

113 年度政府科技發展計畫

績效報告

(D006)

計畫名稱：放射性廢棄物安全管制與審驗技術發展
(1/4)

執行期間：

全程：自 113 年 1 月 1 日至 116 年 12 月 31 日止

本期：自 113 年 1 月 1 日至 113 年 12 月 31 日止

主管機關：核能安全委員會

執行機關：核能安全委員會核物料管制組

目 錄

【113 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】	1
壹、 總目標(系統填寫).....	3
一、 緣起.....	3
二、 總目標及其達成情形	3
三、 主要工作項目推動具體成果(請填寫累積成果)	5
貳、 經費執行情形.....	6
一、 全程經費(由系統加總).....	6
二、 年度經費(由系統填寫).....	7
1. 經費支用說明	8
2. 經費實際支用與原規劃差異說明	8
參、 成果之價值與貢獻度 (請上傳累積成果)	9
肆、 檢討與展望 (請上傳累積成果)	15
伍、 其他補充資料 (請上傳累積成果)	17
一、 跨部會協調或與相關計畫之配合	17
二、 大型科學儀器使用效益及共用分享機制說明	17
三、 其他補充說明(分段上傳).....	17
附錄、細部計畫.....	18
一、 全程架構及經費	18
二、 年度執行摘要	20

【113年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】

審議編號	113-2001-02-28-01	
計畫名稱	放射性廢棄物安全管制與審驗技術發展(1/4)	
主管機關	核能安全委員會	
執行機關	核物料管制組	
計畫類別	☐ 政策計畫 ☒ 一般計畫 ☐ 基礎研究	
重點政策項目	☐ 數位經濟與服務業科技創新 ☐ 亞洲・矽谷 ☐ 智慧機械 ☐ 綠能產業 ☐ 生醫產業 ☐ 國防產業 ☐ 新農業 ☐ 循環經濟圈 ☐ 晶片設計與半導體前瞻科技 ☐ 文化創意產業科技創新 ☐ 其他_____	
全程期間	113 年 1 月 1 日 至 116 年 12 月 31 日	
資源投入 (以前年度為決算數，系統自動帶入)	年度	經費(千元)
	113	13,197
	114	15,000(預估)
	115	16,050(預估)
	116	11,753(預估)
	合計	56,000
計畫摘要	「放射性廢棄物安全管制與審驗技術發展」計畫係以 4 年期程(113 至 116 年度)進行規劃，並逐年檢討成效後提出計畫書。根據安全管制業務研發需求，分為低放射性廢棄物處理與貯存、用過核子燃料乾式貯存及放射性廢棄物處置等 3 項細部計畫，其下於 113 年度共規劃 7 個子項計畫。計畫的主要研發工作將委託學術研究機構執行，並由管制人員共同參與，以吸收成果與提升管制技能。本計畫執行具有優先性與重要性的研發工作，解決安全管制面臨的技術議題，並建立審核的科技基準。應用研發成果可落實對放射性廢棄物管理設施經營者之監督，抑低事故風險，確保維護環境品質與公眾安全。 本計畫 113 年度研發架構與主題如下： 細部計畫 1：低放射性廢棄物處理與貯存安全管制技術研發 1-1 小產源放射性廢棄物減量技術研析 1-2 核電廠除役廢棄物及放射性廢棄物設施除役之安全管制研	

	究 細部計畫 2：用過核子燃料乾式貯存安全管理技術研發 2-1 用過核子燃料室內乾貯設施興建製造查驗與運送作業管制技術研析 2-2 用過核子燃料乾式貯存護箱於裝載作業期間之輻射與熱流管制技術研析 細部計畫 3：放射性廢棄物處置安全管理技術研發 3-1 低放射性廢棄物處置安全管理審驗技術研析 3-2 高放射性廢棄物處置安全管理審驗技術研析 3-3 放射性廢棄物安全管理國際資訊及法規研析			
計畫連絡人	姓名	藍泰蔚	職稱	科長
	服務機關	核能安全委員會		
	電話	02-23222310	電子郵件	twl@nusc.gov.tw

壹、總目標(系統填寫)

一、緣起

核能安全委員會(以下簡稱核安會)與放射性廢棄物相關的重要業務職掌包含規劃、督導、管制放射性廢棄物之處理、貯存與最終處置；放射性廢棄物設施之設計、建造、運轉及除役或封閉等安全分析之審查、檢查與管制事項；放射性物料輸入、輸出、處理、貯存、運送等運作之審查、檢查與管制事項；放射性物料管理法規及技術準則之研擬事項；放射性物料安全管制等國際合作事務。

