

**104 年度政府科技發展計畫  
績效報告  
(D006)**

**「精進放射性物料安全管制技術發展」**

**政府科技發展計畫(4/4)**

**主管機關：行政院原子能委員會**

**執行單位：行政院原子能委員會放射性物料管理局**

**中華民國 105 年 03 月 14 日**

# 目 錄

【104 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】 .....	I
104 年度績效自評意見暨回復說明(D007)	
<b>第一部分(系統填寫)</b>	
壹、 目的、架構與主要內容 .....	1-1
一、 目的與預期成效 .....	1-1
(一) 目的 .....	1-1
(二) 預期成效 .....	1-1
(三) 實際達成與原預期差異說明 .....	1-7
二、 架構(含樹狀圖) .....	1-7
三、 主要內容 .....	1-12
(一) 內容 .....	1-12
(二) 實際執行與原規劃差異說明 .....	1-15
貳、 經費與人力執行情形 .....	1-16
一、 經費執行情形 .....	1-16
(一) 經資門經費表(E005) .....	1-18
(二) 經費實際支用與原規劃差異說明 .....	1-18
二、 計畫人力運用情形 .....	1-19
(一) 計畫人力結構(E004) .....	1-19
(二) 人力實際進用與原規劃差異說明 .....	1-20
參、 已獲得之主要成果與重大突破 (含量化 output)(E003) .....	1-21

## 【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	104-2001-02-05-04				
計畫名稱	「精進放射性物料安全管制技術發展」科技發展綱要計畫(4/4)				
主管機關	行政院原子能委員會				
執行單位	行政院原子能委員會放射性物料管理局				
計畫主持人	姓名	邱賜聰	職稱	局長	
	服務機關	放射性物料管理局			
	電話	02-22322301	電子郵件	stchiou@aec.gov.tw	
計畫類別	部會署延續型一般計畫				
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	101 年 01 月 01 日至 104 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)	
	101	21,240		11.2	
	102	18,690		10.3	
	103	16,078		10.0	
	104	14,346		10.1	
	合計	70,354		41.6	
當年度 經費投入 明細 (請填決算數)	104 年度	人事費	0	土地建築	0
		材料費	0	儀器設備	0
		其他經常支出	14,346	其他資本支出	0
		經常門小計	14,346	資本門小計	0
		經費小計(千元)		14,346	
計畫連絡人	姓名	鄭武昆	職稱	組長	
	服務機關	放射性物料管理局			
	電話	02-22322310	電子郵件	wkcheng@aec.gov.tw	

## 【104 年度績效自評意見暨回復說明(D007)】

計畫名稱：精進放射性物料安全管制技術發展(4/4)

績效自評審查委員：陳渙東、丁 鯤、黃慶村

序號	審查意見	回復說明
<p><b>壹、執行之內容與原計畫目標符合程度(評等：8)</b></p> <p>9-10：超越計畫原訂目標。</p> <p>8：達成計畫原訂目標。</p> <p>7：大致與原計畫目標相符。</p> <p>1-6：未達原訂目標。</p>		
1-1	<p>執行內容與原計畫內容無差異性，惟無法顯出本計畫之亮點與特色。</p>	<p>感謝委員指正。本計畫之目的在建立審查放射性物料安全所需之技術、評估能力及必要的審查團隊，並精進國內管制規範以符合安全要求，同時培養相關人才；未來研發成果將整合並羅列所建立之技術評估能力及建立審查團隊，以呈現計畫的亮點與特色。</p>
1-2	<p>委託計畫占本計畫費用達 85% 以上，但無法顯出委託計畫之重點與特點。</p>	<p>感謝委員指正，將強化成效的論述。</p>
1-3	<p>各工作項目均依原計畫目標及時程完成相關工作，並提出成果報告。唯相關報告對於放射性廢棄物安全管制之應用性，較不明確。</p>	<p>感謝委員意見及指正。本計畫在規劃委請學術單位執行研究時，均以提升管制安全為應用導向，執行時包括提出各專業領域審查時的技術要項，以及對於現行或預擬之審查導則提出增修建議，並已納於個別之研發成果報告中彙整呈現，未來將加強改正。補充說明如下：</p> <p>本計畫逐步建置高放及低放廢棄物專家群組，並亦養成除役審查團隊。另於低放廢棄物研究亦完成場址特性審查及設施設計審查規範</p>

		研究報告，針對核種衰變鏈解析模式 HYDRO GEO CAEM 之解析研究；在用過核子燃料也參照日本之技術研究，進行 304L 不鏽鋼材鹽霧試驗規範探討，及用過核子燃料長期管理技術議題探討，掌握貯存容器檢測及維護技術之關鍵要項；並執行用過核子燃料長期貯存之熱傳行為分析，用過核燃料池安全管制研究等。
1-4	執行內容就條目而言稍超出原規劃目標：本計畫以技術精進為目的，執行結果大致相同。	謝謝委員意見。
1-5	計畫執行內容應以內涵及成果目標為管考重點，建議於績效報告"三(二)實際執行與原規畫差異說明"中，就綱要計畫和實際執行之12項子計畫之內涵與成果目標進行比較與說明。	感謝委員指正。已於績效報告 1-7 頁強化相關說明。
<b>貳、計畫經費及人力運用之妥適度(評等：9)</b> 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	人力共投入 10.1 人力，但執行項目僅占計畫經費 15%以內，大部分委託案之人力未納入，人力無法充分反映計畫之執行。	感謝委員指正。由於委託研究計畫人力不易查核與評估，將再檢討後續計畫作法，與受委託單位檢視討論，以充分反映計畫之執行人力。
2-2	經費充分使用；總人力應用與規劃一致。唯人力配置表差異統計有誤；原規劃年輕人力(副研究員級)被高階人力(研究員級)取代，原因不明。	感謝委員指正。統計錯誤已修訂。人力異動已說明於 1-20 頁。"分項計畫 1 與分項計畫 2 因屬委託研究計畫，依年度計畫實際執行情況調整，人力預估與實際執行會有些

		微變動。本年度受委託單位投入之研究員級資深研究人力較綱要計畫原核定規劃為多，整體計畫人力與計畫經費規模接近。”
2-3	經費預算之執行率99.23%，屬優良。	謝謝委員肯定。
2-4	計畫人力水準優於原規劃(研究員級人力多於原規劃)。	感謝委員指正。分項計畫 1 與分項計畫 2 因屬委託研究計畫，依年度計畫實際執行情況調整，人力預估與實際執行會略有差異。本年度受委託單位投入之研究員級資深研究人力較綱要計畫原核定規劃為多，整體計畫人力與計畫經費規模接近。
<p><b>參、已獲得之主要成果(重大突破)與成果滿意度(評等：9)</b></p> <p>9-10：達成原訂 KPI，且獲得成果績效超越原計畫預期。</p> <p>8：達成原訂 KPI，且獲得成果績效與原計畫預期相符。</p> <p>7：大致達成計畫原訂 KPI 與預期效益。</p> <p>1-6：未達成計畫原訂 KPI 與預期效益。</p>		
3-1	104 年度的有研究報告 10 篇，但轉化成論文僅有 1 篇會議論文，無期刊論文，成效尚有成長之空間。	感謝委員指正。後續計畫將檢討加強期刊論文之成果發表。
3-2	委由 6 個學術單位研究，雖然 KPI 超標，但全年計畫僅有一篇 SCI 論文(全程計畫也僅有兩篇)，挑戰性不足。	感謝委員指正。後續計畫將檢討加強期刊論文之成果發表。
3-3	達成原訂KPI，並略微超出。	謝謝委員肯定。
3-4	因核一廠乾貯設施並未運轉，本研究結果即使落實應用於核一廠乾貯設施試運轉審查，也與"維繫我國總發電量約5%"	感謝委員意見。因核一廠乾貯設施迄未運轉，經檢討後已刪除該項「提高能源利用率」指標，以免誤導。

	並無相關，但對試運轉審查能力之妥備則有助益。	
<b>肆、評估主要成就及成果之價值與貢獻度(評等：9)</b>		
<p>9-10：超越原計畫預期效益。</p> <p>8：與原計畫預期效益相符。</p> <p>7：大致與原計畫預期效益相符。</p> <p>1-6：未達成原計畫預期效益。</p>		
4-1	無重大顯著之成果與特色。	感謝委員指正。後續計畫的規劃與推動時，將遵照審查意見的提醒，突顯計畫的亮點與特色。
4-2	計畫成果報告如期產出，且均於專業領域提出建議。	謝謝委員意見。
4-3	產出技術報告(13篇)與研討會論文(5篇)，學術量化指標超出原計畫預定目標。	謝謝委員意見。
4-4	本計畫的主要價值以建立技術的在地化應用能力，助益實務問題的解決為主要，對人才培養、專業團隊建立、完善安全管制規章等皆有助益，並直接或間接對經濟、社會與環保產生實質的正面助益，價值與貢獻符合計畫目標。	謝謝委員意見。
<b>伍、跨部會協調或與相關計畫之配合程度(評等：10)</b>		
<p>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。</p> <p>9-10：跨部會協調或與相關計畫之配合情形良好。</p> <p>7-8：跨部會協調或與相關計畫之配合情形尚屬良好。</p> <p>1-6：跨部會協調或與相關計畫之配合情形仍待加強。</p>		
5-1	無相關跨部會協調說明，顯無此方面之協調。	感謝委員指正。已補充說明於2-21頁。”本計畫除內部各子項研究間有密集的技術討論外，亦積極參與外部計畫如台電公司所舉辦

		的研討會/座談會，以促進對於彼此進度的瞭解。此外亦透過原子能科技學術合作研究計畫的審議跟科技部進行協調配合。”
5-2	與其他部會相關計畫配合良好。	謝謝委員意見。
5-3	本計畫與國內核能技術相關單位之協調合作良好；在國際技術交流、技術進展資訊蒐集，以及實務問題之同儕審評等皆有著墨，情形良好。	謝謝委員意見。
<b>陸、後續工作構想及重點之妥適度(評等：8)</b>		
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	對未來工作沒有顯著之規劃，此部分涉及國家重大規劃，宜持續強化法規之訂定與規劃。	感謝委員意見。持續之規劃已另案於物管局「放射性廢棄物貯存與處置安全管制技術發展計畫(105-108年)」與原能會「核能技術及核電廠除役之安全強化研究計畫(104-107年)」中分別規劃，並將整合機關研究成果，以利成果之應用。
6-2	後續計畫(104~107)以除役工作為主軸，目前之研發成果應用，有賴計畫執行單位審慎依據建議，擇適合國內政經環境條件者，適化於管制體系。	感謝委員指正。已另案規劃於原能會「核能技術及核電廠除役之安全強化研究計畫(104-107年)」。
6-3	本計畫為四年期計畫之最後一年，對後續之成果應用著墨較多，對後續之研發構想著墨少，建議在後續中期計畫持續之技術研發，補充相關之工作	感謝委員意見。持續之規劃已另案於物管局「放射性廢棄物貯存與處置安全管制技術發展計畫(105-108年)」與原能會「核能技術及核電廠除役之安全強化研究

	構想說明。	計畫(104-107年)」中分別規劃，並將整合機關研究成果，以利成果之應用。
<b>柒、總體績效評量暨綜合意見 (評等：9)</b> (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)		
7-1	工作努力，但近期無亮點特色，長期無特色規劃，但這是國家重要的特點工作，仍有待努力強化。	感謝委員指教。後續計畫的規劃與推動將遵照審查意見的提醒，強化計畫的亮點與特色。
7-2	計畫依原目標完成，績效良好。唯學術成就量化指標不具挑戰性。	感謝委員指正。後續計畫將檢討加強期刊論文之發表及學術成就之呈現。
7-3	計畫工作項目名稱有些混淆。如1-2D之子項計畫名稱為” <u>低放射性廢棄物處置輻射劑量評估安全審查模式之研究</u> ”，工作項目名稱為”近岸環境低放射性廢棄物坑道處置之輻射劑量 <u>安全評估</u> 要項研析”。	感謝委員指正。將檢討改進，避免計畫的名稱混淆。
7-4	研究成果之建議事項，宜依國內相關環境條件最適化於放射性廢棄物安全管制。	感謝委員意見。放射性廢棄物安全管制之研發成果以落實本土應用為主，將依國內相關環境條件進行最適化的研究及努力。
7-5	本計畫係配合對放廢管理實務安全管制之需要所進行之技術研發，研發項目切合實務需要：資源之投入合理，產出之成果符合預期，對安全管制有良好助益。	感謝委員支持。
7-6	本計畫對解決國內放廢相關實務所需之技術建立、人才培育、團隊養成、國際之學術活動參與、國際技術資訊交流與	感謝委員支持。

	<p>同儕審評等，皆扮演重要的引導作用，計畫之價值與貢獻無可置疑。</p>	
<p>7-7</p>	<p>本計畫之計畫書與相關報告之內容，出現甚多詞意不清甚至用詞錯誤之情況，應加以改善，以免影響成果品質。</p>	<p>感謝委員指正。將再加強績效報告內容的檢視，確保品質。</p>

## 第一部分(系統填寫)

# 壹、目的、架構與主要內容

(填寫說明：計畫目的、架構、內容之呈現方式應與原綱要計畫書一致，如實際執行與原規劃有差異或變更，應予說明)

## 一、目的與預期成效

### (一)目的與預期成效

本計畫研究工作目標在於因應管制機關行政院原子能委員會放射性物料管理局(以下簡稱物管局)之管制技術需求:建立與提升低放射性廢棄物處置、核能電廠除役與用過核子燃料處置的相關管制技術，以便於釐清與解決所面臨的技術問題，進而達成維護公眾安全與環境品質之目的。

因應政府 100 年 11 月 3 日宣示，在確保不限電、維持合理電價、達成國際減碳承諾等三大原則上，「確保核安、穩健減核，打造綠能低碳環境、逐步邁向非核家園」的能源發展願景，以穩健態度，逐步降低對核能發電的依賴。因此，對於核子反應器設施的除役，以及低放射性廢棄物與用過核子燃料的貯存與處置技術議題，均成為我國當前的重要課題。除了台電公司積極推動相關計畫外，物管局亦積極規劃管制作業準備事項，預先建立管制技術。並考量政府組織改造之影響，擬將「放射性物料管理法」改為「放射性物料管制法」，相關的各項管制技術規範亦須進行配套性研議調整，以落實放射性物料安全管制。

物管局在 103 年針對數項具有急迫性與重要性的管制技術議題，擬定 104 年度「精進放射性物料安全管制技術發展」綱要計畫書，於 104 年度內委託專業學術與研究機構執行具體的研究內容。相關技術議題/技術領域的計畫目的與預期成效彙整如表 1。

