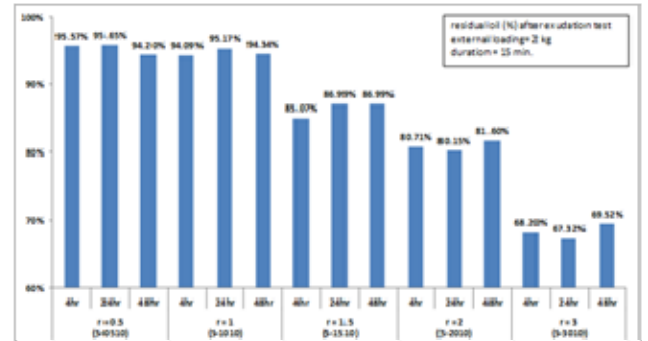
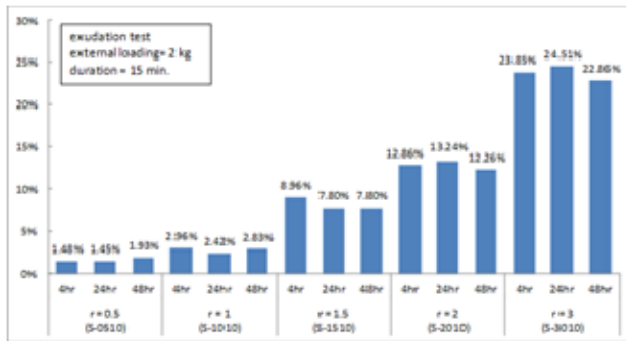
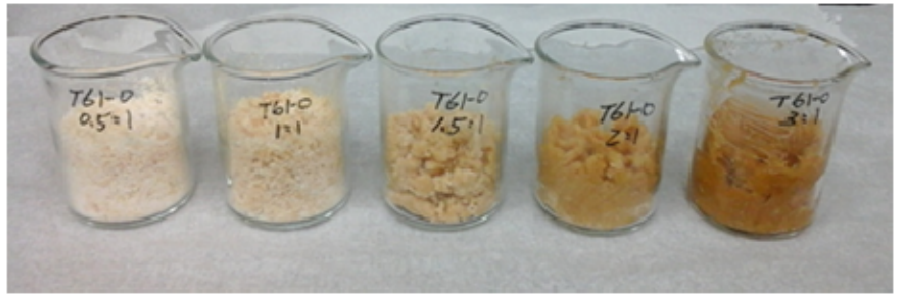
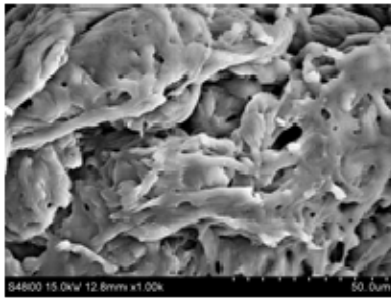
◆ 二次廢棄物處理技術研究開發