基於達成嚴密管制放射性物料的營運安全、維護公眾健康與環境品質的任務目標，爰提出本計畫，以落實相關業務所需之安全管制技術發展工作。核安會為負責安全管制的行政機關，因此本計畫研發工作將以委託研究方式由國內專業與學術機構執行技術研發計畫。本計畫定位在以適當的經費與人力資源，進行具有優先性與重要性的管制技術研發工作，以釐清與解決所面臨的技術問題。

二、總目標及其達成情形

1. 全程總目標：應用科技研發成果貫徹放射性廢棄物處理、貯存與處置的安全管制，達成確保公眾安全與維護環境品質之目標。
2. 分年目標與達成情形

年度	第一年 113 年	第二年 114 年	第三年 115 年	第四年 116 年
目標 (當年度 由系統帶 入，不可 修改)	O1 ：強化放射性廢棄物安全管制，確保公眾安全 O2 ：精進管制技能，提升專業素養，培育人才			
預期關鍵 成果 (當年度 由系統帶 入，不可 修改)	KR1-1 ：113 年度落實安全管制技術應用，監督處理與貯存作業，要求經營者設施運轉作業零輻安事故。 KR1-2 ：113 年依據研發成果精進放射性物料管制規範，完成 1 件以上管制技術規範草案/修正，使我國安全標準符合當前國際水準。 KR1-3 ：113 年應用研發成果建立之審驗技術，完成審查低放與高放射性廢棄物處置計畫文件 4 件以上，使處置計畫在安全前提下持續推動。			

	KR2-1：113 年度實施計畫工作至少完成：養成 2 個研發團隊，辦理 3 場次技術研討會，產出 3 篇期刊/研討會論文，產出 7 篇研究報告，促進知識分享並培養外部專家群體，以多元觀點完善安全審查作業。 KR2-2：113 年度分享研發成果完成機關內部管制人員專業訓練課程 30 小時以上，與時俱進提升技術能力，確保貫徹安全管制監督之職能。			
年度計畫目標達成情形（含重大效益）	1.低微表面污染金屬放射性廢棄物之電化學除污及破碎減容技術研析 2.用過核子燃料貯存設施再取出單元營運維護及運輸研究技術研析 3.壓水式反應器用過核子燃料乾貯護箱之輻射屏蔽與熱流分析技術建立及案例研析 4.日本用過核子燃料貯存設施安全管制技術研析 5.低放射性廢棄物淺地表處置安全管制之關鍵議題研析 6.用過核子燃料最終處置環境之膠體影響管制技術研究 7.113 年放射性廢棄物安全管制國際資訊研析 8.完成 2024 年版聯合公約國家報告書中文版編撰 9.113 年度關鍵績效指標：完成 1 件管制技術規範修正，完成審查低放與高放射性廢棄物處置計畫文件 4 件；完成 3 個研發團隊；辦理 3 場次技術研討會；產出 8 篇研究報告；完成機關內部管制人員專業訓練課程 42 個小時。			

註：年度計畫目標達成情形（含重大效益）請依目標簡要說明進展或重要成果。若有未達成、未完全達成或其他需要說明或圖示之處，請於下方填寫。

說明：113 年度已達成預期化目標

三、 主要工作項目推動具體成果(請填寫累積成果)

主要工作項目	推動具體成果
低放射性廢棄物處理與貯存安全管制技術研發	1. 研究並分析國際上放射性金屬廢棄物的電化學除污處理技術，作為我國未來制定相關管制措施的參考依據。 2. 建立針對小產源金屬廢棄物的本土化電化學除污與切割破碎技術，為後續擴大規模處理小產源放射性廢棄物奠定前期研發基礎，並實現減容與減量的環境保護目標。 3. 針對低微表面污染的小量放射性金屬廢棄物進行除污技術驗證，確保經過電化學處理的碳鋼與不鏽鋼符合外釋標準，並達到輻射安全要求。
用過核子燃料乾式貯存安全管制技術研發	1. 蒐集國際間用過核子燃料池維護經驗，並結合我國核電廠實務情況，提出再取出單元審查精進建議，另分析多個國際案例，整理維護與營運關鍵因素，進一步提升我國管制能力與技術，以確保貯存及再取出過程符合國際標準。此外，透過研析國際運輸經驗及案例，結合我國未來用過核子燃料運輸情境，提出運輸安全審查注意事項與管制技術建議，完善我國放射性物質安全運輸審查技術。 2. 分析美國、英國及西班牙之壓水反應器用過核子燃料併同非燃料組件進行乾貯之案例及其管制要求，並藉由輻射屏蔽與熱流分析工具完成技術研析。結果顯示可透過均質化技術模擬及處理不同燃料類別與非燃料組件併存之裝載情境，並選擇性質保守者進行安全分析，即可確保分析結果之正確性。 3. 針對日本用過核子燃料乾式貯存設施的安全管制經驗進行研析，提出有關場址環境、地震、海嘯等安全設計上之實務作法。加強乾式貯存設施之風險評估、試運轉與數據蒐集，提出安全管制具體建議。另根據日本福島核災經驗，提出金屬容器及燃料長期安全性之潛在課題。
放射性廢棄物處置安全管制技術研發	1. 蒐集並分析英國、捷克、西班牙、法國等國之年度報告，掌握低放處置場的現況問題，整理淺地表處置設施的安全論證與管制經驗，舉辦國內專家討論會議進行意見交流。 2. 整理用過核子燃料最終處置環境之膠體對高放處置安全影響之關鍵要項，涵蓋膠體的存在性、移動性、穩定性、核種吸附性及不可逆吸附等面向，並建議數項量化管制標準，作為建立膠體管制之參考，提升高放處置安全管制能力。 3. 借鏡芬蘭、瑞典及法國等之高放處置管制經驗，提出關鍵管制建議，可在未來高放處置設施之設計過程進行技術審查。更新我國 2024 年國家報告書草案，並將提請美方表示意見。