表 1：104 年度「精進放射性物料安全管制技術發展」計畫目的與預期成效

技術領域	技術議題	計畫目的	預期效益
低放	坑道處置	<p>經濟部依「低放射性廢棄物最終處置設施場址設置條例」(簡稱選址條例)規定，已於 101 年 7 月 3 日核定公告「金門縣烏坵鄉」及「台東縣達仁鄉」為建議候選場址。其中，烏坵鄉場址之處置設施設計概念為海床下坑道處置，處置設施於封閉後，地下水流向將可能受海水影響而與內陸場址有所不同；達仁鄉場址之處置設施設計亦可能採取坑道處置概念。因此對於坑道處置相關的議題如長期穩定性與坑道配置對核種遷移的安全影響因素，成為重要的管制議題，需進行研究加以釐清。</p>	<p>相關計畫成果預期可以釐清處置坑道結構長期穩定需求及監測方法，包含處置坑道運轉期間襯砌異狀關鍵肇因判斷與因應的檢監測作為、處置坑道封閉前狀態評估與檢測項目、處置坑道封閉後之監測項目等。此外對於處置坑道設計概念差異之研究，預期將可釐清坑道配置於海平面以上、近岸海平面以下、離島海平面以下等三種可能情況的處置設施設計概念影響，提升安全評估之信心。相關結果並可回饋於低放處置審查導則草案之章節與條文內容修訂，提升安全審查之品質。</p>
	審查技術	<p>目前我國正在積極進行低放射性廢棄物處置場選址作業，為使最終處置場選址工作能順利進行，站在管制單位的角度，首要工作為建立合宜的審查技術規範，以針對處置之安全性進行把關。物管局於 2012 年訂定「低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告審查導則(第 0 版)」(以下簡稱審查導則第 0 版)，目的即在於提供低放射性廢棄物最終處置安全</p>	<p>計畫推動之重點方向包括：(1)整合處置設施設計以提升處置設施安全功能需求；(2)強化坑道式處置概念之審查需求；(3)研析近岸及離島處置之審查技術；(4)跨領域審查技術整合，同時亦將考慮由近場到遠場的評估界面銜接；(5)建立符合國內處置潛在場址特性之處置技術。基此，本年度工作成果預期能彙整場址特性、處置設施、輻射劑量與安全評估</p>

		<p>管制之規範，同時提供做為審查時之審查標準，以確保設施設計、安全評估及施工營運之安全性。然而，審查導則第0版建立主要乃參考美國管制標準，同時，安全分析報告涵蓋了場址特徵化、工程規設與施工以及安全評估等，而後兩者通常為場址相關，因此，安全分析報告通常具有地域性，因此，有必要逐漸落實建立本土化之低放處置技術與審查規範。</p>	<p>之審查技術精進。同時，強化審查導則中關於潛在場址特性描述要求之本土化，以及審視場址特徵化是否滿足工程設計與安全評估所需，並針對處置坑道結構長期穩定需求及監測方法，提出審查技術精進之要項。</p>
<p>高放</p>	<p>貯存</p>	<p>(1)國際(日本)經驗引進:藉由探討2011年福島事件後日本用過核子燃料與乾貯設施緊急評估與處置作業，掌握日本用過核子燃料乾貯設施研發現況，以及用過核子燃料長期性能評估方法。本研究主要藉由技術文件研究日本乾貯設施設計審查作業，對國內乾貯設施之設計審查與管理提出建議，藉以提昇相關安全管制作業之技術與能力。</p> <p>(2)貯存長期管理技術議題研討:針對美國核管會(NRC)及經濟合作暨發展組織核能署(OECD/NEA)相關成員國於用過燃料延續/長期貯存技術、環境影</p>	<p>(1)藉由日本經驗釐清用過核子燃料乾式貯存設施耐震設計與安全規範要求;累積用過核子燃料乾式貯存設施設計審查與管理所需知識;提供台電公司撰擬「用過核子燃料乾式貯存設施維護與監測計畫」之參考、強化乾貯設施安全管制作業;有助於國內相關主管機關先期掌握國際間對於乾式貯存設施設計審查與評估的研究發展趨勢，提升安全管理技術與能力。</p> <p>(2)國際資訊可提供我國管制單位未來制定相關法令之依據及經驗參考，提高我國本土化之用過燃料延續/長期貯存策略及管制措施完善性。藉此瞭解美國及相關</p>

		<p>響因素及監管措施的發展進行資訊調查與評估，離清各國用過燃料延續/長期貯存關鍵技術、重要環境影響因子分析、及管制與審驗方法。核子燃料的衰變熱（decay heat）和輻射隨燃耗值提升，直接影響高燃耗用過核子燃料對乾式貯存護箱的溫度和屏蔽能力。目前全球高燃耗燃料的使用經驗有限，每個核能電廠所用的燃料、爐心設計及安全要求都不同，用過核燃料護套氫含量、表面氧化膜厚度、及機械特性皆會因使用條件而有所差異，將直接影響後續燃料長期貯存的可靠度。因此必須探討高燃耗用過核子燃料的使用情形，以確保乾式貯存的安全。目前國際上在不銹鋼密封鋼筒表面缺陷劣化抑制、維修方法、非破壞檢查及系統老化監測技術，或安全隔離及更新方式等相關技術進行了解及分析，雖然用過核燃料乾式貯存系統在使用期間並無劣化可能，但從管制單位全方位考量角度出發，仍須了解研發中相關領域技術之可行性及適用性。</p>	<p>OECD/NEA 成員國目前針對用過核子燃料延續與長期貯存於技術面、環境面與政策面之關鍵發展資訊，可作為我國未來用過核子燃料在中長程策略訂定與發展之重要資訊參考來源。另外透過資訊的收集，瞭解目前國外技術的發展與方向，以提供國內相關領域產官學界作為未來本土化用過核子燃料中長程貯存關鍵技術的發展。高燃耗用過核子燃料乾式貯存燃料特性之分析研究，掌握高燃耗燃料的燃料和使用特性，建立國內高燃耗用過燃料貯存安全的基礎。同樣經由現有與開發中密封金屬筒外壁檢測及線上監測技術調查，可以提供未來非破壞自動化檢查及智慧型環境監測技術研究方向。此外亦可瞭解主要國家於用過核子燃料中長期程貯存、高燃耗燃料乾式貯存特性、與貯存容器檢測等關鍵技術議題之趨勢，能充分瞭解我國未來在用過核燃料長期管理技術議題與審驗技術等發展之需求。</p>
--	--	--	---

	<p>(3)核二廠乾貯熱傳議題研究：核二乾貯系統，係以乾式貯存護箱之最大設計熱負載，進行保守條件進行熱流評估，以求得較為保守之系統元件溫度以及容許處置時間。但實際裝載作業時，除了可能裝載較低熱負載之配置來進行燃料束的裝填與貯存外，長期貯存下之衰變熱的逐步減低亦將使系統熱流特性發生改變。考量長期貯存期間之護箱劣化，以及未來用過核子燃料仍須要傳送到處置場進行最終處置之雙重前提下，管制單位確有必要有對設計壽命期間的系統熱流特性進一步地掌握與確認。</p>	<p>(3)針對核二乾貯各種不同長貯存狀態之可能熱流狀況進行流體力學分析，預期可精進管制單位對長期貯存之管制能力，並達成乾貯設施密封鋼筒設計壽命期間元件溫度分布模擬、密封鋼筒設計壽命期間熱流特性與應力腐蝕關係、建立設計壽命期間各元件溫度趨勢預估工具、空氣流道之流場研析與鹽類附著之可能位置等重要議題之釐清。</p>
除役	<p>除役階段用過核子燃料池安全議題：針對除役階段用過核子燃料安全貯存與意外事故的管制重點。包括核電廠從例行運轉階段移轉至除役階段時，用過核子燃料如何安全貯存與管制，有哪些可能發生的意外事件。此外，亦特別針對除役階段前期用過核子燃料仍貯存於燃料池時的安全問題進行研討，釐清風險評估、後果評估、敏感性研究以及除役管制需求等技術性議題。</p>	<p>參考國際原子能總署規範與美國核管會對於除役電廠的管制經驗，釐清相關的管制議題與具體作法。研究成果可回饋於我國核子反應器設施除役計畫導則以及核子反應器設施除役計畫審查導則之條文內容修訂；安全分析技術研究成果亦可為核子反應器除役階段應變方案與作為之參考。</p>
處置	<p>(1)國際(瑞典)經驗與規範</p>	<p>(1)我國擬發展國內高放處</p>

		<p>引進：深層地質處置為國際間核能先進國家對放射性廢棄物最終管理普遍接受之方式，其設計理念為選取足夠體積且完整的岩體，於適當之深度鑽鑿坑道，將用過核子燃料或高放射性廢棄物，利用廢棄物廢料罐、緩衝材料、回填材料及周圍岩層等組成多重障壁系統，以阻絕、延遲放射性廢棄物外釋，達到將放射性廢棄物長期隔離生物圈之目的。在各核能先進國家的處置概念中，以瑞典的KBS-3 概念發展較早且成熟，且該國之用過核燃料特性與規模亦較近似我國，加上其研發過程之相關技術文獻亦較為完整詳盡，因此國內深層處置場設計概念係以瑞典 KBS-3 處置概念為參考對象。</p> <p>(2)我國技術規範研議：本研究工作目的在於建立我國高放射性廢棄物處置安全分析技術規範草案。隨著高放射性廢棄物處置的安全問題日益受到重視，相關法規的完善亦漸顯急迫。本研究將參考國際經驗，並考量國情實況，研擬高放射性廢棄物處置及其設施安全分析技術規範</p>	<p>置計畫，瑞典經驗確實可提供極佳借鏡，一方面參考其長期研究發展的精要，縮短我國學習的歷程，另一方面可利用 SR-Site 計畫的成果，規劃我國推動最終處置計畫的關鍵研發工作。此外，在最終處置計畫可行性評估審查作業方面，針對台電公司將於2017年提出的「我國用過核子燃料最終處置技術可行性評估報告」，亦可參酌瑞典經驗，掌握最終處置安全審查工作要項，提升相關審查技術能力。</p> <p>(2)根據國際經驗與國內實況，研擬我國高放射性廢棄物處置及其設施安全分析所需的技術規範草案。並與相關機關人員進行意見交換，根據回饋意見修訂草案內容，使成果切合管制作業實務需求。研究完成之技術規範將可作為物管局後續訂定高放相關法規之科學技術基準，</p>
--	--	--	--

		<p>草案。技術規範應考量適用的範疇、在法規體系的角色、技術規範的架構、內容應具備的重要項目等。其中應特別注意我國現行之「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」與「低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則」等相關法規，以維繫法規體系的一致性與平衡性。</p>	<p>並提供做為專家學者進行討論與公眾溝通之基礎。最終目標在於建立處置設施經營者進行安全分析時，可依循之審查導則。</p>
--	--	---	---

## (二)實際達成與原預期差異說明

因應我國核能電廠後端營運管制之技術發展需求，原能會於 104 年度另案申請「核能技術及核電廠除役之安全強化研究計畫」政府科技計畫(104 年-107 年)。本計畫亦因而配合調整部份計畫內容，減少原訂規劃核能電廠除役方面有關核子反應器設施拆除方式與技術能力安全評估，以及除役廢棄物分類包裝貯存審查技術等方面的研究；而調整增加用過核子燃料長期管理技術議題之研析，以及瑞典用過核子燃料最終處置安全評估技術研析等方面的研究。計畫調整後之整體目標與效益實際達成情形，仍與原訂規劃大致相符。亦即 12 個子項計畫中 2-1B 與 2-3A 為本年度新增子項計畫，而研究計畫 2-2 中刪除二個子項計畫改列於原能會科技計畫「核能技術及核電廠除役之安全強化研究計畫(104-107 年)」中辦理。其餘各子項計畫其計畫目標與執行成果與原訂綱要計畫大致相符。

## 二、架構

本計畫 104 年度依據「精進放射性物料安全管理技術發展」科技發展綱要計畫書，計畫架構包括「低放射性廢棄物安全管理技術發展」與「用過核子燃料及放射性物料安全管理技術發展」2 個分項計畫。根據綱要計畫

規劃的研究主題與範疇，104 年度與參與投標的專業學術與研究機構協議結果，最終議定 12 個子項計畫。104 年度計畫架構如圖 1 所示；子項計畫名稱與委託研究單位參見表 2；各子項計畫之間的技術關聯性如圖 2 之示意。除物管局為行政機關負責整體分支計畫管理與接受研發技術移轉外，接受委託的子項計畫執行單位包含中央大學、核能研究所、高雄大學、工業技術研究院、核能與新能源教育研究協進會。其中部分計畫以整合型研究團隊方式進行編組，其計畫成員包括淡江大學、國防大學、中興工程顧問社、台灣大學、中正大學、核能科技協進會等不同技術領域的專家與學者。計畫架構與計畫經費分配，則如表 3 所示。



圖 1：104 年度「精進放射性物料安全管理技術發展」計畫架構圖

表 2：104 年度子項計畫名稱與委託研究單位表

序號	子項計畫代號	子項計畫名稱	子項計畫研究單位
1	1-1A	處置坑道結構長期穩定需求及監測方法之研究	中央大學
2	1-1B	低放射性廢棄物最終處置建議候選場址設施設計概念差異案例之研究	核研所
3	1-2A	低放射性廢棄物處置場址特性審查規範精進之研究	中央大學
4	1-2B	低放射性廢棄物處置設施設計審查規範精進之研究	中央大學
5	1-2C	低放射性廢棄物處置設施安全評估審查規範精進之研究	中央大學
6	1-2D	低放射性廢棄物處置輻射劑量評估安全審查模式之研究	中央大學
7	2-1A	日本用過核子燃料乾式貯存安全技術發展研析	高雄大學
8	2-1B	用過核子燃料長期管理技術議題之研析	工研院
9	2-1C	核二廠乾式貯存設施設計壽命期間熱傳行為分析	核能與新 能源教育 研究協進 會
10	2-2A	除役階段用過核子燃料池安全管制技術研究	核研所
11	2-3A	瑞典用過核子燃料最終處置安全評估技術研析	中央大學
12	2-3B	高放射性廢棄物最終處置及其設施安全分析技術規範之研究	核研所