參加國際研討會並發表研究成果：(a)2015 年放射性廢棄物管理國際研討會 (WM2015 Conference)及(b)2015 年 EAform 國際研討會



無機吸附劑之製備流程及特性分析



放射性有機廢液之固定化程序、滲出特性及保油測試結果

◆ 無機聚合安定化技術開發



無機聚合固化試體製備

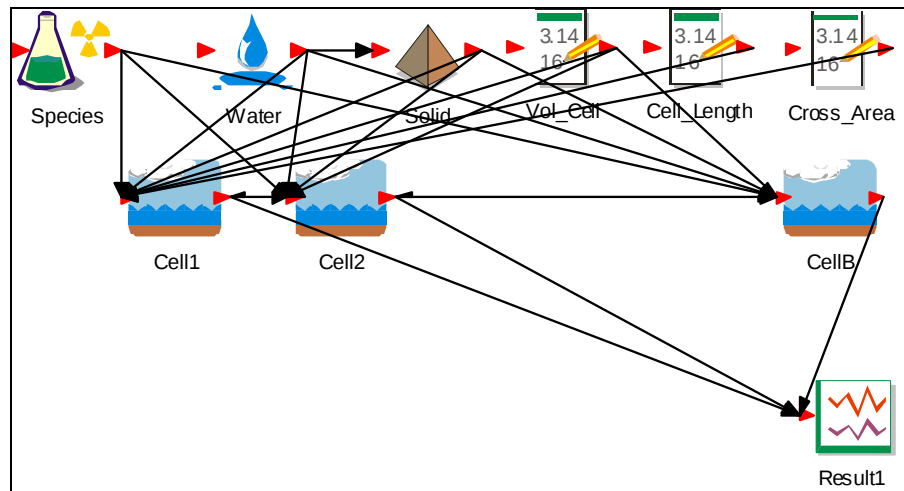


不同條件下之無機聚合固化試體

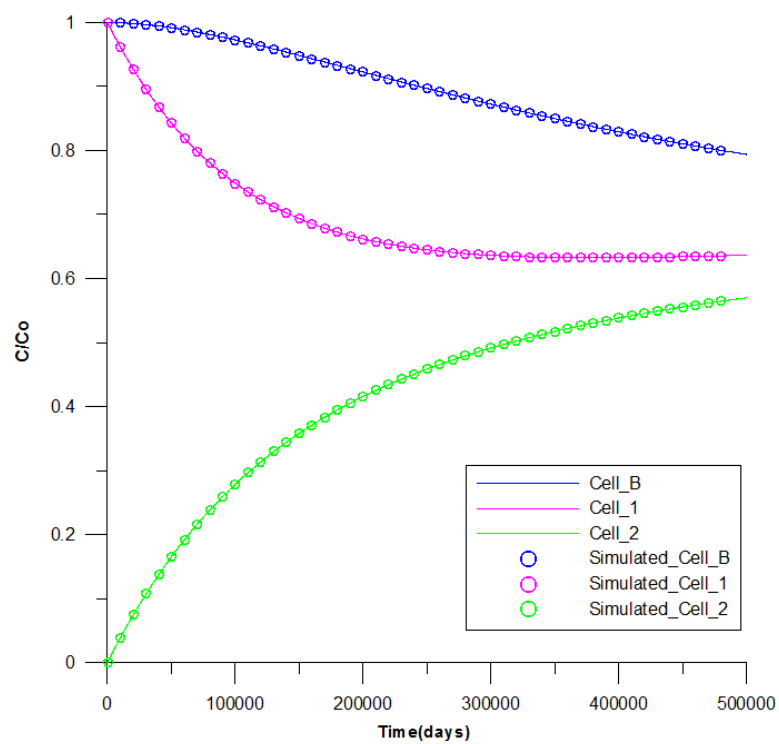
試驗條件	鹼活化劑(4M)	萃取時間(小時)	抗壓強度(kg/cm ²)	符合抗壓強度規範
岩棉	NaOH	1	83	✓
		6	長白霜	長白霜
	NaOH+磷酸二氫鋁	6	73	✓
	KOH	1	144	✓
		6	86	✓
	KOH+磷酸二氫鋁	6	105	✓
珍珠岩棉+陶瓷纖維棉(5:5)	NaOH	1	14	×
	KOH	1	無分析	無分析
珍珠岩棉+岩棉+陶瓷纖維棉(3:5:2)	NaOH	1	15	✓
	KOH	1	22	✓
珍珠岩棉+雙高嶺土(5:5)	NaOH	6	14	×
	KOH	6	8	×
珍珠岩棉+岩棉(5:5)	NaOH	1	22	✓
		6	72	✓
	NaOH+磷酸二氫鋁	6	59	✓
	KOH	1	16	✓
		6	43	✓
	KOH+磷酸二氫鋁	6	64	✓