貳、經費執行情形

一、 全程經費(由系統加總)

單位：千元；%

總預算數 (A)			總實支數 (B)	總節餘數 (C)	總執行數 (D=B+C)	達成率(%) (E=D/A)	
56,000			12,684	513	13,197	23.57	
各年度	預算數 (F)	實支數 (G)	節餘數 (H)	保留數 (I)	年度執行數 (J=G+H)	年度達成率(%) (K=J/F)	決算數 (G+I)
113	13,197	12,684	513	0	13,197	100	12,684
114	15,000	-	-	-	-	-	-
115	16,050	-	-	-	-	-	-
116	11,753	-	-	-	-	-	-

二、 年度經費(由系統填寫)

單位：千元；%

	113 年度						備註
	預算數 (a)	初編決算數			節餘數(e)	執行率 (d/a)	
		實支數 (b)	保留數 (c)	合計 (d=b+c)			
總計	13, 197	12, 684	0	12, 684	513	96. 11%	
一、經常門小計	13, 197	12, 684	0	12, 684	513	96. 11%	
(1)人事費	0	0	0	0	0	0	
(2)材料費	0	0	0	0	0	0	
(3)其他經常支出	13, 197	12, 684	0	12, 684	513	96. 11%	
二、資本門小計	0	0	0	0	0	0	
(1)土地建築	0	0	0	0	0	0	
(2)儀器設備	0	0	0	0	0	0	
(3)其他資本支出	0	0	0	0	0	0	

註：

1. 初編決算數：因績效報告書繳交時，審計機關尚未審定113年度決算，故請填列機關初編決算數。
2. 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。
3. 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。
4. 預算數：原則填寫法定預算數，如立法院尚未通過總預算，則填寫預算案數。
5. 執行率：係指決算數佔預算數之比例
6. 節餘數：係指執行政府節約措施、辦理招標、匯率變動或工程完工，致經費節餘未辦理保留者。

1. 經費支用說明

本計畫支出項目主要為委託研究費用，依據政府採購法規定，採公開招標方式辦理，整合型計畫以總包價法委託專業研究機構執行計畫。113 年度執行計畫經費法定預算數為：13,197 千元，執行數為 12,684 千元，執行率達 96.11%。

2. 經費實際支用與原規劃差異說明

無

參、成果之價值與貢獻度（請上傳累積成果）

（請說明計畫執行至今所達成之主要成果之價值與貢獻，亦即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。）

一、學術成就(科技基礎研究)

1. 細部計畫 1：113 年低微表面污染金屬放射性廢棄物之電化學除污及破碎減容技術研析

完成研究主要工作包括蒐集及研析國際相關放射性金屬廢棄物電化學除污拋光處理及破碎處理減量減容技術、進行少量低微污染放射性廢棄物處理技術驗證、探討我國低微表面污染金屬放射性廢棄物之電化學除污及破碎減容技術研析及策略建議。低微表面污染的碳鋼不鏽鋼經過電化學表面除污後可滿足外釋標準 100Bq/kg。

2. 細部計畫 2：113 年用過核子燃料貯存設施再取出單元營運維護及運輸研究技術研析

本年度主要完成國際間用過燃料池在電廠除役後的相關維護與運營工作研析，並與我國目前除役中與除役規劃中的電廠進行比對，結合國際的相關法規與做法，提出我國再取出系統的審查要項建議。藉由這些建議將能夠確保未來我國審查乾式貯存系統的再取出設備時，有類似的經驗與依據可供參考。