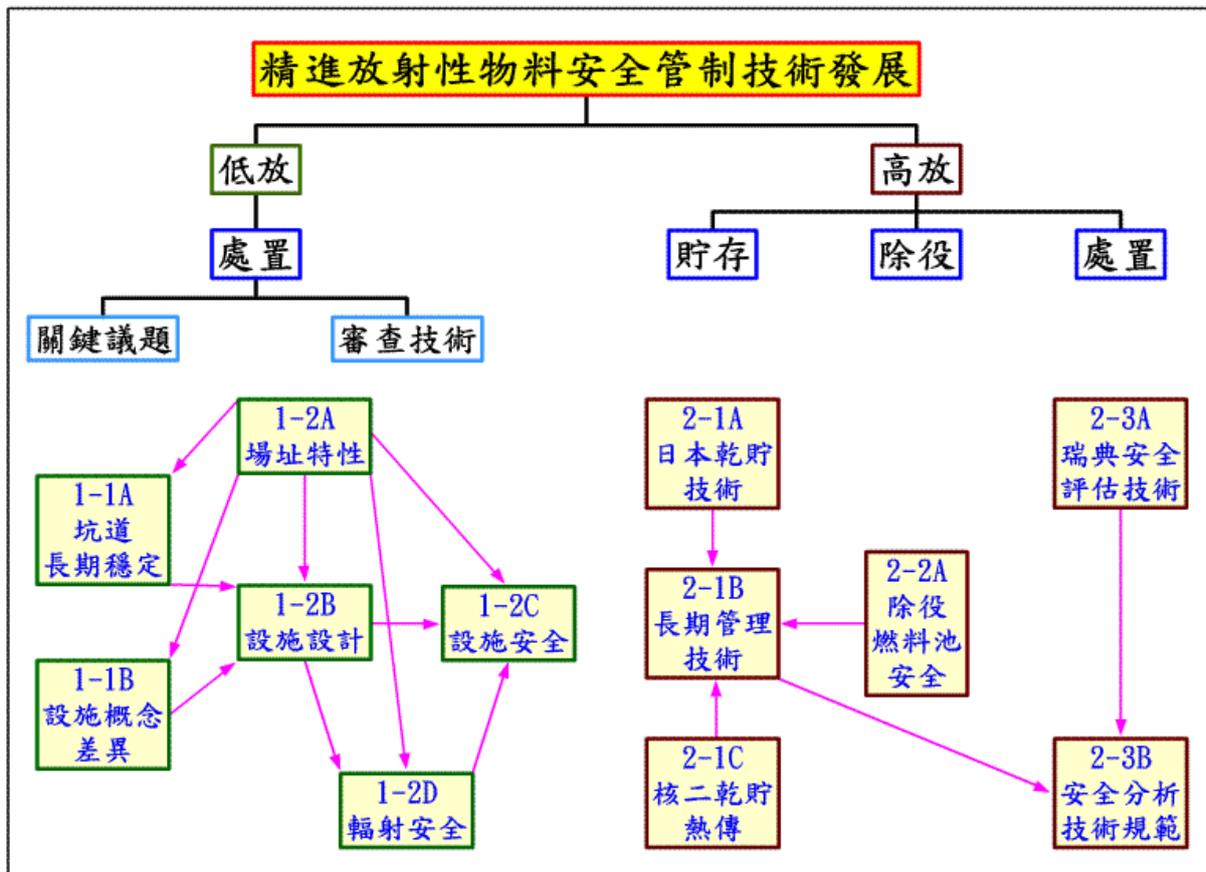


圖 2：104 年度「精進放射性物料安全管理技術發展」技術關聯圖

表 3：計畫架構與經費表

細部計畫		子項計畫		主持人	執行機關	說明
名稱	預算數(千元)	名稱	決算數(千元)			
精進放射性物料安全管理技術發展(4/4)	14,346	精進放射性物料安全管理技術發展(4/4)	14,235	邱賜聰	物管局	
		主辦機關業務計畫	546.5	鄭武昆	物管局	
		委託中央大學低放處置研究計畫(含子項計畫1-1A、1-2A、B、C、D)	4,600	董家鈞	中央大學	

		委託核研所研究計畫(含子項計畫 1-1B、2-2A、2-3B)	3,600	吳禮浩	核研所	
		委託高雄大學研究計畫(含子項計畫 2-1A)	486	張惠雲	高雄大學	
		委託工研院研究計畫(含子項計畫 2-1B)	2,362.5	馮克林	工研院	
		委託核能與新能源教育研究協進會研究計畫(含子項計畫 2-1C)	680	施純寬	核能與新能源教育研究協進會	
		委託中央大學高放處置研究計畫(含子項計畫 2-3A)	1,960	黃偉慶	中央大學	

### 三、主要內容

#### (一)內容

本計畫 104 年度的計畫架構如前節所述，共分為 2 個分項計畫，下轄共 12 個子項計畫，各子項計畫主要執行內容摘要說明如表 4。

表 4：104 年度子項計畫主要研究內容

序號	子項計畫代號	104年度主要研究內容
1	1-1A	<b>處置坑道結構長期穩定需求及監測方法之研究</b> (1)處置坑道運轉期間襯砌異狀關鍵肇因判斷與因應的檢監測作為研析 (2)處置坑道封閉前狀態評估與檢測項目研析 (3)處置坑道封閉後之監測項目研析 (4)相關成果回饋於「低放射性廢棄物處置設施安全分析報告審查導則(第0版)」與處置坑道相關章節之精進建議
2	1-1B	<b>低放射性廢棄物最終處置建議候選場址設施設計概念差異案例之研究</b> (1)處置設施設計概念差異案例背景研析 (2)處置設施設計概念差異案例計算與分析 (3)相關成果回饋於「低放射性廢棄物處置設施安全分析報告審查導則(第0版)」與處置坑道相關章節之精進建議
3	1-2A	<b>低放射性廢棄物處置場址特性審查規範精進之研究</b> (1)以潛在候選場址做為審查測試案例，檢討場址特性描述相關章節(審查導則)修正之妥適性 (2)強化近岸及離島處置之場址特性審查技術 (3)因應「低放射性廢棄物處置設施安全分析報告審查導則(第0版)」修訂，提出「低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則」修訂建議 (4)召開審查會議，訂定第四章處置設施之設計以及第七章處置設施之安全評估之定稿，以及坑道長期穩定監測相關成果納入審查導則
4	1-2B	<b>低放射性廢棄物處置設施設計審查規範精進之研究</b> (1)低放射性廢棄物坑道處置工程障壁劣化模擬方法與關鍵

		<p>議題研析</p> <p>(2)整合建築設計、土木設計、輻射安全設計提升處置設施之安全功能</p> <p>(3)營運階段輔助設施與公用設施之安全功能需求</p> <p>(4)相關成果回饋於「低放射性廢棄物處置設施安全分析報告審查導則(第0版)」之處置設施設計章節精進建議</p>
5	1-2C	<p>低放射性廢棄物處置設施安全評估審查規範精進之研究</p> <p>(1)低放射性廢棄物坑道處置之近場功能評估關鍵議題研析</p> <p>(2)近岸環境低放射性廢棄物坑道處置之遠場安全分析要項研析</p> <p>(3)離島環境低放射性廢棄物坑道處置之遠場安全分析要項研</p> <p>(4)低放射性廢棄物坑道處置近場與遠場整合安全分析研擬</p> <p>(5)相關成果回饋於「低放射性廢棄物處置設施安全分析報告審查導則(第0版)」之安全評估章節精進建議</p>
6	1-2D	<p>低放射性廢棄物處置輻射劑量評估安全審查模式之研究</p> <p>(1)近岸環境低放射性廢棄物坑道處置之輻射劑量安全評估要項研析</p> <p>(2)離島環境低放射性廢棄物坑道處置之輻射劑量安全評估要項研析</p> <p>(3)營運階段輻射劑量安全評估審查要項研析</p> <p>(4)研擬適用於國內潛在處置場址特性與可能處置方式之全系統安全評估架構</p> <p>(5)相關成果回饋於「低放射性廢棄物處置設施安全分析報告審查導則(第0版)」安全評估章節之精進建議</p>
7	2-1A	<p>日本用過核子燃料乾式貯存安全技術發展研析</p> <p>(1)蒐集及研析日本用過核子燃料乾式貯存設施及技術發展現況</p> <p>(2)蒐集及研析日本用過核子燃料乾式貯存設施設計審查要點</p> <p>(3)蒐集及研析日本福島第一核電廠用過核子燃料乾式貯存設施安全評估作業</p> <p>(4)蒐集及研析日本福島第一核電廠用過核子燃料乾式暫貯設施之安全設計</p>
8	2-1B	<p>用過核子燃料長期管理技術議題之研析</p> <p>(1)用過核子燃料延續貯存之技術議題審驗研析</p> <p>(A)用過核子燃料乾式延續貯存關鍵技術評估</p> <p>(B)用過核子燃料延續貯存環境影響因子調查</p>

		<p>(C)用過核子燃料延續貯存監管措施發展資訊調查</p> <p>(2)高燃耗燃料乾式貯存特性研析</p> <p>(A)高燃耗燃料檢測及貯存情況資料收集分析</p> <p>(B)高/低燃耗燃料構造、性質與檢測方式比較分析</p> <p>(C)高燃耗燃料技術、監測及檢驗發展方向之研究</p> <p>(3)用過核燃料貯存容器檢測及維護技術之審查研析</p> <p>(A)密封鋼筒缺陷非破壞檢查、劣化線上監測、及環境因子測量研究國際現況調查</p> <p>(B)密封鋼筒劣化現象減緩及表面缺陷修護技術應用研究調查</p> <p>(C)密封鋼筒內容物外漏隔離、更新、及再密封方法調查分析</p> <p>(D)密封鋼筒檢查、修護、及更換技術管制審驗技術調查</p>
9	2-1C	<p><b>核二廠乾式貯存設施設計壽命期間熱傳行為分析</b></p> <p>(1)核二廠乾式貯存設施密封鋼筒設計壽命期間元件溫度分布模擬研析</p> <p>(2)核二廠乾式貯存設施密封鋼筒設計壽命期間熱流特性與應力腐蝕關係研析</p> <p>(3)乾貯系統設計壽命期間各元件溫度趨勢預估工具之建立</p> <p>(4)乾貯系統空氣流道之流場研析與鹽類附著之可能位置分析</p>
10	2-2A	<p><b>除役階段用過核子燃料池安全管制技術研究</b></p> <p>(1)除役階段用過核子燃料安全貯存與意外事故之研析</p> <p>(2)除役階段用過核子燃料池安全分析技術研究</p> <p>(3)研究成果回饋於核子反應器設施除役計畫導則以及核子反應器設施除役計畫審查導則之條文內容修訂</p>
11	2-3A	<p><b>瑞典用過核子燃料最終處置安全評估技術研析</b></p> <p>(1)瑞典用過核子燃料處置場場址特性之初步研析</p> <p>(2)瑞典用過核子燃料處置設施設計之初步研析</p> <p>(3)瑞典用過核子燃料處置安全評估之初步研析</p> <p>(4)瑞典用過核子燃料處置輻射安全方面與相關法規(含用過燃料、人類入侵、生物圈、天然類比等)之初步研析</p> <p>(5)提供我國用過核子燃料最終處置計畫審查所需技術要項，以及未來需發展關鍵技術之建議</p>
12	2-3B	<p><b>高放射性廢棄物最終處置及其設施安全分析技術規範之研究</b></p> <p>(1)高放射性廢棄物處置安全分析技術規範內容要項分析</p> <p>(2)高放射性廢棄物處置及其設施安全分析技術規範草案研議</p>

## (二)實際執行與原規劃差異說明

委託研究計畫內容均依計畫合約執行，實際執行成果與原訂規劃相符。

## 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)

1. 線上填寫經資門經費時，須依細部計畫、子項計畫逐項填寫預算數與初編決算數，本表則由細部計畫、子項計畫經費加總產生。
2. 初編決算數：因績效報告書繳交時，審計機關尚未審定 104 年度決算，故請填列機關編造決算數。
3. 實支數：係指工作實際已執行且實際支付之款項，不包含暫付數。
4. 保留數：係指因發生權責關係經核准保留於以後年度繼續支付之經費。
5. 105 年度預算數：如績效報告書繳交時，立法院已審定 105 年度法定預算，則本欄位資料為法定預算數，其金額應與「105 年度綱要計畫申請書(法定版)」一致，如立法院尚未審定 105 年度法定預算，則本欄位資料為預算案數，其金額應與「105 年度綱要計畫申請書(行政院核定版)」一致。
6. 106 年度申請數：本欄位資料係自動產生，資料來源為 106 年度綱要計畫申請書(機關送審版)。

經資門經費執行情形說明如表 5。

表 5：經資門經費表

單位：千元；%

	104 年度				執行率 (d/a)	105 年度 預算數	106 年度 申請數	備註
	預算數 (a)	初編決算數						
		實支數 (b)	保留數 (c)	合計 (d=b+c)				
總計	14,346	14,235			99.23	—	—	
一、經常門小計						—	—	
(1)人事費						—	—	
(2)材料費						—	—	
(3)其他經常支出	14,346	14,235			99.23	—	—	
二、資本門小計						—	—	
(1)土地建築						—	—	
(2)儀器設備						—	—	
(3)其他資本支出						—	—	

## (二)經費支用說明

(填寫說明：請簡扼說明各項經費支用用途，例如有高額其他經費支出，宜說明其用途；或就資本門說明所採購項目及目的等。)

物管局為行政機關，對於放射性物料安全管制所需的技術採委託研究方式為主，故經費支用以經常門委託研究費用為主。104 年度並未編列資本門費用。

## (三)經費實際支用與原規劃差異說明

(填寫說明：如有執行率偏低、保留數偏高、經資門流用比例偏高等情形，均請說明。)

104 年度計畫經常門支出分配數為 14,346 千元，實際結報數為 14,235 千元，執行率達 99.23%，無編列資本門，總執行率達 99.23%。

## 二、計畫人力運用情形

### (一)計畫人力結構 (E004)

(填寫說明：線上填寫計畫人力結構時，須依細部計畫、子項計畫逐項填寫原訂人力、實際人力，差異值則由系統自動計算產生。)

計畫人力配置依既定格式說明如表 6。

表6：計畫人力配置表

計畫名稱	執行情形	104 年度						總人力 (人年)	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			
分支計畫:精進 放射性物料安全 管制技術發展(4/4)	原訂	0.7	4.3	3.5	0.4	1.2		10.1	—	—
	實際	4.1	2.5	2.2	0.3	1.2		10.3	—	—
	差異	+3.4	-1.8	-1.3	-0.1	0		+0.2	—	—
物管局作業計 畫(計畫管理與 技術移轉)	原訂	0.5	0.5	0.8	0.3	0		2.1	—	—
	實際	0.5	0.5	0.8	0.3	0		2.1	—	—
	差異	0	0	0	0	0		0	—	—
分項 1:低放射 性廢棄物安全 管制技術發展	原訂	0.1	1.8	1.2	0.1	0.3		3.5	—	—
	實際	1.7	0.8	0.6	0	0.3		3.4	—	—
	差異	+1.6	-1.0	-0.6	-0.1	0		-0.1	—	—
分項 2:用過核 子燃料及放射 性物料安全管 制技術發展	原訂	0.1	2.0	1.5	0	0.9		4.5	—	—
	實際	1.9	1.2	0.8	0	0.9		4.6	—	—
	差異	+1.8	-0.8	-0.7	0	0		+0.1	—	—