無機聚合物承載廢棄物(保溫棉)後之特性

◆ 低放處置場安全評估應用技術發展

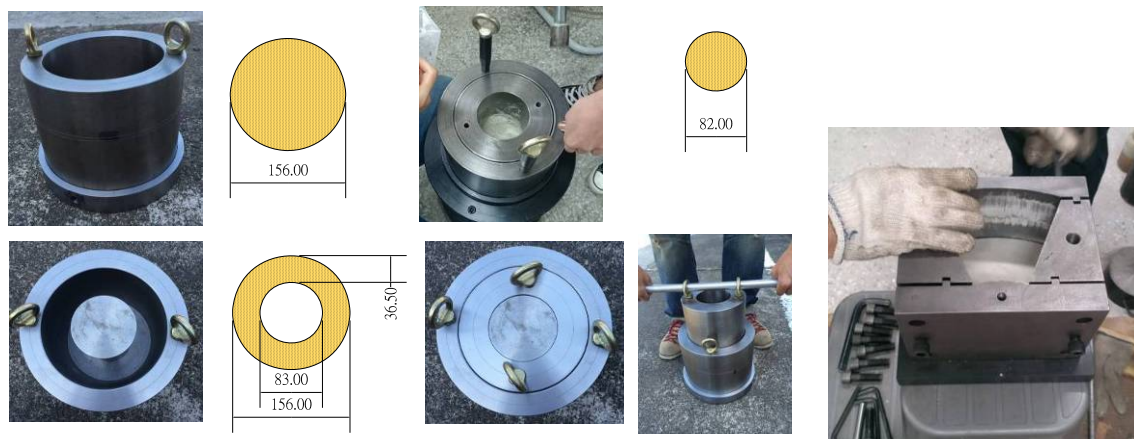


核種於廢棄物本體內的一維擴散模型



一維擴散模型理論與數值驗證

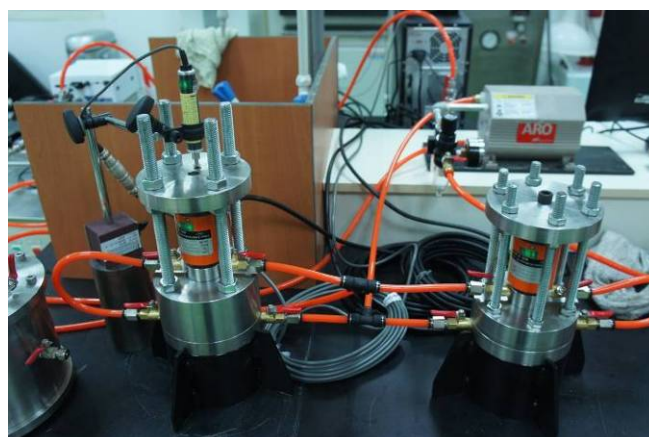
◆ 放射性廢棄物處置近場實體模型建立技術發展



緩衝材料壓製縮尺模具設計與製作



緩衝材料塊體壓製與塊體堆疊



緩衝材料回脹實驗設備

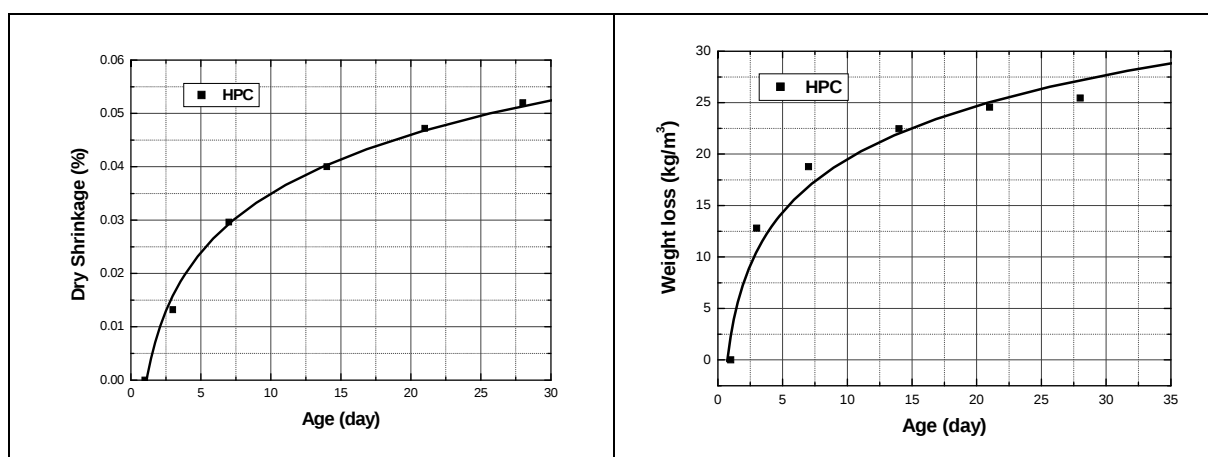
◆ 混凝土技術於廢棄物貯存容器及工程障壁之應用研究



混凝土障壁材料骨材乾燥設備



混凝土障壁材料骨材篩選設備

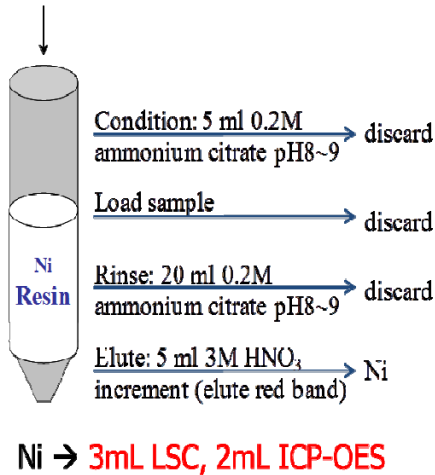


高性能混凝土乾燥收縮率與重量損失

◆ 廢棄物處置整備難測核種鑑定技術精進

Eichrom Method

Sample dissolved in 5~10ml 1M HCl
1ml 1M ammonium citrate
adjust to pH 8~9 with NH_4OH

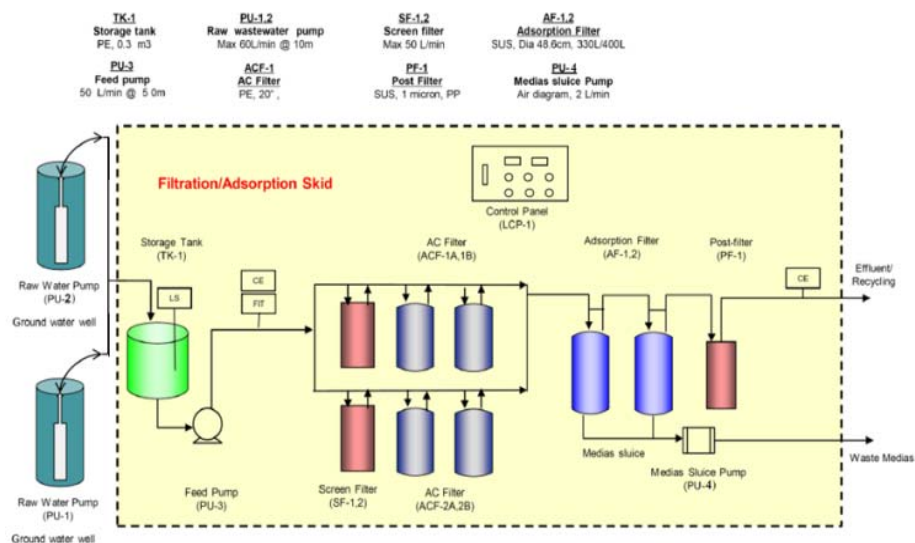


實驗測試

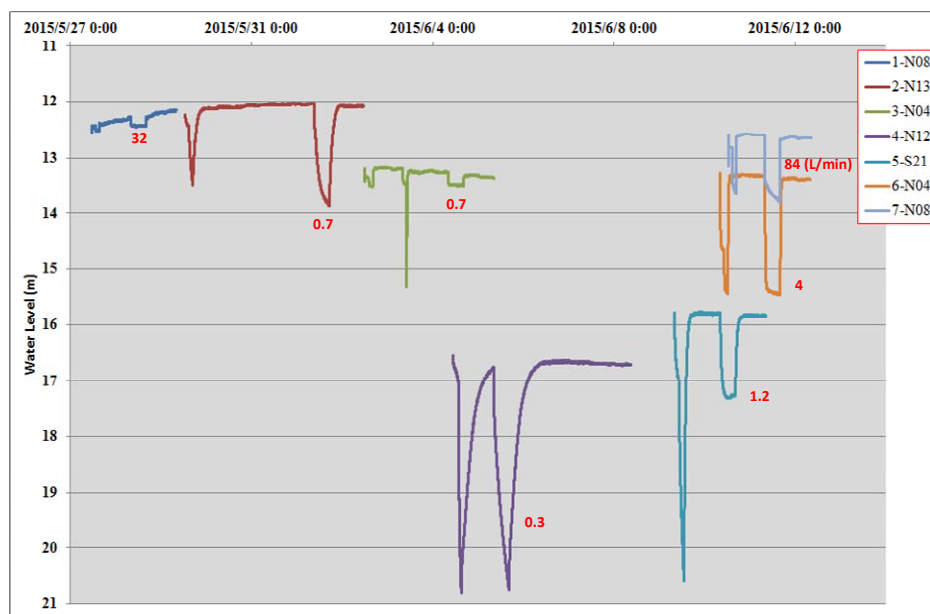
- ✓ Quench curve建立
- ✓ 閃爍液種類對分析影響
- ✓ 指示劑對分析影響
- ✓ 加熱濃縮對Ni流出液影響
- ✓ LSC與ICP-OES回收率比對
- ✓ SPE自動化分離條件測試
- 是否可將核種完全分離
 - Ag, Al, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Eu, Fe, Ga, In, K, Li, Mg, Mn, Na, Pb, Sr, Tl, Zn
 - Cl
 - Cs
 - H-3, C-14, Am, Pu, U