● 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

本計畫之分項計畫1與分項計畫2屬委託研究計畫，依年度計畫委託之實際執行情況調整，人力預估與實際執行會有些微變動。本年度受委託單位投入之研究員級資深研究人力較綱要計畫原核定規劃為多，整體計畫人力與計畫經費規模接近。

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

填寫說明：

1. 績效指標之「原訂目標值」應與原綱要計畫書一致，惟因 104 年度績效指標項目修正，部分績效項目整併或分列，機關得依績效項目之調整配合修正原訂指標項目與原訂目標值，惟整體而言，不得調降原訂目標值。
2. 項目 A.論文、G.智慧財產、H.技術報告及檢驗方法、J1.技轉與智財授權、S1.技術服務、L.促成投資等 6 項指標，因統計需要請務必填寫，無則填「0」即可。
3. 得因計畫實際執行增列指標項目以呈現計畫成果。

本計畫 104 年度主要成果與重大突破說明如表 7。

表 7：已獲得之主要成果與重大突破(含量化output) (E003) 表

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)	1	1	—	—	發表期刊與會議論文共 8 篇。藉由公開的技術交流，確認研究結果之公信力。	
			國外(篇)		0	—	—		
		研討會論文	國內(篇)		4	—	—		
			國外(篇)		3	—	—		
		專書論文	國內(篇)		0	—	—		
			國外(篇)		0	—	—		
	B.合作團隊 (計畫)養成	機構內跨領域合作團隊(計畫)數		0	0	—	—	藉由兩個分項計畫之整合，養成乾貯、熱傳分析、處置、輻射等	
		跨機構合作團隊(計畫)數		2	4	—	—		

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)		跨國合作團隊(計畫)數	0	0	—	—	4 個安全管理專業審查團隊，可做為管制機關之專家顧問，提供政策諮詢及後續研究服務。	
		簽訂合作協議數	0	0	—	—		
		形成研究中心數	0	0	—	—		
		形成實驗室數	0	0	—	—		
	C. 培育及延攬人才	博士培育/訓人數	0	2	—	—	培育博碩士班研究生 9 人，使特殊專業技術得以傳承。	
		碩士培育/訓人數	2	7	—	—		
		學士培育/訓人數	0	0	—	—		
		學程或課程培訓人數	0	0	—	—		
		延攬科研人才數	0	0	—	—		
		國際學生/學者交換人數	0	0	—	—		
		培育/訓後取得證照人數	0	0	—	—		
	D1. 研究報告	研究報告篇數	10	12	—	—	彙整研究成果與心得發現，傳承專業技術，並作為放射性廢棄物管制之科學參考依據。	
	D2. 臨床試驗	新藥臨床試驗件數	0	0	—	—		
		醫療器材臨床試驗件數	0	0	—	—		
E. 辦理學術活動	<u>國內</u> 學術會議、研討會、論壇次數	0	1	—	—	辦理除役研討會並印發論文集，促進國內產官學研界之交流合作。		
	<u>國際</u> 學術會議、研討會、論壇次數	0	0	—	—			
	<u>雙邊</u> 學術會議、研討會、論壇次數	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				
		出版論文集數量		0	1	—	—		
	F.形成課程/教材/手冊/軟體	形成課程件數		0	0	—	—		
		製作教材件數		0	0	—	—		
		製作手冊件數		0	0	—	—		
		自由軟體授權釋出教材件數		0	0	—	—		
	其他			0	0	—	—		
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)	0	0	—	—	
				新型/新式樣(件)		0	—	—	
				商標(件)		0	—	—	
				品種(件)		0	—	—	
			國外	發明專利(件)	0	0	—	—	
				新型/新式樣(件)		0	—	—	
				商標(件)		0	—	—	
				品種(件)		0	—	—	
		已獲准	國內	發明專利(件)	0	0	—	—	
				新型/新式樣(件)		0	—	—	
				商標(件)		0	—	—	
				品種(件)		0	—	—	
國外	發明專利(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				
			新型/新式樣(件)		0	—	—		
			商標(件)		0	—	—		
			品種(件)		0	—	—		
		著作/出版品	國內(件)	0	0	—	—		
			國外(件)	0	0	—	—		
		與其他機構或廠商合作智財件數		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		0	0	—	—		
		新檢驗方法數		0	0	—	—		
	I1.辦理技術活動	辦理技術研討會場次		0	6	—	—	辦理委託研究計畫查訪技術研討會。促進各合作單位之技術交流。另外辦理視察員訓練講座 28 場 40 小時。	
		辦理技術說明會或推廣活動場次		0	0	—	—		
		辦理競賽活動場次		0	0	—	—		
	I2.參與技術活動	發表於國內外技術活動(包含技術研討會、技術說明會、競賽活動等)場次		0	0	—	—		
	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	—	—		
			金額(千元)	0	0	—	—		
技轉(含先期技術)國外		件數	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								
		外廠商或機構	金額(千元)	0	0	—	—						
			專利授權國內廠商或機構	件數	0	0	—			—			
		金額(千元)		0	0	—	—						
		專利授權國外廠商或機構	件數	0	0	—	—						
			金額(千元)	0	0	—	—						
		自由軟體授權件數		0	0	—	—						
		其他(不含專利)授權	件數	0	0	—	—						
			金額(千元)	0	0	—	—						
		技術創新 (科技技術創新)	J2.技術輸入	引進技術件數		0	0			—	—		
				引進技術經費(千元)		0	0			—	—		
S1.技術服務 (含委託案及工業服務)	技術服務件數		0	0	—	—							
	技術服務家數		0	0	—	—							
	技術服務金額(千元)		0	0	—	—							
S2.科研設施 建置及服務	設施建置項數		0	0	—	—							
	設施運轉穩定度(%)		0	0	—	—							
	設施運轉運轉效率(%)		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				
		設施服務項目數	0	0	—	—		
		設施使用人次	0	0	—	—		
		設施服務件數	0	0	—	—		
		設施服務時數	0	0	—	—		
		設施服務收入	0	0	—	—		
		其他	0	0	—	—		
經濟效益 (經濟產業促進)	L. 促成投資	促成廠商投資件數	0	0	—	—		
		促成生產投資金額(千元)	0	0	—	—		
		促成研發投資金額(千元)	0	0	—	—		
		促成新創事業投資金額(千元)	0	0	—	—		
		促成產值提升或新創事業所推出新產品產值(千元)	0	0	—	—		
	M. 創新產業或模式建立	成立營運總部數	0	0	—	—		
		衍生公司家數	0	0	—	—		
		建立產業發展環境、體系或營運模式件數	0	0	—	—		
		參與產業發展環境、體系或營運模式之產業團體數	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					
		促成企業聯盟家數	0	0	—	—			
		創新模式衍生新產品上市項數	0	0	—	—			
		促成產值提升或創新模式衍生新產品產值(千元)	0	0	—	—			
	N.協助提升我國產業全球地位	建立國際品牌或排名提升	0	0	—	—			
		相關產業產品產值世界排名提升	0	0	—	—			
		促成國際互惠合作件數	0	0	—	—			
		促進國際廠商在台採購(千元)	0	0	—	—			
	經濟效益 (經濟產業促進)	O.共通/檢測技術服務及輔導	輔導廠商或產業團體技術或品質提升、技術標準認證、實驗室認證、申請與執行主導性新產品及關鍵性零組件等	件數	0	0			—
廠商家數			0	0	—	—			
廠商配合款(千元)			0	0	—	—			
技術、作業準則等教育訓練人次			0	0	—	—			
提供國家級校正服務件數			0	0	—	—			
P.創業育成		新公司或衍生公司家數	0	0	—	—			
T.促成與學界或產業團體合作研究		媒合與推廣活動辦理次數	0	0	—	—	辦理委託研究計畫 6 案，含 12 個子項計畫		
		促成合作研究件數	2	6	—	—			
		廠商研究配合款金額(千元)	0	0	—	—			
		合作研究產品上市項數	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					
	U.促成智財權資金融通		輔導診斷家數	0	0	—	—			
			案源媒合家數	0	0	—	—			
			協助廠商取得融資家數	0	0	—	—			
			協助廠商取得融資金額(千元)	0	0	—	—			
	AC.減少災害損失		開發災害防治技術與產品數	0	0	—	—			
			建立示範區域或環境觀測平台數	0	0	—	—			
			建築或橋梁補強數	0	0	—	—			
			輔導廠商建立安全相關生產或驗證機制之件數	0	0	—	—			
			預估降低環境危害風險或成本(千元)	0	0	—	—			
	其他			0	0	—	—			
	社會影響	社會福祉提升	AB. 科技知識普及	科普知識推廣與宣導次數	0	0	—	—	每月蒐集國際管制動態資訊於網站發布 1 件。促進公眾對與放射性廢棄物管理資訊的瞭解。	
				科普知識推廣與宣導觸達人數	0	0	—	—		
				新聞刊登或媒體宣傳數量	0	0	—	—		
		Q. 資訊服務	設立網站數	0	0	—	—			
提供客服件數			0	0	—	—				
知識或資訊擴散(觸達)人次			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					
社會影響		開放資料(Open Data)項數	1	1	—	—			
		提供共用服務或應用服務項目數	0	0	—	—			
		線上申辦服務數	0	0	—	—			
		服務使用提升率	0	0	—	—			
	R. 增加就業	廠商增聘人數	0	0	—	—			
	社會福祉提升	W. 提升公共服務	旅行時間節省(換算為貨幣價值, 千元)	0	0	—	—		
			運輸耗能節省金額(千元)	0	0	—	—		
			減少二氧化碳排放量(公噸)	0	0	—	—		
		X. 提高人民或業者收入	受益人數	0	0	—	—		
			增加收入(千元)	0	0	—	—		
XY. 人權及性別平等促進		人權、弱勢族群或性別平等促進活動場次	0	0	—	—			
	活動參與人數	0	0	—	—				
其他		0	0	—	—				
環境	V. 提高能源利	技術或產品之能源效率提升百分比(%)	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				
安全永續	用率及綠能開發	技術/產品達成綠色設計件數	0	0	—	—			
		減少二氧化碳排放量(公噸)	0	0	—	—			
		提升新能源及再生能源產出量	0	0	—	—			
	Z. 調查成果	調查筆數	0	0	—	—			
		調查圖幅數	0	0	—	—			
		調查面積	0	0	—	—			
		影像資料筆數	0	0	—	—			
		調查物種數	0	0	—	—			
	其他	放射性物料貯存設施安全審查與處置計畫專案檢查	3	3	—	—			核一、二廠乾貯設施安全管制各 1 處；核發核二廠用過核子燃料乾式貯存設施建造執照；低放處置計畫專案檢查 1 處。
	其他效益 (科技政策管理及其	K. 規範/標準或政策/法規草案制訂	參與制訂政府或產業技術規範/標準件數	1	1	—			—
參與制訂之政策或法規草案件數			0	0	—	—			
草案被採納或認可通過件數			0	0	—	—			
草案公告實施或發表件數			0	0	—	—			
Y. 資訊平台與資料庫		新建資訊平台或資料庫數	0	0	—	—			
		更新資訊平台功能項目	0	0	—	—			
		更新或新增資料庫資料筆數	0	0	—	—			
		資訊平台或資料庫使用人次	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				
他 )	AA. 決策依據	新建或整合流程數	0	0	—	—		
		提供政策建議或重大統計訊息數	0	0	—	—		
		政策建議被採納數	0	0	—	—		
		決策支援系統及其反應加速時間(%)	0	0	—	—		
	其他	0	0	—	—			

#### 104 年度計畫績效指標實際達成與原訂目標差異說明：

本計畫依年度委託研究計畫實際招標情況執行，在計畫成果(例如博碩士生陪育人數、委託計畫件數、技術討論會次數等)上會有些微變動。整體而言本年度原訂目標值均順利達成，其中重要指標之一的研究報告數較原訂目標值多出 2 篇。



# 目 錄

## 第二部分(自行上傳)

壹、 主要成就及成果之價值與貢獻度 (outcome) .....	2-1
一、 學術成就(科技基礎研究) .....	2-1
二、 技術創新(科技技術創新) .....	2-6
三、 經濟效益(經濟產業促進) .....	2-9
四、 社會影響(社會福祉提升、環境保護安全) .....	2-12
五、 其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導等).....	2-15
貳、 跨部會協調或與相關計畫之配合 .....	2-21
參、 檢討與展望 .....	2-22

## 第二部分(自行上傳)

# 壹、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)

(填寫說明：請說明計畫所達成之主要成就與成果，以及其價值與貢獻度；若綱要計畫為多年期計畫，請填寫起始年累積至今之主要成就及成果之價值與貢獻度。)

本計畫執行迄今為4年期程的第4年，主要成就及成果之價值與貢獻度之量化指標說明如表8至表17(含101~103年度的重點摘要說明與104年度的詳細說明)。在既定格式的五大類成就中，各子項計畫因其性質，不一定均有成果產出，因此，表8至表17中各子項計畫並非均有成果說明。

## 一、學術成就(科技基礎研究)

表8：101~103年度「學術成就」量化指標彙整表

年度	績效指標	實際初級產出 量化值	效益說明
101	論文	1 篇 SCI、 2 篇會議論文	藉由論文發表與國際交流， 確認研究結果之公信力， 提升國際知名度
	研究團隊養成	4 組(乾式貯存、熱 流分析、處置、輻 射量測團隊)	所養成之專業團隊可作為放 射性廢棄物管制之專家幕 僚，提供政策諮詢及後續研 究服務
	博碩士培育	6 人	培育博碩士研究生，使特殊 技術得以傳承
	研究報告	16 篇	彙整研究成果與心得發現， 傳承專業技術，並作為放射 性廢棄物管制之科學參考依 據
	辦理學術活動	辦理 1 場研討會	辦理輻射量測研討會，促進 國內產官學研界之交流合作
	形成教材	出版 1 本研討會論 文集	出版論文集可供學校或管制 單位進行教學與教育訓練參 考
	其他	研擬審查團隊建立 方案一件	蒐集國際上核電廠除役經驗 的相關案例，並提出未來管 制單位組成審查團隊時的建

			議事項
102	研究團隊養成	2 組(處置、輻射量測團隊)	所養成之專業團隊可作為放射性廢棄物管制之專家幕僚，提供政策諮詢及後續研究服務
	博碩士培育	4 人	培育博碩士研究生，使特殊技術得以傳承
	研究報告	12 篇	彙整研究成果與心得發現，傳承專業技術，並作為放射性廢棄物管制之科學參考依據
	辦理學術活動	辦理 1 場研討會	辦理輻射量測研討會，促進國內產官學研界之交流合作
103	研究團隊養成	2 組(低放射性廢棄物處置、輻射量測團隊)	所養成之專業團隊可作為放射性廢棄物管制之專家幕僚，提供政策諮詢及後續研究服務
	國際研討會論文	2 篇	乾式貯存設施設計壽命期間熱傳行為分析已於 ICONE22 論文接受，並擬於 7 月 4 日赴捷克布拉格進行發表；核一廠乾式貯存熱測試護箱系統表面劑量率的分析研究完成 IRRMA-9 論文乙篇
	研究報告	16 篇	彙整研究成果與心得發現，傳承專業技術，並作為放射性廢棄物管制之科學參考依據
	辦理學術活動	辦理 1 場研討會	辦理輻射量測研討會，促進國內產官學研界之交流合作

表9：104年度「學術成就」量化指標彙整表

子項計畫代號	104年度主要成就及成果
物管局	精進放射性物料安全管理技術發展

主計畫	<p>(1)研究團隊養成：組織高放射性廢棄物與低放射性廢棄物兩個專家群組，為未來的安全審查工作擴充審查人力資源。其中並包含處置、貯存、除役安全等研究團隊的長期技術養成。</p> <p>(2)辦理學術活動：於104年3月18-19日辦理「2015年核設施除役技術研討會」1場次，邀請國內外專家學者就我國核設施除役可能面臨的安全性與技術性議題進行研討。產出會議論文與研討會論文集1冊。</p>
1-1A	<p><b>處置坑道結構長期穩定需求及監測方法之研究</b> 完成「處置坑道結構長期穩定需求及監測方法之研究」報告一冊，回饋至規範訂定之參考，此成果有助於提升我國低放處置坑道審查與管制技術。</p>
1-1B	<p><b>低放射性廢棄物最終處置建議候選場址設施設計概念差異案例之研究</b> 完成「低放射性廢棄物最終處置建議候選場址設施設計概念差異案例之研究」報告一冊，並進行場址設施設計概念差異性討論，成果可供管制機關後續制定相關法規時做為專家學者研討參考文件。</p>
1-2A	<p><b>低放射性廢棄物處置場址特性審查規範精進之研究</b> 完成「低放射性廢棄物處置場址特性審查規範精進之研究」報告一冊。</p>
1-2B	<p><b>低放射性廢棄物處置設施設計審查規範精進之研究</b> 完成「低放射性廢棄物處置設施設計審查規範精進之研究」報告一冊。</p>
1-2C	<p><b>低放射性廢棄物處置設施安全評估審查規範精進之研究</b> 完成「低放射性廢棄物處置設施安全評估審查規範精進之研究」報告一冊。完成以計畫共同主持人陳瑞昇教授所發展之可考慮任意時變邊界源且任意數目子核種的核種衰變鍊傳輸的完全顯式解析解模式與HYDROGEOCHEM4.5s之驗證比較，測試案例設計為一維均勻維穩態流場之10物種衰變鍊，驗證項目包含(1)溶質傳輸移流與延散的影響、(2)模擬「源衰變」之時變邊界，即邊界源濃度隨時間而減少、(3)「核種衰變鍊」過程確認、(4)「遲滯效應」的影響。後續完成近岸環境坑道處置進行近場遠場整合安全分析架構研擬與評估，包含數值解與解析解的可能組合應用架構，並以遠場數值解評估海水面變動對流場與傳輸之可能影響；解析解部分發展近場圓柱座標解析解以較符合源項外釋特徵，再整合遠場解析解應用，以全解析解案例說明近場與遠場整合安全分析架構。</p>
1-2D	<p><b>低放射性廢棄物處置輻射劑量評估安全審查模式之研究</b></p>

	<p>完成「低放射性廢棄物處置輻射劑量評估安全審查模式之研究」報告一冊。本研究屬於應用研究領域，本研究方法將可有效提昇我國低放射性廢棄物處置安全分析技術，該安全評估有關技術HYDROGEOCHEM模式應用之研究成果已發表於2016 Waste Management 研討會。</p>
2-1A	<p><b>日本用過核子燃料乾式貯存安全技術發展研析</b></p> <p>完成「日本用過核子燃料乾式貯存安全技術發展研析」報告一冊。為瞭解台灣海洋環境腐蝕速率，本研究進行國際鹽霧試驗規範比較，以及304L不銹鋼材料的大氣暴露試驗，鹽霧試驗與加速腐蝕試驗，並將相關成果彙整成兩篇國際研討會論文。</p> <p>Chutsen Liao, Heui-Yung Chang, Yu-Chia Sung, Wei-Shiu Hung (2015, Oct). A Study on Comparison of the salt spray test specification ISO - 9227 and CNS - 8886. Symposium on Reliability of Engineering Systems, Taiwan (SRES2015Taiwan) , Taipei, Taiwan.</p> <p>Lin-Siang Huang, Si-Cih Liang, Yang-Sheng Fan, Heui-Yung Chang (2015, Aug). Corrosion Tests of Type 304L Stainless Steel. East Asian Symposium Civil &amp; Environmental Technology, 2015, Kaohsiung, Taiwan.</p>
2-1B	<p><b>用過核子燃料長期管理技術議題之研析</b></p> <p>完成「用過核子燃料長期管理技術議題之研析」報告一冊。本研究蒐集國外用過核子燃料延續貯存相關技術面、環境面與政策面之關鍵發展資訊，藉由今年度的資訊蒐集與研析，可建立目前具有用過燃料延續貯存相關國家知識庫外，亦可學習技術應用與政策推動相關寶貴經驗，以提供國內相關產官學界作為本土化用過核子燃料中長程貯存關鍵技術發展的參考基礎，未來並將逐步所建立與累積之技術資訊，透過研析將其成果發表於國內相關會議或技術刊物，以供國內相互學習與學術發展方向。</p> <p>護套的機械性質和劣化行為決定高燃耗用過燃料（high burnup spent nuclear fuel）長期乾式貯存和運輸安全的關鍵因素。本計畫進行高燃耗用過燃料的特性及劣化行為的文獻研究，建構評估高燃耗用過核子燃料乾式貯存安全重要的學術研究基礎。以美國ANL模擬乾式貯存條件測試高燃耗燃料護套機械性質的研究報告結果為例，將其應用於國內用過核子燃料乾式貯存分析，評估結果顯示乾式貯存期間核一、核二及核三廠之低燃耗與高燃耗用過核燃料應可保持鋳合金護套完整性，無破損之虞，可確保乾式貯存的安全性。</p> <p>用過核燃料貯存容器檢測及維護技術之審查研析計畫主要著重於蒐集、整理及分析目前國際上對於貯存容器完整性管理及維護方</p>

	<p>式。比較針對結構及環境參數各種不同檢測及監測技術優劣特性及其應用成熟度。預期未來將報告整理結果在適當會議或刊物進行發表。</p>
2-1C	<p><b>核二廠乾式貯存設施設計壽命期間熱傳行為分析</b>          完成「核二廠乾式貯存設施設計壽命期間熱傳行為分析」報告一冊。並有以下研究發現：</p> <p>(1)本研究針對Maganastor系統於設計期間熱流現象進行解析，與國際目前就設計壽命期間之研究趨勢相符；而基於我國現行乾貯系統皆以貯存沸水式燃料之狀況，所提供之資料更與美國多以壓水式燃料分析之結果互有不同，此為此研究之貢獻之一。</p> <p>(2)本研究所建立之技術已就各式參數之靈敏度進行完整之研究，其結果顯示對於環境溫度之影響係為線性趨勢，而不受環境溫度所致之氣體性質與輻射熱強度影響；此結果有助於減少未來燃料分析之參數組合。</p> <p>(3)本研究發現在裝載不同燃料束狀況時，除了對各元件溫度造成影響外，因不同燃料束之間軸向功率之差異，將使TSC之溫度分佈造成差異，此對發現對於未來老化分析之評估提供一重要資訊。</p> <p>(4)研究結果發現，在將短冷卻時間之燃料置於提籃之配置規劃時，將對令TSC之溫度趨勢更為均勻，此發現亦有助於未來老化分析時之參數選定。</p> <p>(5)本研究發現由於空氣流道與TSC表面之相對溼度與應力腐蝕之活化能互為溫度之正相關與負相關趨勢，而需同時滿足兩項條件才會出現值得注意之護箱老化狀況；此結果將可作為證實密封鋼筒可靠性之證據之一。</p> <p>(6)分析結果已投稿至國際重要研討會2015 ANS WINTER MEETING論文，並於11月前往美國完成發表：Y.S. Tseng, C. H. Chu, Y. M. Ferng, C.K. Shih, “Investigating the thermal behavior of lifetime for KSDSS through CFD,”ANS Winter Meeting, Summary ID:15057, 2015.</p> <p>(7)分析結果已投稿至國內中國工程師學會，並獲通過：曾永信、朱璟豪、施純寬,“利用計算流體力學評估乾式貯存系統熱流餘裕,”CSME 2015: ID 2202，中華民國104年。</p>
2-2A	<p><b>除役階段用過核子燃料池安全管制技術研究</b>          完成「除役階段用過核子燃料池管制技術研究」報告一冊，並對我國除役期間用過燃料池管制提出建議。</p>
2-3A	<p><b>瑞典用過核子燃料最終處置安全評估技術研析</b>          完成「瑞典用過核子燃料最終處置安全評估技術研析」報告一冊。</p>

	本研究所執行之工作項目，針對瑞典用過核子燃料最終處置安全評估報告，分別就場址特性、處置設施設計、安全評估、輻射安全與相關法規等方面進行探討。執行本計畫所獲相關成果，對於我國用過核子燃料最終處置計畫相關安全之技術能力有所提升，為持續有效發展國內所需研究及審查技術建立良好基礎。
2-3B	高放射性廢棄物最終處置及其設施安全分析技術規範之研究 完成「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全分析技術規範之研究」報告一冊。完整說明研訂的過程與考量，並擬訂技術性管制要求的具體內容。

## 二、技術創新(科技技術創新)

表10：101~103年度「技術創新」量化指標彙整表

年度	績效指標	實際初級產出 量化值	效益說明
101	技術報告	1 篇	建立技術手冊，使放射性廢棄物管制技術得以傳承
	技術活動	辦理 4 場次專案講座、4 場技術討論會	藉由講座與研討會議的舉辦促進專業技術交流與意見溝通
102	技術活動	辦理 4 場次專案講座、3 場技術討論會	藉由講座與研討會議的舉辦促進專業技術交流與意見溝通
103	技術活動	引進評估技術 1 項	引進美國核能管制委員會(NRC)所核准之暴露劑量與風險 RESRAD 程式，將應用 RESRAD-OFFSITE 模式建立輻射曝露情節與劑量評估程序，達成科技整合創新

表11：104年度「技術創新」量化指標彙整表

子項計畫代號	104年度主要成就及成果
物管局 主計畫	精進放射性物料安全管理技術發展 技術活動與技術移轉：物管局人員定期與不定期與各子項計畫進

	<p>行技術研討，以使研究人員充分瞭解管制單位的技術需求，並由研究人員回饋技術新知給管制人員，促成我國整體放射性廢棄物管制安全知識之成長。此外，辦理視察員訓練課程28場次共40小時，藉由專家講座進行技術交流與新進人員培訓。</p>
1-1A	<p><b>處置坑道結構長期穩定需求及監測方法之研究</b></p> <p>彙整瑞典低放射性廢棄物處置設施SFR在建造期間有關岩石力學之工程經驗，及其在經過地質變形帶的坑道支撐仍僅採傳統的隧道工程支撐技術(岩栓、點焊鋼絲網與噴凝土等配合施作)克服方案。在運轉期間的監測，主要係針對地質變形帶、岩體變形特性、岩體品質暨支撐狀況、與地下水入滲等四大類，採週期性的檢監測作業；此外，依檢測控制行動的規模區分內部檢核、年度岩石檢查、測試與調查、維護、與大型檢測等五類。上述的國外工程經驗與檢監測作法，可供我國未來發展低放處置坑道有關檢監測相關審查技術之參考。</p>
1-1B	<p><b>低放射性廢棄物最終處置建議候選場址設施設計概念差異案例之研究</b></p> <p>低放射性廢棄物最終處置設施可能會因為設計概念有所差異，而造成核種傳輸至人類環境所造成的影響亦有所不同。本研究以近岸海平面以上、近岸海平面以下、離島海平面以下等三種可能情況的處置設施設計概念進行案例分析，並針對結果進行差異性討論，成果提供低放處置設施安全評估之參考，並回饋於低放處置審查導則草案之章節及條文內容修訂。</p>
1-2A	<p><b>低放射性廢棄物處置場址特性審查規範精進之研究</b></p> <p>本研究整合檢視國外處置場場址特性相關章節報告(SKB，2014)、台電低放處置設施功能模擬評估報告D版(台灣電力公司，2013)以及建議候選場址遴選報告(經濟部，2011)之場址條件章節，整合台灣近岸與離島須檢視之場址特性，再透過委員會討論納入審查導則修訂建議中。</p>
1-2B	<p><b>低放射性廢棄物處置設施設計審查規範精進之研究</b></p> <p>本研究完成工程障壁劣化之模擬與分析工作，為考量混凝土障壁劣化對核種傳輸之影響，將混凝土中的貫穿裂縫視為劣化區，藉由調整劣化區的比例，比較不同劣化程度的差異。另外，為了解混凝土障壁的厚度增加，對劣化的混凝土障壁是否具有遲滯核種釋出至工程障壁外的效果，故針對劣化區比例為0.5%、1%、1.5%的混凝土障壁，設定10種不同的混凝土障壁厚度，分析這些參數對核種在工程障壁內的傳輸影響，此研究之量化分析結果，有助於串接安全評估與工程設計之間的關連性，使工程障壁系統於初步設計時即可達到確保安全之要求，管制單位也可利用此計畫成</p>