N-63 分析精進流程圖

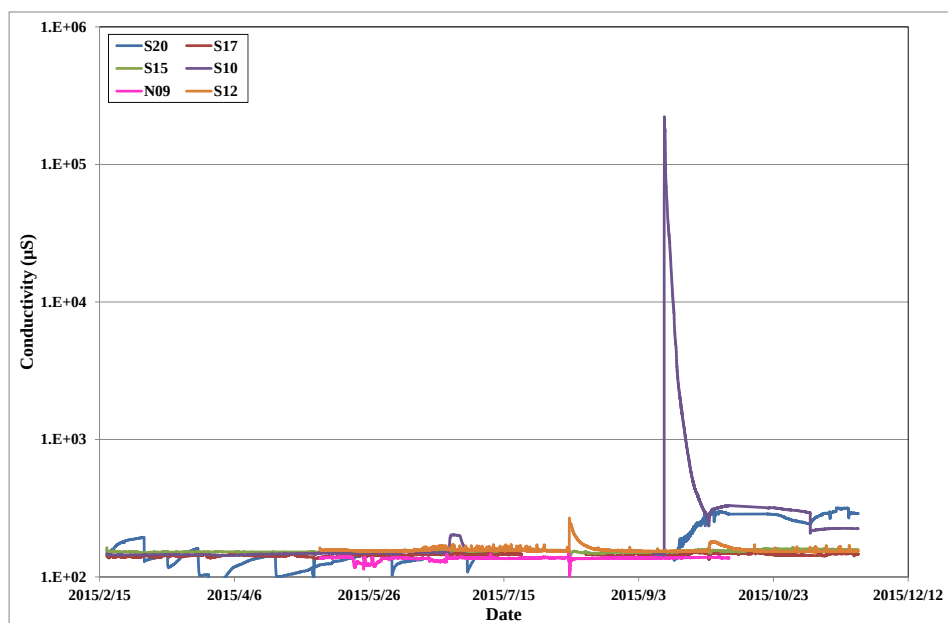
◆ 場址水文地質復育技術之精進



抽/處理/罐設備主要設計元件



水井試水作業成果



現地電導度量測

研究計畫績效佐證資料

系統編號：PG10401-0401

計畫中文名稱：核設施除役產生放射性廢棄物處理與處置技術研發

各機關計畫編號：A-NS-02

計畫性質：其它

【學術成就表】

中文題名	第一作者	發表年度	文獻類別
高分子聚合吸油樹脂應用於吸收放射性廢液	謝賢德	2015	國際研討會
核一廠除役期間之放射性廢棄物運送規劃	蕭憲明	2015	國際研討會
應用於放射性廢棄物處置隧道封塞之混凝土材料研究	張清土	2015	國際研討會
粒狀矽鋁酸鹽材料對銻-137和銻-90的吸附效率	簡士傑	2015	國際研討會
在連續反應的穿透擴散模型中推導核種擴散係數	陳智隆	2015	國際研討會
以二氧化鈦吸附水溶液中鈷離子之研究	蔡文啟	2015	國際研討會
蒸發濃縮含氫廢液之固化研究	林忠永	2015	國際研討會
核能研究所放射性固體廢棄物減容作業	李文成	2015	國際研討會
核種遷移實驗之現況與未來規劃	施宇鴻	2015	國際研討會
透過通擴散實驗研究銻在破碎泥岩與花崗岩之吸附和擴散	吳銘志	2015	國際研討會
放射性廢物處置場的緩衝/回填材料的吸附参数研究	涂玉琳	2015	國際研討會
照射過鈾金屬燃料之安定化技術及非破壞中子檢測系統	黃尚峯	2015	國際研討會
顆粒化高選擇性的銻無機吸附劑	莊禮璟	2015	國際研討會
長期輻射對304L不銹鋼爐心組件材料性質的影響- IASCC 效應-	胥耀華	2015	國內一般期刊
磷酸基KZnFc無機聚合物對銻的吸附	莊禮璟	2015	國外重要期刊
硼氫化鈉及銅催化還原高濃度硝酸鹽	Tihtinna Asmellash Belay	2015	國外重要期刊
礦物增稠摻料對蒸發濃縮廢液固化的影響	林忠永	2015	國外重要期刊
結合卡曼濾波器飄移消除法及海龍二點定位法建構即時 RFID 室內定位系統	黃崇豪	2015	國外重要期刊
管柱法調查銻在破碎和完整的玄武岩和花崗岩中的吸附與擴散研究	吳銘志	2015	國外重要期刊
利用多級對流擴散柱實驗數值分析銻在破碎花崗岩的傳輸與遲滯	李傳斌	2015	國外重要期刊
使用液體閃爍計數量測環境樣品及放設性廢棄物中碳-14之簡易樣品製備系統	莊子涵	2015	國外重要期刊
利用視覺回授進行吊車控制器設計	李崙暉	2015	國外重要期刊
高分子聚合吸油樹脂應用於吸收放射性廢液	謝賢德	2015	國際研討會
核一廠除役期間之放射性廢棄物運送規劃	蕭憲明	2015	國際研討會
應用於放射性廢棄物處置隧道封塞之混凝土材料研究	張清土	2015	國際研討會
粒狀矽鋁酸鹽材料對銻-137和銻-90的吸附效率	簡士傑	2015	國際研討會
在連續反應的穿透擴散模型中推導核種擴散係數	陳智隆	2015	國際研討會