	果進行初步審視。
1-2C	<p><b>低放射性廢棄物處置設施安全評估審查規範精進之研究</b></p> <p>完成任意數目子核種的核種衰變鍊傳輸的完全顯式解析解模式應用在近場安全分析工作，並改進日本NUMO近場解析解直角座標技術發展圓柱座標解析解以較符合源項外釋特徵，再整合遠場解析解應用。</p>
1-2D	<p><b>低放射性廢棄物處置輻射劑量評估安全審查模式之研究</b></p> <p>應用美國ARGONNE 國家實驗室RESRAD-OFFSITE V3.1最新版本模式建立輻射曝露情節與劑量評估程序，並再蒐集瑞典SKB的SR-PSU生物圈安全評估報告之參考案例進行研析。作為國內放射性廢棄物處置輻射劑量與風險評估安全審查技術發展所面臨問題之精進對策。</p>
2-1B	<p><b>用過核子燃料長期管理技術議題之研析</b></p> <p>用過燃料延續貯存已藉由國外相關研究所發現之科學事證、產業界針對中長期貯存所開發之相對應技術，以及管制單位嚴謹之安全監管法規之制訂，由原20年的貯存期限，延伸到至少60年的貯存，透過此技術的突破，未來我國於最終處置尚未齊備前，可藉由中長期貯存方式進行用過燃料安全貯存，同時在此中長期延續貯存期間亦可確保大眾的健康與安全。</p> <p>用過核燃料乾式貯存監測的目的，為確保乾式貯存期間用過核燃料完整性，避免放射性產物和分裂氣體釋出。目前國外進行密封鋼筒內部監測的創新研發，包括溫度、壓力和伽馬射線能譜監測。目前，仍在可行性評估階段，持續研發將可達到實用的階段。對密封型（closed type）製程的監測，此創新技術深具應用潛力。</p> <p>乾式貯存線上監測目前仍處於研發階段，由於乾貯系統內部空間狹窄、溫度及輻照環境嚴苛，在現場進行線上表面缺陷監測，具備相當程度的挑戰性。希望經由本計畫之執行提供未來在監測技術發展方向，在數據傳輸、驅動電源、訊號干擾、感測器微小化、及環境參數、缺陷檢測技術等方面皆需有所精進及突破，才有機會未來在乾貯系統安全可靠度可更進一步提升。</p>
2-1C	<p><b>核二廠乾式貯存設施設計壽命期間熱傳行為分析</b></p> <p>(1)本研究完成核二乾貯分析所需之計算流體力學模型，並可充分應用於此類設施之熱流案例評估工作。</p> <p>(2)本研究為滿足執行工作之需，更藉由使用者自定函數(User Defined Function, UDF)進行衰變熱模式、不同燃料軸向功率與燃料配置之模擬技術進行發展以及SCC之預測技術。</p> <p>(3)利用CFD分析技術，建立乾貯系統流道內氣流分佈與可能鹽類沉積位置預測之技術，可供鹽類相對沉積位置之判定。</p>

2-2A	<p><b>除役階段用過核子燃料池安全管制技術研究</b></p> <p>本研究考量國際經驗與國情實況，研擬適用於我國特性的安全分析技術規範。其中，針對台電公司預定於民國107年達成「核一廠除役許可申請及除役作業規劃工作」第七章第二節「核一廠燃料池冷卻能力喪失分析計算報告」，本研究擬具體提出相關之除役管制需求研究報告，以期能有助於相關工作規劃之審查。技術創新方面，本研究將藉由蒐集國際上針對除役階段用過核子燃料池之相關安全管制技術，釐清除役階段用過核子燃料池之貯存與意外事故管制重點，提出風險評估、後果評估以及具體管制需求等具體成果。</p>
2-3B	<p><b>高放射性廢棄物最終處置及其設施安全分析技術規範之研究</b></p> <p>「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全分析報告導則」的擬定是物管局規劃中的重點工作之一，以便能使台電公司推動中的高放處置計畫有所依循。本研究完成「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全分析技術規範」草案，目的即做為前述導則之科學技術背景資訊。此規範草案之擬定為國內首次進行的工作，完成針對國際重要法規如IAEA SSG-14與美國聯邦法規10 CFR 63的採參建議分析，以及國內相關法規的聯性分析。成果可提供做為後續我國制訂管制法規之科技基準，具有關鍵性的意義。</p>

### 三、經濟效益(經濟產業促進)

表12：101~103年度「經濟效益」量化指標彙整表

年度	績效指標	實際初級產出 量化值	效益說明
101	共通/檢測技術服務	建立活度量測系統 1組	可有效量測低放射性廢棄物重要核種 Eu-152 與 Mn-54 活度
	促成與學界或產業團體合作研究	委託研究 2 個分項計畫，另獨立委託計畫 3 件	促進研究單位與學術機構之合作交流，整合意見凝聚共識
102	共通/檢測技術服務	建立活度量測系統 1組	可有效量測低放射性廢棄物重要核種 Am-241 活度
	促成與學界或產業團體合作研究	委託研究 2 個分項計畫	促進研究單位與學術機構之合作交流，整合意見凝聚共識

103	共通/檢測技術服務	建立活度量測系統 1組	可有效量測低放射性廢棄物重要核種 Am-241 活度
	促成與學界或產業團體合作研究	委託研究 2 個分項計畫	促進研究單位與學術機構之合作交流，整合意見凝聚共識

表13：104年度「經濟效益」量化指標彙整表

子項計畫代號	104年度主要成就及成果
物管局主計畫	<b>精進放射性物料安全管制技術發展</b> 促成與學界或產業團體合作研究：物管局為行政單位，研發非主要的業務執掌。經爭取政府科技計畫委託學術與專業機構法展所需的管制技術。104年度本計畫以6個委託研究購案，共含12個子項計畫。藉由委託研究的合作方式，促進我國相關技術領域的成長，扶植相關學生/研究助理的就業所得與實驗設備的維護。
1-1A	<b>處置坑道結構長期穩定需求及監測方法之研究</b> 汲取先進國家在相關議題的規劃、技術與經驗，整理了「處置坑道運轉期間(封閉前)之監測、檢測與評估項目研析」與「處置坑道封閉後之監測對策研析」；並經由國內有關隧道檢監測相關研究，同時考量處置坑道結構長期穩定之影響因素，整理了處置坑道之襯砌結構長期穩定檢監測項目，相關成果除可縮短相關技術的發展歷程，另可供後續相關研究課題之參考。
1-1B	<b>低放射性廢棄物最終處置建議候選場址設施設計概念差異案例之研究</b> 依台電公司核能發電後端營運成本分析，低放處置場開發約需新台幣375億元。本報告所評估之相關成果，除了著重於安全的要求外，間接亦影響了處置設施的設計與將來的施工費用，對於處置場開發的經濟效益影響深遠。
1-2A	<b>低放射性廢棄物處置場址特性審查規範精進之研究</b> 低放射性廢棄物處置設施審查規範精進之研究，可提升國內在場址特性審查之技術能力，為處置安全進行把關，協助核能安全發展，促進國家經濟發展。
1-2B	<b>低放射性廢棄物處置設施設計審查規範精進之研究</b> 未來在執行處置設施的工程障壁設計時，可將工程障壁的劣化對核種傳輸的影響納入考量，避免設計出過厚的工程障壁，但卻具有工程障壁應有的安全功能，以降低工程材料與施工費用，提升

	工程經濟性。
1-2C	<b>低放射性廢棄物處置設施安全評估審查規範精進之研究</b> 解析解的應用可以減少網格化數值模擬工作所需的大量計算機資源與演算時間，但仍受限於解析解所能處理之案例相對簡化。
1-2D	<b>低放射性廢棄物處置輻射劑量評估安全審查模式之研究</b> 核能安全攸關國家發展及經濟繁榮。本計畫提供低放處置輻射風險安全評估技術，協助核能安全與產業能源用電供應，促進國家產業經濟發展。
2-1B	<b>用過核子燃料長期管理技術議題之研析</b> 用過燃料中長期延續貯存，未來可就其貯存設施相關技術與軟體開發需求，建立國內本土產業供應鏈，其衍生的附加價值與經濟規模達百億之餘，可提供國內產業與經濟成長，並培養相關專業人才與就業機會。 國內非破壞性檢測業者，將可承攬用過核燃料的非破壞性檢測業務，包括超音波檢測和渦電流檢測。希望經由本計畫之執行，提供適當資料供國內業者參考，未來在乾貯系統完整性非破壞檢查及監測感測器製造方面可以建立本土化技術能量。 國內一般工業生產密封型製程設備因升溫、洩漏、超壓或操作異常之安全控制，將可使用發展中用過核燃料密封鋼筒內部溫度和壓力監測技術。 用過核燃料乾式貯存系統完整性的維持及確認對於台灣經濟有重大影響。目前國內核能電廠核一廠及核二廠燃料池容量已經接近飽和，無法繼續收納新退出之用過燃料束於池內冷卻。如果無法將池內先前已冷卻燃料束移出，進行再生處理或乾式貯存之後續處置，核電廠將無法持續運轉，對台灣經濟會造成重大衝擊。在確保核能安全之前提下，本計畫之執行可以進一步提升乾貯系統完整性的確認，化解社會疑慮，使台灣在能源應用規劃上可維持多種安全選擇，降低能源供應之不確定性。
2-2A	<b>除役階段用過核子燃料池安全管制技術研究</b> 我國核電廠除役費用依台電公司核能發電後端營運成本分析，約需新台幣675億元。依據美國核管會於2002年提出之第0586號報告指出(NUREG-0586)，核電廠在除役期間可能發生的最嚴重事件為用過核子燃料池喪失冷卻水，本研究所研訂管制技術之安全分析規範，即針對電廠從例行運轉階段移轉至除役階段，用過核子燃料的貯存安全管制要項，並針對用過核子燃料池之危害風險做出量化分析。據本研究成果所進行之相關管制措施，預期可大幅降低用過燃料池冷卻水流失發生機率，減少意外事故發生後造成的民眾衝擊與經濟損失。

2-3B	<p>高放射性廢棄物最終處置及其設施安全分析技術規範之研究</p> <p>我國用過核子核料最終處置費用依台電公司核能發電後端營運成本分析，約需新台幣1,382億元。本研究所研訂之安全分析技術規範，將涉及建造執照申請、運轉執照申請、運轉期間定期安全分析、封閉計畫許可等，除了以安全為基本原則外，對於處置場開發的經濟效益亦影響深遠。</p>
------	--

#### 四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

表14：101~103年度「社會影響」量化指標彙整表

年度	績效指標	實際初級產出 量化值	效益說明
101	資訊服務	每月蒐集國際管制動態資訊於網站發布	促進公眾對於國際概況的認知
	提升公共服務	彙整國際廢棄物管制資訊 1 件	促進公眾對與放射性廢棄物管理資訊的瞭解
	其他	核一、二廠乾貯設施計畫安全管制各 1 處 低放處置場設置計畫安全管制 1 處	放射性廢棄物集中管理與管制，維護環境安全品質
102	資訊服務	每月蒐集國際管制動態資訊於網站發布	促進公眾對於國際概況的認知
	其他	核一、二廠乾貯設施計畫安全管制各 1 處 低放處置場設置計畫安全管制 1 處	放射性廢棄物集中管理與管制，維護環境安全品質
103	資訊服務	每月蒐集國際管制動態資訊於網站發布	促進公眾對於國際概況的認知
	其他	核一、二廠乾貯設施計畫安全管制各 1 處	放射性廢棄物集中管理與管制，維護環境安全品質

		低放處置場設置計畫 安全管理1件 高放處置計畫技術 可行性進度審查1 件	
--	--	--	--

表15：104度「社會影響」量化指標彙整表

子項計畫代號	104年度主要成就及成果
物管局主計畫	<p><b>精進放射性物料安全管理技術發展</b></p> <p>(1)提升公共服務：本計畫採透明公開方式辦理，期末成果報告均將於原能會網站提供公眾閱覽。此外，每月蒐集國際管制動態資訊於網站發布，可使民眾對於相關技術領域的國內外發展現況有更深入的認知。</p> <p>(2)提高能源利用率：藉由本計畫對於乾貯管制技術的研發，物管局將可落實核能電廠乾貯設施的審查，可確保核能電廠的正常營運與維持能源的穩定供應。</p> <p>(3)確保設施安全：本計畫所衍生的成果，有助於管制機關應用於放射性廢棄物的集中管理與管制，維護公眾健康與環境安全品質</p>
1-1A	<p><b>處置坑道結構長期穩定需求及監測方法之研究</b></p> <p>蒐整研析瑞典SFR處置設施相關長期穩定評估項目與檢、監測項目，有助於國內民眾了解國際核能先進國家針對處置場址長期穩定課題所採取的監測作法，以降低社會各界對低放處置工作的疑慮。</p>
1-1B	<p><b>低放射性廢棄物最終處置建議候選場址設施設計概念差異案例之研究</b></p> <p>完成低放射性廢棄物我國低放射性廢棄物處置設施安全要求與設計準則等的資料蒐集，並針對源項、近場、遠場等安全評估所需參數進行資料蒐集及彙整，並針對三案例進行安全評估及差異性討論，相關成果有助於向國內公眾說明低放射性廢棄物處置的法令與技術規範的要求、展示處置設施之設計安全，此外，低放射性廢棄物處置處置議題，深受社會關注，本計畫成果可增進公眾對於低放處置的認知。</p>
1-2A	<p><b>低放射性廢棄物處置場址特性審查規範精進之研究</b></p> <p>低放射性廢棄物處置設施審查規範精進之研究，可提升國內在場</p>

	址特性審查之技術能力，也可民眾更容易明瞭低放射性廢棄物處置作業之安全性。
1-2B	<b>低放射性廢棄物處置設施設計審查規範精進之研究</b> 面對國內處置設施的設計要求、長期安全性等民眾關心的議題，處置設施經營者必須對處置場的概念設計與安全評估有充分的準備，管制機關亦須對提出相關分析報告進行審查，以確保處置場的長期安全，本研究藉由國際資訊彙整與相關初步分析結果，有助於民眾瞭解處置設施的設計與處置安全之關連性。
1-2C	<b>低放射性廢棄物處置設施安全評估審查規範精進之研究</b> 解析解技術的成熟應用除可提升國內在安全評估審查之技術能力，亦可裨益公眾對未來低放處置安全評估之信心。
1-2D	<b>低放射性廢棄物處置輻射劑量評估安全審查模式之研究</b> 本研究利用RESRAD程式分析輻射劑量與風險評估，及蒐集SKB的SR-PSU生物圈安全評估，其所建立之評估程序除提供決策者使用外，亦屬民生社會發展及環境安全永續必需。
2-1A	<b>日本用過核子燃料乾式貯存安全技術發展研析</b> 本研究蒐集與研析日本用過核子燃料乾式貯存設施安全設計與檢查作業，對照台灣的「用過核子燃料乾式貯存設施營運維護與監測計畫導則」，確認十年再評估之時程與內容，特別是長期變化相關技術(例如材料劣化的評估與監測技術)，符合國際要求。 本研究蒐集及研析日本福島第一核電廠用過核子燃料乾式貯存設施安全評估作業，並對照國內台電公司過去進行之實體模擬測試(密封鋼筒並未真正裝載與封鐸)，初步確認台灣已具相關作業之能力與經驗。
2-1B	<b>用過核子燃料長期管理技術議題之研析</b> 本研究執行可以有效評估目前國際在用過核子燃料延續貯存相關系統安全、政策推動、環境影響、維護及劣化監測技術研究發展之狀況，並分析各層面技術應用、安全監管等之可行性、環境適用性、可靠度，進而判斷未來是否可有效應用於國內本土化環境，以減少社會疑慮。 本研究藉由瞭解高燃耗用過核子燃料性質、檢測和貯存情況，以掌握高燃耗用過核子燃料的乾式貯存特性，提供國內後續乾式貯存的重要參考，增加民眾之瞭解，減少社會對用過核子燃料貯存之疑慮。 台灣社會對於核能在能源上應用有相當多的爭議，有些議題技術複雜性高，無法簡單用幾句話闡明，某些團體常因對議題了解不深入，擴大或片面解釋，造成民眾誤解，進而導致社會疑慮升高。希望經由本計畫的執行提供清楚明確之用過核燃料乾式貯存相關

	<p>資訊，可以協助管制單位在未來在審查及管制密封鋼筒完整性管理工作執行上，掌握現行國際上處理方式，即時對民眾意見及疑問進行說明。可以適時解決社會對安全貯存之疑慮及強化對管制機構之信賴度。</p>
2-1C	<p><b>核二廠乾式貯存設施設計壽命期間熱傳行為分析</b></p> <p>(1)本研究成果顯示，核二乾貯系統之密封鋼筒護箱表面因為應力腐蝕破裂之可能性並不如試片實驗般容易發生，且此機制所致之裂紋成長速度將隨時間的增加而趨緩；此一發現可為管制單位向社會大眾說明時，作為佐證之資料。</p> <p>(2)分析結果顯示，本系統實有餘裕滿足更嚴苛之裝載規劃，故現行執照確有充足之保守度；且經分析後證實，大多數的鹽類將會因為蜿蜒流道的設計，而阻隔於進氣口；此成果為來可作為向社會大眾說明之佐證資料。</p>
2-2A	<p><b>除役階段用過核子燃料池安全管制技術研究</b></p> <p>本研究進行國際間對於用過核子燃料池管制辦法資料蒐集與彙整，提出供主管機關參考之管制建議，並提出危害風險分析。相關研究成果預期可助於除役計畫導則第五章及第七章條文內容修訂，並增進我國用過核子燃料池於除役階段之管制安全。</p>
2-3A	<p><b>瑞典用過核子燃料最終處置安全評估技術研析</b></p> <p>本研究探討瑞典用過核子燃料最終處置計畫發展的歷程，以及安全評估報告之範疇、深度等資訊。整個安全評估的架構及邏輯推理皆具體呈現，為一套構思完整的方法論。對此研析完成後，其長期研究發展的精要已獲得掌握，有助於建立我國用過核子燃料最終處置技術能力的信心，並進一步推動最終處置計畫的研發工作。面對國內最終處置設施的場址選擇與後續申照等民眾關心議題，藉由國際資訊內容與分析整理，有助於國人瞭解當前的國際作法與技術水準，以此為基礎發展本土化的國內做法，則將更具公信力。</p>
2-3B	<p><b>高放射性廢棄物最終處置及其設施安全分析技術規範之研究</b></p> <p>完成國際原子能總署與美國聯邦法規等的資料蒐集，並就法規內容值得國內採參的部分進行分析。成果有助於向國內公眾說明國外的高放射性廢棄物處置安全標準與管制作法，藉以增進對於國內高放射性廢棄物處置相關法規立法與安全管制的信心。此外，用過核子燃料處置議題，深受社會關注，本研究成果可增進公眾對於安全評估技術管制需求的認知。</p>

## 五、其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、

推動輔導等)

表16：101~103年度「其他效益」量化指標彙整表

年度	績效指標	實際初級產出 量化值	效益說明
101	先進國制度蒐集及研析	國際核能發電國家廢棄物管制法規資訊研析 1 件	彙整核能發電國家廢棄物管制法規資訊，可確保我國管制標準合於國際水準
	法規草案確定	核子反應器設施除役計畫導則(草案)1 件	核子反應器設施除役計畫導則訂定有助於我國核電廠除役工作之安全管制
	規範/標準制訂	低放處置輻射風險標準、盛裝容器審查導則草案研究等 2 件	研議低放射性廢棄物處置輻射風險標準、研究盛裝容器審查導則要點，建立具體的審查標準
	資料庫	放射性廢棄物管制機關與管制法規料庫 1 件	完成核能發電國家之管制資訊文獻資料庫建立
102	先進國制度蒐集及研析	美國管制法規資訊研析 1 件	10 CFR 61 法規變革研究，並研擬我國因應方案
	法規草案確定	核子反應器設施除役計畫審查規範(草案)1 件	核子反應器設施除役計畫審查規範訂定有助於我國核電廠除役工作之安全管制
	資料庫	放射性廢棄物文獻資訊彙整 1 件	彙整各研究計畫所蒐集之文獻資料電子檔，燒錄為光碟並建立雲端檔案，以利後續查詢檢索應用。
103	法規草案確定	核子反應器設施除役計畫審查規範(草案)1 件	核子反應器設施除役計畫審查規範訂定有助於我國核電廠除役工作之安全管制
	人才培育	國際交流 1 項	低放射性廢棄物處置輻射劑量評估安全審查模式之研究計畫與 RESRAD 程式發展團隊負責人(ARGONNE 國家實驗室 Charley Yu 博士)進行交流討論
	資料庫	放射性廢棄物文	彙整各研究計畫所蒐集之文

		獻資訊彙整 1 件	獻資料電子檔，燒錄為光碟並建立雲端檔案，以利後續查詢檢索應用。
--	--	-----------	---------------------------------

表17：104度「其他效益」量化指標彙整表

子項計畫代號	104年度主要成就及成果
物管局主計畫	<p><b>精進放射性物料安全管制技術發展</b></p> <p>本計畫的研發目的，多以提出放射性廢棄物處置、用過核子燃料貯存、與核子反應器設施除役等之安全管制技術規範草案為實質任務導向。相關技術規範的擬定，可以做為物管局制定法規的科學技術基準，以及專家學者研討與公眾溝通的素材。對於我國凝聚放射性廢棄物管理措施的社會共識，具有莫大的助益。此外，本計畫引進國際(如國際原子能總署、美國、瑞典、日本等)新知，研究成果有助於物管局提出具有前瞻性的發展方案供政府決策階層參考，並將國際經驗實際回饋於我國的管制措施中，以提升我國相關設施的安全性與效能。</p>
1-1A	<p><b>處置坑道結構長期穩定需求及監測方法之研究</b></p> <p>本研究係由淡江大學土木系、國防大學理工學院環境資訊與工程學系、台北科技大學材料及資源工程學系所組成之跨校團隊，團隊成員可為未來放射性廢棄物處置技術相關專家與幕僚，以提供技術諮詢與未來策進方向之建議；此外，本研究執行過程所蒐整的國外技術報告含括高放處置技術範疇，可供國內在相關領域技術發展之參考。本研究培育博士班研究生2人，碩士班學生1人，使特殊技術得以傳承，同時推廣處置觀念，儲備此一領域專業人力。</p>
1-1B	<p><b>低放射性廢棄物最終處置建議候選場址設施設計概念差異案例之研究</b></p> <p>完成國內低放射性廢棄物處置設施安全要求與設計準則資料蒐集與分析，以及我國低放射性廢棄物最終處置場所將接收的低放射廢棄物總量之估算及安全評估分析用之重要核種篩選，並針對三案例進行評估及討論。成果可供管制機關後續制定相關法規時做為專家學者研討參考文件此外，參與本研究之人員，可掌握低放射性廢棄物處置設施安全分析之精神與目的；在研究期間針對不同的設施設計概念進行案例比較及差異性分析，結果將回饋低放處置審查導則草案之章節及條文內容修訂。</p>

	<p>本研究所蒐集的國際法規資訊均已彙整成文件資料庫保存，並以雲端連結分享計畫團隊與相關的專家學者。擴大研究成果之利用性。</p>
1-2A	<p><b>低放射性廢棄物處置場址特性審查規範精進之研究</b></p> <p>參與研究專任助理與碩士級兼任助理，透過場址之特性資料蒐集研析，並參與「審查導則草案修訂學者專家委員會」討論，使參與研究人員能了解低放處置作業程序與重要性，並培育專業技術人力。培育專任助理1員與碩士級兼任助理1員。</p> <p>低放射性廢棄物處置場址特性審查規範精進之研究，已訂定出「低放射性廢棄物處置設施安全分析報告審查導則(第0版)場址之特性描述修訂草案」、「低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則」修訂建議，後續將提至專家委員會討論，待修訂完成後，可提行政院原子能委員會放射性物料管理局進行審查導則修訂方向之指引，以建立低放射性廢棄物處置安全獨立審查及分析能力之目標。</p>
1-2B	<p><b>低放射性廢棄物處置設施設計審查規範精進之研究</b></p> <p>本研究參與工作之人員，可清楚理解低放射性廢棄物處置場如何確保處置的安全性，以及工程障壁系統所需具備的功能與設計上的考量，同時也培育此領域相關專業技術人力。此外，藉由歸納整理IAEA、美國、加拿大、印度等國家在處置場設計和建造上的相關要求，提供國內低放處置之參考，並加速我國相關技術的成長。</p>
1-2C	<p><b>低放射性廢棄物處置設施安全評估審查規範精進之研究</b></p> <p>參與本研究之碩士級兼任助理將可更清楚理解低放處置安全評估工作之實質內涵與其重要性，也同時培育此領域相關專業技術人力。</p> <p>本研究進行三次專家會議討論(2015年5月19日、6月17日、9月8日)，也包含討論物管局與台電公司建議修改事項的討論，針對「低放射性廢棄物處置設施安全分析報告審查導則」第七章處置設施之安全評估提出修訂建議。有助於未來報告導則與審查導則之條文修正。</p>
1-2D	<p><b>低放射性廢棄物處置輻射劑量評估安全審查模式之研究</b></p> <p>本計畫成員於本年度特別與RESRAD程式發展團隊負責人(ARGONNE 國家實驗室 Charley Yu博士)針對RESRAD應用進行線上、e-mail討論，將可為我國提供國際合作交流之基礎，提昇放射性廢棄物處置安全分析技術。成果可提供管制機關低放射性廢棄物處置輻射劑量評估安全審查之應用，以適時提升該項管制技術議題之技能與規範的精進。</p>

2-1A	<p><b>日本用過核子燃料乾式貯存安全技術發展研析</b></p> <p>研究成果有助於國內相關主管機關先期掌握國際間對於乾式貯存設施設計審查與評估的研究發展趨勢，提升安全管制技術與能力。包含：</p> <p>(1)蒐集及研析日本用過核子燃料乾式貯存設施及技術發展現況  (2)蒐集及研析日本用過核子燃料乾式貯存設施設計審查要點  (3)蒐集及研析日本福島第一核電廠用過核子燃料乾式貯存設施安全評估作業  (4)蒐集及研析日本福島第一核電廠用過核子燃料乾式暫貯設施之安全設計</p> <p>考量銲接攸關乾貯系統密封性，本研究建議參照日本作法，要求廠商事前對銲接與檢查方法另外申請審查與認證核可。除了安全設計與審查，也建議國內產官學界應更積極思考如何將安全作業內化成台灣文化。</p>
2-1B	<p><b>用過核子燃料長期管理技術議題之研析</b></p> <p>目前核能電廠使用高燃耗核燃料（燃耗大於45GWd/MTU），但國內對高燃耗用過核子燃料性質的技術報導，仍非常有限。因此，本計畫“高燃耗燃料乾式貯存特性研析”，將可增進對高燃耗用過燃料特性的了解，以建立技術基礎。</p>
2-1C	<p><b>核二廠乾式貯存設施設計壽命期間熱傳行為分析</b></p> <p>本研究共計培育1博士生2碩士生，令其具有乾貯系統熱流分析之能力。</p> <p>本研究所獲之成果可供管制單位就國內乾貯系統每隔十年之再檢視作業預先進行評估與規劃，並協助精進其相關法規或制度。</p>
2-2A	<p><b>除役階段用過核子燃料池安全管制技術研究</b></p> <p>本研究完成國際文獻之蒐集與翻譯，包含(1)國際原子能總署(IAEA)安全報告系列No.36「核電廠從運轉期間到除役過渡階段的安全考量」；(2)電力科學研究院(EPRI)與勞倫斯里弗摩國家實驗室(LLNL)研究成果：「洞悉美國境內除役核電廠用過燃料池風險綜合評估」；以及(3)「概述：除役階段用過核子燃料池地震風險白皮書」之翻譯工作。相關成果可供管制機關後續制定相關法規時做為專家學者研討或公眾溝通之重要參考文件。同時，參與本研究之人員可掌握除役階段用過核子燃料池安全管制技術研究之精神與目的；在研究期間了解國外電廠實務經驗、國內電廠做法及實務需求，回饋於修正既有規範或研訂新規範的參考。</p> <p>本研究研議中的除役階段用過核子燃料池安全管制技術研究研究，未來可供管制機關參考，建立具體的管制與審查標準，亦可以提供核電廠設施除役經營者參考，提升整體計畫執行的效能。</p>

2-3A	<p><b>瑞典用過核子燃料最終處置安全評估技術研析</b></p> <p>本研究對所發布之建造申請安全分析報告及主管機關審查報告進行文件審閱及研討，一方面掌握管制機關審查用過核子燃料最終處置計畫時具重要性之議題，並提出整合性報告；另一方面則藉此規劃我國最終處置相關工作未來研究方向與所需關鍵技術，以專章方式提出未來研究發展方向之建議。計畫成果提供行政院原子能委員會放射性物料管理局針對我國用過核子燃料最終處置相關計畫強化審查技術之所需，以及未來最終處置相關關鍵議題的技術發展方向建議。</p>
2-3B	<p><b>高放射性廢棄物最終處置及其設施安全分析技術規範之研究</b></p> <p>完成先進國際制度蒐集及研析，包含(1)國際原子能總署特定安全導則SSG-14「放射性廢棄物地質處置設施」；(2)美國聯邦法規10 CFR 63「內華達州雅卡山高放射性廢棄物地質處置場」之全文翻譯工作。成果可供管制機關後續制定相關法規時做為專家學者研討或公眾溝通之重要參考文件。此外，參與本研究之人員，可掌握高放射性廢棄物處置設施安全分析之精神與目的；在研究期間針對國內外相關規範之比較，可以瞭解國外的作法與國內的實務需求，回饋未來修正既有規範或研訂新規範的參考。</p> <p>本研究研議的高放射性廢棄物最終處置及其設施安全分析技術規範(草案)，未來可供管制機關參考，建立具體的管制與審查標準，亦可以提供處置設施經營者參考，提升處置計畫執行的效能。</p> <p>本研究所蒐集的國際法規資訊均已彙整成文件資料庫保存，並以雲端連結分享計畫團隊與相關的專家學者。擴大研究成果之利用性。</p>