以二氧化鈦吸附水溶液中鈷離子之研究	蔡文啟	2015	國際研討會
蒸發濃縮含氫廢液之固化研究	林忠永	2015	國際研討會
核能研究所放射性固體廢棄物減容作業	李文成	2015	國際研討會
核種遷移實驗之現況與未來規劃	施宇鴻	2015	國際研討會
透過通擴散實驗研究銻在破碎泥岩與花崗岩之吸附和擴散	吳銘志	2015	國際研討會
放射性廢物處置場的緩衝/回填材料的吸附参数研究	涂玉琳	2015	國際研討會
照射過鈾金屬燃料之安定化技術及非破壞中子檢測系統	黃尚峯	2015	國際研討會
顆粒化高選擇性的銻無機吸附劑	莊禮璟	2015	國際研討會
長期輻射對304L不銹鋼爐心組件材料性質的影響- IASCC 效應-	胥耀華	2015	國內一般期刊
磷酸基KZnFc無機聚合物對銻的吸附	莊禮璟	2015	國外重要期刊
硼氫化鈉及銅催化還原高濃度硝酸鹽	Tihtinna Asmellash Belay	2015	國外重要期刊
礦物增稠摻料對蒸發濃縮廢液固化的影響	林忠永	2015	國外重要期刊
結合卡曼濾波器飄移消除法及海龍二點定位法建構即時 RFID 室內定位系統	黃崇豪	2015	國外重要期刊
管柱法調查銻在破碎和完整的玄武岩和花崗岩中的吸附與擴散研究	吳銘志	2015	國外重要期刊
利用多級對流擴散柱實驗數值分析銻在破碎花崗岩的傳輸與遲滯	李傳斌	2015	國外重要期刊
使用液體閃爍計數量測環境樣品及放設性廢棄物中碳-14之簡易樣品製備系統	莊子涵	2015	國外重要期刊
利用視覺回授進行吊車控制器設計	李崙暉	2015	國外重要期刊

【培育人才表】

姓名	學歷	機構名稱	指導教授
呂承翰		逢甲大學環境工程與科學學系	江康鈺
呂承翰		逢甲大學環境工程與科學學系	江康鈺
林佑娟		清華大學原科中心	周鳳英
林佑娟		清華大學原科中心	周鳳英
許家禎		成功大學地球科學系	吳銘志
許家禎		成功大學地球科學系	吳銘志
吳宥儒		中原大學電機所	張政元
吳宥儒		中原大學電機所	張政元
姚彥丞		中央大學環境工程研究所	江康鈺
姚彥丞		中央大學環境工程研究所	江康鈺
戴肇寬		中央大學環境工程研究所	江康鈺
戴肇寬		中央大學環境工程研究所	江康鈺
謝承諭		清華大學原科中心	周鳳英
謝承諭		清華大學原科中心	周鳳英
陳又新		中央大學環境工程研究所	江康鈺
陳又新		中央大學環境工程研究所	江康鈺

【學術活動表】

研討會名稱	性質	舉辦日期	主/協辦單位
2015第五屆東亞放射性廢棄物管理論壇研討會	國際研討會	2015/10/26	中華核能學會
2015第五屆東亞放射性廢棄物管理論壇研討會	國際研討會	2015/10/26	中華核能學會
2015年高放射性廢棄物處置研究技術與經驗交流討論會	國內研討會	2015/06/02	核能研究所
2015年高放射性廢棄物處置研究技術與經驗交流討論會	國內研討會	2015/06/02	核能研究所

【智財資料表】

專利名稱	專利類別	授予國家	有效日期
放射性核種顆粒化之無機吸附劑的製備方法	發明專利	中華民國	2015/12/01
校正氣體濃度偵測儀之測試腔體結構	發明專利	中華民國	2015/09/01
將放射性核種植入基材之方法	發明專利	中華民國	2015/05/21
混凝土除污暨自動輻射偵檢裝置	發明專利	中華民國	2015/04/11
固體或液體之C-14收集系統及方法	發明專利	中華民國	2015/03/21
用過核子燃料貯存桶頂部輻射偵檢裝置	發明專利	中華民國	2014/11/11

【技術報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年	出版單位
參加 Global 2015 核燃料循環會議	黃尚峯	2015	核能研究所
低放射性廢棄物混凝土盛裝容器塗裝技術	張清土; 蕭宇翔	2015	核能研究所
美國多部會物質與設備輻射偵檢與評估手冊 (MARSAME)	武及蘭; 李繡偉; 林琦峰; 楊崇伍; 王正忠; 李碧芬; 邱鎧盛	2015	核能研究所
核電廠控制室適居性危險化學品管理評估研究	吳欣潔	2015	核能研究所
輻射偵測儀器的性能與校正	葉俊賢; 李振弘; 袁明程	2015	核能研究所
中長期放射性污染場址之整治工法研究	江勝偉; 簡光勵; 徐兆楨; 胡哲誠; 林國明; 鍾人傑	2015	核能研究所
核能研究所T-61槽放射性含氫廢油之固定化程序試驗	謝賢德; 沈錦昌	2015	核能研究所
TRR燃料池池壁刨除規劃報告	林楷翔; 林偉翔; 黃君平	2015	核能研究所
TRR燃料池冷卻水系統管線及桶槽現況調查與清除規劃	鍾東益; 黃君平	2015	核能研究所
番子寮區水質監測與分析研究報告	張中年; 盧佩玲	2015	核能研究所
Ni-63分析方法精進研究	蘇德晏; 郭宇仁; 楊參育	2015	核能研究所
用過核子燃料最終處置計畫核種遷移實驗規劃	施宇鴻; 陳亮丞; 蔡翠玲	2015	核能研究所
TRR燃料池池水處理後廢淨化煤除水及污泥減	李宜靜; 吳佳穎; 黃君平	2015	核能研究所

容技術試車報告			所
放射性廢棄物包裝規範的研發	李學源	2015	核能研究所
輻射視覺化3D繪製技術於核設施除役之研究	黃崇豪; 林英瑋; 陳彥穎	2015	核能研究所
聚對苯二甲酸乙二酯/鋁鋁層狀雙氫氧化物奈米複合材料之合成與性質研究	徐兆祺	2015	核能研究所
試驗區水文地質參數研究	林孟儒; 陳智隆	2015	核能研究所
3D立體顯影技術於虛擬實境之研究	黃崇豪; 郭子晉	2015	核能研究所
移動式超鈾活度系統量測程序書	邱鎧盛; 黃文治	2015	核能研究所
TRR燃料池池水處理廢淨化煤活度調查報告	黃君平; 吳佳穎; 蘇德晏	2015	核能研究所
103年核能事故後取樣、傳送與分析演練期末報告	陳亮丞	2015	核能研究所
辯證模型在放射性廢棄物最終處置安全論證之應用	陳誠一; 吳禮浩	2015	核能研究所
3D模型應用於虛擬實境場景建立之技術研究	劉建佑; 李崙暉	2015	核能研究所
AC-La吸附劑之合成及量產	胡哲誠; 林國明; 鍾人傑	2015	核能研究所
Na-4無機吸附劑製備與研究並應用於除去廢水中之鈷放射性核種	蔡文啟; 鍾人傑; 莊禮璟	2015	核能研究所
除役廢棄物分類包裝貯存技術研究	林英瑋	2015	核能研究所
赴美國橡樹嶺國家實驗室參訪除役核設施	周子鑫	2015	核能研究所
緩衝材料熱水力耦合試驗規劃	楊孟北; 張清土	2015	核能研究所
化工製程模擬軟體之應用	邱垂煥	2015	核能研究所
放射性廢棄物分類包裝審查技術研究	張南昌	2015	核能研究所
開發自主性緩衝材料塊體設計與製造技術	莊怡芳; 楊孟北; 張福麟	2015	核能研究所
廢放射性活性碳處理技術探討	陳永枝; 李文成	2015	核能研究所
基於虛擬實境技術之台灣研究用反應器組件拆解模擬研究	黃崇豪; 劉建佑; 吳尚緯; 李崙暉	2015	核能研究所
參加國際地質工程論壇與岩石力學實驗室參訪出國報告	童琮樟; 張福麟	2015	核能研究所
赴大陸參加環境工程與應用國際研討會暨參訪上海交通大學出國報告	陳亮丞; 黃珏吉	2015	核能研究所
核子燃料池高活度加馬核種量測技術評估	王宗源	2015	核能研究所
K區的地質條件與處置母岩特性	余允辰	2015	核能研究所
用過核子燃料最終處置參考案例之安全評估模	童琮樟	2015	核能研究

式與參數			所
用過核子燃料最終處置場於抬升與剝蝕情節之核種傳輸研究	童琮樟	2015	核能研究所
TRR燃料池池水淨化處理操作程序書	吳佳穎; 李宜靜	2015	核能研究所
低放射性廢棄物混凝土盛裝容器使用申請	張清土; 陳鈺沛	2015	核能研究所
知識管理系統在放射性廢棄物地質處置之應用	陳誠一; 楊東昌	2015	核能研究所
VRM-1 車輛門框監測系統安裝工程	劉懋鑫; 林國楨; 林崇智	2015	核能研究所
低放射性廢棄物混凝土盛裝容器技術教育訓練報告	陳鈺沛; 張清土	2015	核能研究所
英國中低放射性廢棄物容器之發展	洪毓翔	2015	核能研究所
赴日本參加高放地質處置交流年會與參訪地下試驗室(幌延及瑞浪)出國報告	曾億涵; 余允辰; 曾漢湘	2015	核能研究所
吸附劑(AC-GA)之量產製備	胡哲誠; 林國明; 鍾人傑; 徐兆禎	2015	核能研究所
低放射性廢棄物高性能混凝土處置容器粒料處理設備	張清土; 楊孟北	2015	核能研究所
天然類比資訊彙整	簡偉駿	2015	核能研究所
無機聚合物特性及製程應用回顧	江勝偉; 簡光勵; 徐兆禎; 胡哲誠; 林國明; 鍾人傑	2015	核能研究所
國內外低放射性廢棄物容器之種類及形式	吳尚緯	2015	核能研究所
最終處置安全評估之源項分析技術研究	陳智隆	2015	核能研究所
二氧化鈦無機吸附劑製備與研究並應用於除去廢水中之鈷放射性核種	蔡文啟; 鍾人傑; 莊禮璟	2015	核能研究所
銻無機吸附劑之製備	林國明; 江勝偉; 簡光勵; 徐兆禎; 胡哲誠; 廖啟宏; 莊禮璟; 鍾人傑	2015	核能研究所
TRR燃料池吊掛搭乘設備操作手冊	林偉翔; 吳佳穎; 黃君平	2015	核能研究所
多核種活度量測系統操作說明書	林國楨; 劉懋鑫; 林崇智	2015	核能研究所
TRR燃料安定化計畫-安定化程序驗證實驗報告	林俊良; 胥耀華	2015	核能研究所
SketchUp 3D模型互動技術研究	陳俊凱; 劉建佑	2015	核能研究所
TRR燃料池池壁除污與防護作業程序書	林偉翔; 黃君平; 吳佳穎	2015	核能研究所
地震雷利波研究地下水含水層貯水特性	施清芳	2015	核能研究所
參加2015ICEEP國際研討會	簡光勵; 徐兆禎	2015	核能研究所
015B液體場廢液處理及排放運轉作業程序書	張明發	2015	核能研究所
			核能研究