## 貳、跨部會協調或與相關計畫之配合

(填寫說明：請說明本計畫是否與其他科技發展計畫相關連，其分工與合作之配合情形為何；如相關連計畫為其他機關所執行，請說明協調機制及運作情形是否良好；計畫審議階段如委員特別提出須區隔計畫差異性並強化分工合作、強化與其他機關合作者，建議強化說明配合情形；如計畫與其他計畫、其他機關無相關連，亦請簡扼說明該計畫業務屬性可獨立執行。)

本計畫的研究範疇界定於放射性廢物處置、用過核子燃料貯存、與核設施除役相關的管制技術研發。目前國內相關的研究計畫另有原能會以除役為主軸的科技計畫、科技部的原子能科技學術合作研究計畫、以及台電的各項工作計畫，如圖 3 所示。本計畫執行過程中除內部各子項研究間有密集的技术討論外，亦積極參與外部計畫如台電公司所舉辦的研討會/座談會，以促進對於彼此進度的瞭解，此外亦透過原子能科技學術合作研究計畫的審議跟科技部進行協調配合。藉以妥善利用國內的有限資源，整體提昇國內的安全技術水準。

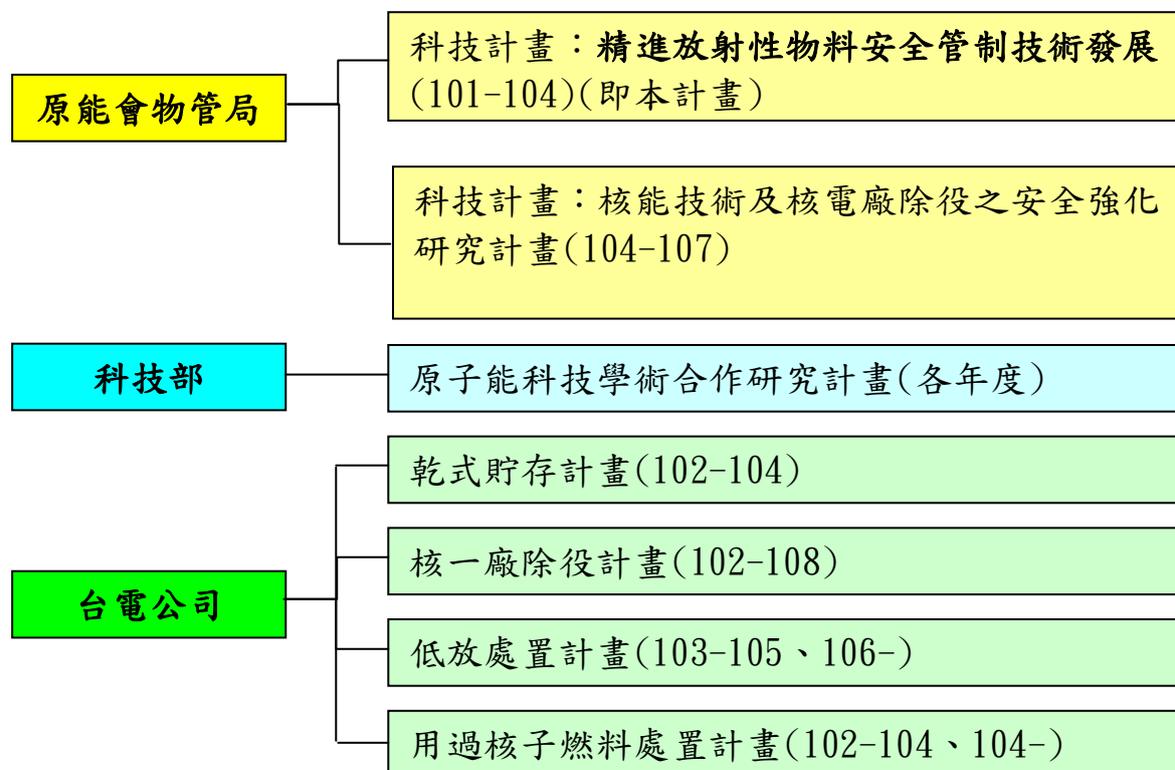


圖 3：與本計畫相關聯的我國其他研究計畫

## 參、檢討與展望

(填寫說明：請檢討計畫執行可改善事項或後續可精進處，並說明後續工作構想重點與未來展望等；屆期計畫請強化說明後續是否有下期計畫、計畫轉型或整併、納入機關例行性業務、或其他推廣計畫成果效益之作為等。)

本計畫各子項計畫檢討與展望說明如下：

子項計畫代號	104年度主要研究內容
物管局主計畫	<p><b>精進放射性物料安全管制技術發展</b></p> <p>各子項計畫執行成效均符合原訂計畫規劃，並均充分配合主計畫對於計畫管考的要求，如期提出成果報告，並依審查意見進行修訂與技術溝通。物管局人員在計畫執行期間，藉由電話聯繫、電子郵件、當面訪談的方式與研究人員進行交流，雙方均獲益良多。計畫工作之後續推動亦將持續秉持集思廣益凝聚共識的精神，共同為我國放射性廢棄物的確保安全與永續管理而努力。</p>
1-1A	<p><b>處置坑道結構長期穩定需求及監測方法之研究</b></p> <p>本研究完成「處置坑道運轉期間襯砌異狀關鍵肇因判斷」、「襯砌異狀關鍵肇因與因應的檢監測方法」與「處置坑道封閉前之檢測與評估項目研析」工作項目，並融合國外處置坑道在安全評估與長期檢監測經驗，歸納出處置坑道封閉後之監測對策，最後針對低放審查導則(第0版)處置坑道相關章節內容提出建議。</p>
1-1B	<p><b>低放射性廢棄物最終處置建議候選場址設施設計概念差異案例之研究</b></p> <p>本研究依原訂規畫完成低放射性廢棄物最終處置及其設施設計概念之資料蒐集分析，其中完成我國低放射性廢棄物處置設施安全要求與設計準則之資料蒐集與分析、我國低射性廢棄物之來源、種類、型態、數量、分類、核種及總活度資料蒐集與分析，並進行本報告安全評估用之重要核種篩選。此外，完成工程障壁設計概念建構，並進行參考場址特性參數蒐集與分析後，完成本報告之水文地質概念模式建構，輔以質點追蹤方法獲得地下水流資訊。於案例計算及討論的部分，完成近岸海平面以上、近岸海平面以下、離島海平面以下等三種可能的處置概念案例分析，並探討處置場位置對於核種傳輸至生物圈時所造成的影響。</p>

	本研究依據資料蒐集及案例分析的結果，釐清處置設施設置在不同位置對於安全評估結果的影響，並對相關成果提出說明與建議。結果有助於低放處置審查導則草案之章節與條文內容修訂。
1-2A	<b>低放射性廢棄物處置場址特性審查規範精進之研究</b> 本研究完成「低放射性廢棄物處置設施安全分析報告審查導則(第0版)之場址特性修訂草案」精進建議，「低放射性廢棄物處置設施安全分析報告審查導則(第0版)處置設施之安全評估修訂草案」、「低放射性廢棄物處置設施安全分析報告審查導則(第0版)處置設施之設計修訂草案」、「低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則」修訂建議，作為安全管制規範精進依據，以提升管制技術。預期透過本研究，可協助建立管制單位對於低放射性廢棄物處置安全獨立審查及分析能力之長程目標。
1-2B	<b>低放射性廢棄物處置設施設計審查規範精進之研究</b> 本研究完成工程障壁劣化模擬之模型建立，並規劃不同劣化程度的測試案例，分析工程障壁劣化對處置安全之影響。故可在設計工程障壁時，就先將障壁劣化的因子考慮進去，並以增加障壁厚度做為確保處置設施安全之手段之一，並可供營運單位與管制機關參考。
1-2C	<b>低放射性廢棄物處置設施安全評估審查規範精進之研究</b> 本研究完成坑道處置近場-遠場整合安全分析案例，以HYDROGEOCHEM模擬遠場流場與傳輸在三種不同水面下由近場坑道外釋之相對核種濃度空間分布，由於地形高程遠大於海平面變動高程，因此相對核種濃度空間分布差異並不顯著。在近場-遠場全解析解整合應用部分，近場部分主要成果為改進NUMO近場解析解直角座標技術發展圓柱座標解析解以較符合源項外釋特徵，再整合遠場解析解應用。
1-2D	<b>低放射性廢棄物處置輻射劑量評估安全審查模式之研究</b> RESRAD-OFFSITE程式為低放射性廢棄物最終處置輻射劑量評估安全審查模式。配合瑞典已發展SR-Site生物圈安全評估參考案例，進行比較與測試。並將子計畫四輻射劑量與風險評估應結合子計畫三全系統安全評估，以達全系統之輻射劑量與風險評估。並研議低放審查導則(第0版)輻射劑量評估有關章節與條文內容修訂建議納入子計畫一工作實施。
2-1A	<b>日本用過核子燃料乾式貯存安全技術發展研析</b> 本研究蒐集與研析福島事件後東京電力公司所發佈的相關文件，除希望瞭解日本現階段對於乾式貯存設施長期結構完整性評估技

	術，也希望能藉以提昇國人對現階段乾貯設施安全技術之瞭解。
2-1B	<p><b>用過核子燃料長期管理技術議題之研析</b></p> <p>我國因與歐美具有用過燃料中長期貯存相關經驗國家無實質邦交，或非為相關國際性組織如IAEA或OECD/NEA等會員，故於技術面與政策面的發展近況，無法直接獲取，進而造成資訊的蒐集有一定的阻礙與挑戰，故未來的資訊蒐集及研析應以參加上述相關組織或會員國周邊國際會議進行關鍵資訊的調查，並建立可能的溝通管道及合作機會，以持續深化我國用過燃料中長期延續貯存未來規劃與政策推動之能力。</p> <p>國內正積極推動核一廠及核二廠低燃耗用過核子燃料乾式貯存計畫。為因應將來高燃耗用過核子燃料乾式貯存的需求，必須掌握國際間有關高燃耗用過核子燃料貯存策略走向與管理動態及乾式貯存護箱技術發展趨勢，並積極投入高燃耗用過核子燃料乾式貯存技術的研究，建立我國高燃耗用過核子燃料貯存安全監測、評估與管制相關技術。</p> <p>高低燃耗核燃料鋳合金護套材料性質及劣化模式的相互比較分析，相關資訊的收集及整理，對於本計畫的目標達成皆有一定程度的助益。但由於相關技術階段仍處於開發及評估階段，無法從公開文獻直接取得資料，希望可從參與會議的機會，與相關管理或技術人員進行交流，了解目前之關鍵發展及未來重要趨勢。希望經由此計畫之執行，審查是否可以更進一步完善用過核燃料乾式貯存之管理方案，在目前安全基礎上持續提升乾貯系統之完整性。</p> <p>密封鋼筒在長期貯存期間可能遭遇之劣化問題會因設計、製造及不同環境條件，在型式上或程度上有所差異。國際上對於環境嚴苛程度的制定及測試方法，常會因個別國家規範不同而有明顯落差，無法直接比較測試結果及規範要求，因此如需參考其它國家相關數據經驗或借鏡國外，必須與台灣本土環境建立適度關連性，才不至於發生錯誤解讀。</p> <p>台灣乾貯年限設定為40年，不預期發生密封鋼筒應力腐蝕破裂，因此對此方面技術需求性相對較低，只要對此議題發展趨勢持續關注即可。如長期貯存老化管理的檢測及監測技術的研究開發成果達到現場應用標準，未來如有需要，中期貯存也可借鏡長期貯存相關技術，進一步強化老化管理措施。</p>
2-1C	<p><b>核二廠乾式貯存設施設計壽命期間熱傳行為分析</b></p> <p>本研究執行成果，充份發揮技術發展與人才培育之效益，將乾貯</p>

	<p>系統安全分析中極為重要的熱流分析技術加以維持並深化。雖目前我國核一二乾貯至今仍未實際裝載，但透過本研究所建立與維護的技術，將可為未來所需的實際裝載作業、長期監測與後續與最終處置相結合之各種工作提供所需之技術與經驗，並期許與管制單位之持續合作，能消彌我國社會對乾貯作業的不熟悉與恐慌，進而為國家謀求更多能源供應來源以增進國家競爭力之機會。</p>
2-2A	<p><b>除役階段用過核子燃料池安全管制技術研究</b></p> <p>本研究完成蒐集國際間與除役階段用過燃料池安全管制議題高度相關之重要參考文獻與法規指引，技術團隊於計畫執行過程中將逐步將其中文化並彙整重要建議與內容作為國內相關管制方法擬定參考。年度計畫預期完成工作包含(1)除役階段用過核子燃料安全貯存管制要點說明；(2)除役電廠之用過燃料池風險評估；與(3)用過燃料池的管制需求。期末已完成IAEA第36、116號安全評估報告、洞悉美國境內除役核電廠用過燃料池風險綜合評估報告、與除役階段用過核子燃料池地震風險白皮書等3篇國際重要文獻翻譯，後續將透過了解國內電廠實務與法規管制需求，協助研擬國內相關管制措施，提升除役階段用過核子燃料池安全。</p>
2-3A	<p><b>瑞典用過核子燃料最終處置安全評估技術研析</b></p> <p>用過核子燃料最終處置相關工作牽涉層面甚廣，專業度要求亦高，尤其在整合技術能力培養方面，需要長時間持續進行，方能打下可靠的基礎；此外，由於本項工作至全部完成尚需約四十年的時間，因此在人才培育方面，亦須長期的計畫支持。本年度執行此計畫，充分掌握國際上於此方面的進展，也同時對國內未來相關研發及技術能力發展需求提出建言，期盼有關工作能繼續用力推動，以建立國內自有技術能力，提升國人對用過核子燃料最終處置安全的信心。</p>
2-3B	<p><b>高放射性廢棄物最終處置及其設施安全分析技術規範之研究</b></p> <p>本研究完成「高放射性廢棄物處置及其設施安全分析技術規範」(草案)所需資料蒐集分析。其中特別針對2項國際重要文件進行全文中文翻譯，成果可提供我國訂定高放射性廢棄物處置相關法規之科學技術基準。此外，本研究亦針對其中重要內容是否適合國內參考應用，提出採參建議，並歸納分析出管制要項，做為研擬我國技術規範草案之依據。</p> <p>本研究亦完成高放射性廢棄物處置及其設施安全分析技術規範內容要項分析。完成技術規範草案研擬之前提討論及既有法規體系的相容性分析。</p>

本研究與管制人員溝通與研討後，提出我國「高放射性廢棄物處置及其設施安全分析技術規範」(草案)。未來管制機關可以此為基準，進一步納入社會公眾與專家學者的意見，據以研訂高放處置安全分析報告導則。
---

填表人：蔣焜淵 聯絡電話：02-22322318 傳真電話：02-22322308

E-mail：kyc@aec.gov.tw

主管簽名：邱賜聰