廢活性碳處理技術探討	陳永枝; 李文成	2015	所
用過高效率過濾器壓縮減容處理技術	甘金相; 李文成	2015	核能研究所
處置場配置與安全評估研究	童琮樟	2015	核能研究所
台日食品中放射性核種活度量測比對實驗	邱鎧盛	2015	核能研究所
參加2015年歐洲地球科學聯合會年會之出國報告	李在平	2015	核能研究所
赴大陸中國地震台網中心與中國地質大學水資源與環境學院交流出國報告	施清芳	2015	核能研究所
深地層處置氣體成因影響之初步分析	曾憶涵; 陳建泰	2015	核能研究所
不同自動萃取工作系統精進核種分離方法之性能比較報告	吳欣潔; 蘇德晏	2015	核能研究所
現地多段式連續廢水處理系統操作手冊	簡偉駿	2015	核能研究所
015B低放射性廢液處理場T-3貯槽設計與製作規範	張明發	2015	核能研究所
赴美國鳳凰城參加2015放射性廢棄物管理研討會國外出國報告	莊禮璟	2015	核能研究所
本所最終置核種遷移評估程式發展之回顧	張福麟	2015	核能研究所
國內外固化技術發展現況	簡士傑; 黃君平	2015	核能研究所
顆粒化高選擇性銨無機吸附劑文獻回顧	莊禮璟; 廖啟宏	2015	核能研究所
參加 Global 2015 核燃料循環會議	黃尚峯	2015	核能研究所
低放射性廢棄物混凝土盛裝容器塗裝技術	張清土; 蕭宇翔	2015	核能研究所
美國多部會物質與設備輻射偵檢與評估手冊(MARSAME)	武及蘭; 李繡偉; 林琦峰; 楊崇伍; 王正忠; 李碧芬; 邱鎧盛	2015	核能研究所
核電廠控制室適居性危險化學品管理評估研究	吳欣潔	2015	核能研究所
輻射偵測儀器的性能與校正	葉俊賢; 李振弘; 袁明程	2015	核能研究所
中長期放射性污染場址之整治工法研究	江勝偉; 簡光勵; 徐兆稹; 胡哲誠; 林國明; 鍾人傑	2015	核能研究所
核能研究所T-61槽放射性含氫廢油之固定化程序試驗	謝賢德; 沈錦昌	2015	核能研究所
TRR燃料池池壁刨除規劃報告	林楷翔; 林偉翔; 黃君平	2015	核能研究所
TRR燃料池冷卻水系統管線及桶槽現況調查與清除規劃	鍾東益; 黃君平	2015	核能研究所
番子寮區水質監測與分析研究報告	張中年; 盧佩玲	2015	核能研究所
Ni-63分析方法精進研究	蘇德晏; 郭宇仁; 楊參育	2015	核能研究所

用過核子燃料最終處置計畫核種遷移實驗規劃	施宇鴻; 陳亮丞; 蔡翠玲	2015	核能研究所
TRR燃料池池水處理後廢淨化煤除水及污泥減容技術試車報告	李宜靜; 吳佳穎; 黃君平	2015	核能研究所
放射性廢棄物包裝規範的研發	李學源	2015	核能研究所
輻射視覺化3D繪製技術於核設施除役之研究	黃崇豪; 林英瑋; 陳彥穎	2015	核能研究所
聚對苯二甲酸乙二酯/鋁鋁層狀雙氫氧化物奈米複合材料之合成與性質研究	徐兆祺	2015	核能研究所
試驗區水文地質參數研究	林孟儒; 陳智隆	2015	核能研究所
3D立體顯影技術於虛擬實境之研究	黃崇豪; 郭子晉	2015	核能研究所
移動式超鈾活度系統量測程序書	邱鎧盛; 黃文治	2015	核能研究所
TRR燃料池池水處理廢淨化煤活度調查報告	黃君平; 吳佳穎; 蘇德晏	2015	核能研究所
103年核能事故後取樣、傳送與分析演練期末報告	陳亮丞	2015	核能研究所
辯證模型在放射性廢棄物最終處置安全論證之應用	陳誠一; 吳禮浩	2015	核能研究所
3D模型應用於虛擬實境場景建立之技術研究	劉建佑; 李崙暉	2015	核能研究所
AC-La吸附劑之合成及量產	胡哲誠; 林國明; 鍾人傑	2015	核能研究所
Na-4無機吸附劑製備與研究並應用於除去廢水中之鈷放射性核種	蔡文啟; 鍾人傑; 莊禮璟	2015	核能研究所
除役廢棄物分類包裝貯存技術研究	林英瑋	2015	核能研究所
赴美國橡樹嶺國家實驗室參訪除役核設施	周子鑫	2015	核能研究所
緩衝材料熱水力耦合試驗規劃	楊孟北; 張清土	2015	核能研究所
化工製程模擬軟體之應用	邱垂煥	2015	核能研究所
放射性廢棄物分類包裝審查技術研究	張南昌	2015	核能研究所
開發自主性緩衝材料塊體設計與製造技術	莊怡芳; 楊孟北; 張福麟	2015	核能研究所
廢放射性活性碳處理技術探討	陳永枝; 李文成	2015	核能研究所
基於虛擬實境技術之台灣研究用反應器組件拆解模擬研究	黃崇豪; 劉建佑; 吳尚緯; 李崙暉	2015	核能研究所
參加國際地質工程論壇與岩石力學實驗室參訪出國報告	童琮樟; 張福麟	2015	核能研究所
赴大陸參加環境工程與應用國際研討會暨參訪上海交通大學出國報告	陳亮丞; 黃珏吉	2015	核能研究所
核子燃料池高活度加馬核種量測技術評估	王宗源	2015	核能研究所

K區的地質條件與處置母岩特性	余允辰	2015	核能研究所
用過核子燃料最終處置參考案例之安全評估模式與參數	童琮樟	2015	核能研究所
用過核子燃料最終處置場於抬升與剝蝕情節之核種傳輸研究	童琮樟	2015	核能研究所
TRR燃料池池水淨化處理操作程序書	吳佳穎; 李宜靜	2015	核能研究所
低放射性廢棄物混凝土盛裝容器使用申請	張清土; 陳鈺沛	2015	核能研究所
知識管理系統在放射性廢棄物地質處置之應用	陳誠一; 楊東昌	2015	核能研究所
VRM-1 車輛門框監測系統安裝工程	劉懋鑫; 林國楨; 林崇智	2015	核能研究所
低放射性廢棄物混凝土盛裝容器技術教育訓練報告	陳鈺沛; 張清土	2015	核能研究所
英國中低放射性廢棄物容器之發展	洪毓翔	2015	核能研究所
赴日本參加高放地質處置交流年會與參訪地下試驗室(幌延及瑞浪)出國報告	曾憶涵; 余允辰; 曾漢湘	2015	核能研究所
吸附劑(AC-GA)之量產製備	胡哲誠; 林國明; 鍾人傑; 徐兆稹	2015	核能研究所
低放射性廢棄物高性能混凝土處置容器粒料處理設備	張清土; 楊孟北	2015	核能研究所
天然類比資訊彙整	簡偉駿	2015	核能研究所
無機聚合物特性及製程應用回顧	江勝偉; 簡光勵; 徐兆稹; 胡哲誠; 林國明; 鍾人傑	2015	核能研究所
國內外低放射性廢棄物容器之種類及形式	吳尚緯	2015	核能研究所
最終處置安全評估之源項分析技術研究	陳智隆	2015	核能研究所
二氧化鈦無機吸附劑製備與研究並應用於除去廢水中之鈷放射性核種	蔡文啟; 鍾人傑; 莊禮璟	2015	核能研究所
銻無機吸附劑之製備	林國明; 江勝偉; 簡光勵; 徐兆稹; 胡哲誠; 廖啟宏; 莊禮璟; 鍾人傑	2015	核能研究所
TRR燃料池吊掛搭乘設備操作手冊	林偉翔; 吳佳穎; 黃君平	2015	核能研究所
多核種活度量測系統操作說明書	林國楨; 劉懋鑫; 林崇智	2015	核能研究所
TRR燃料安定化計畫-安定化程序驗證實驗報告	林俊良; 胥耀華	2015	核能研究所
SketchUp 3D模型互動技術研究	陳俊凱; 劉建佑	2015	核能研究所
TRR燃料池池壁除污與防護作業程序書	林偉翔; 黃君平; 吳佳穎	2015	核能研究所
地震雷利波研究地下水含水層貯水特性	施清芳	2015	核能研究所
參加2015ICEEP國際研討會	簡光勵; 徐兆稹	2015	核能研究所

015B液體場廢液處理及排放運轉作業程序書	張明發	2015	核能研究所
廢活性碳處理技術探討	陳永枝; 李文成	2015	核能研究所
用過高效率過濾器壓縮減容處理技術	甘金相; 李文成	2015	核能研究所
處置場配置與安全評估研究	童琮樟	2015	核能研究所
台日食品中放射性核種活度量測比對實驗	邱鎧盛	2015	核能研究所
參加2015年歐洲地球科學聯合會年會之出國報告	李在平	2015	核能研究所
赴大陸中國地震台網中心與中國地質大學水資源與環境學院交流出國報告	施清芳	2015	核能研究所
深地層處置氣體成因影響之初步分析	曾憶涵; 陳建泰	2015	核能研究所
不同自動萃取工作系統精進核種分離方法之性能比較報告	吳欣潔; 蘇德晏	2015	核能研究所
現地多段式連續廢水處理系統操作手冊	簡偉駿	2015	核能研究所
015B低放射性廢液處理場T-3貯槽設計與製作規範	張明發	2015	核能研究所
赴美國鳳凰城參加2015放射性廢棄物管理研討會國外出國報告	莊禮璟	2015	核能研究所
本所最終置核種遷移評估程式發展之回顧	張福麟	2015	核能研究所
國內外固化技術發展現況	簡士傑; 黃君平	2015	核能研究所
顆粒化高選擇性銨無機吸附劑文獻回顧	莊禮璟; 廖啟宏	2015	核能研究所

【技術服務表】

技術服務名稱	服務對象名稱	服務對象類別	服務收入(千元)
放射性廢棄物接收處理服務	各業界	國內廠商	20307
用過核子燃料最終處置計畫潛在母岩特性調查與評估階段-發展初步功能安全評估技術	台電後端處	其他	29900
放射性廢棄物接收處理服務	全國各業界	國內廠商	20307
用過核子燃料最終處置計畫潛在母岩特性調查與評估階段-發展初步功能安全評估技術	台電後端處	其他	29900