運輸案例中已蒐集及彙整國際間與用過核子燃料運輸相關之資料，並從不同面向研析用過核子燃料運輸計畫規劃、安全審查、安全管制技術等項目，所需具備之材料以及其中之關鍵要素。所取得的成果與後續發展概況，其中涵蓋技術與法規層面；在運輸概念計畫案例方面，於 SONGS 電廠發佈關於用過核子燃料的規劃報告之中，包含用過核子燃料廠外運輸的概念計畫，由此可得知從業者或是執行單位的角度，進行用過核子燃料運輸活動前，所需的準備工作、軟硬體設備規劃、運輸路徑規劃、人員訓練、策略考量等。這些資料將可以做為我國未來在制定相關運輸計劃或審查時，提供重要的參考依據與思考方針。

3. 細部計畫 2：113 年日本用過核子燃料貯存設施安全管制技術研析

(1)國際經驗分析：對日本乾式貯存技術的長期穩定性檢測與金屬容器焊接技術進行深入研析。

(2)法規研究：詳細分析日本的核燃料循環政策及安全法規，並與我國現行法規進行比較。

(3)長期安全性研究：借鑑福島事故後的檢測方法，探討金屬容器應力腐蝕研究與燃料完整性評估的可行性。

4. 細部計畫 3：113 年低放射性廢棄物淺地表處置安全管制之關鍵議題研析

本研究研究中盤點及蒐集國際間淺地表處置國家之最新處置近況，整理淺地表處置設施類型，作為後續延伸研究之依憑。除此之外，重點研析 IAEA 於 2024 年公開之報告，該文獻主要彙整放射性廢棄物淺地表處置安全論證與安全評估的發展、審查及經驗交流相關資訊。研析成果發現，部分國家低放廢棄物產量超過現有處置場容量，已規劃新設施或擴建現有設施。而「IAEA-TECDOC-2041」彙整了淺地表處置論壇的成果，

針對安全論證的應用、管制經驗、封閉後安全評估及溝通策略進行討論。

5. 細部計畫 3：113 年用過核子燃料最終處置環境之膠體影響管制技術研究

完成膨潤土膠體對銫核種的吸附分析，並由線性模式數據擬合得到銫在膨潤土膠體的分配係數 K_d 值約為 104 mL/g

6. 細部計畫 3：113 年放射性廢棄物安全管制國際資訊研析

本計畫系統性與全面性的蒐集彙整 2024 年度之放射性廢棄物處置國際動態資訊研析，完成 45 篇羅列國際核後端管理計畫暨法規、低放射性與高放射性廢棄物處置等相關新聞。本年度也完成蒐整國際重要經驗，提供做為安全管制的科學參考基準，以及與各利害相關者溝通的素材。

二、技術創新(科技技術創新)

1. 細部計畫 1：113 年低微表面污染金屬放射性廢棄物之電化學除污及破碎減容技術研析

- (1)整合電化學技術建立電化學拋光除污電解槽、電源供應器與安全作業環境之通風抽氣設備系統等，建構良好安全作業環境，使執行低微表面污染金屬放射性廢棄物之電化學除污作業能順利執行，同時確保電化學金屬除污工作安全運作。
- (2)使用離子切割機來切割金屬，這種切割方法可以精確地切割各種導電金屬，包括鐵、不銹鋼、碳鋼等等，透過等離子切割技術可將廢棄金屬切割至合適尺寸，再進行廢金屬電化學除污試驗與驗證。
- (3)透過除污電解液，控制反應時間、溫度等條件，對於碳鋼或者不銹鋼金屬表面除污之測試，計算量測電化學除污作業移除膜厚與實驗前後的表面劑量之量測，並確認計算其除污效率，以驗證電化學除污應用於金屬類小產源廢棄物之可行性評估。

2. 細部計畫 2：113 年壓水式反應器用過核子燃料乾貯護箱之輻射屏蔽與熱流分析技術建立及案例研析

建立整合 SCALE/TRITON、SCALE/MAVRIC 分析技術之源項分析工具，其結果可作為 CADIS 理論結合決定論法與蒙地卡羅法的輻射屏蔽分析技術，完整評估護箱裝載 PWR 燃料及 NFH 時與 BWR 燃料所具有之表面劑量差異

建立乙套以 CFD 熱流分析工具，可系統性的評估 PWR 燃料與 NFH 合併貯存之熱流特性；此外研究中亦藉由已認可之均質化處理程序，建立 PWR 燃料與 NFH 在不同組合下所具有的熱流熱特性計算，並作為篩選代表性貯存物之判斷依據。

3. 細部計畫 2：113 年日本用過核子燃料貯存設施安全管制技術研析

- (1)技術檢測標準：研究日本在核燃料乾式貯存中金屬容器焊接檢查的最佳實踐，強化技術創新能力。
- (2)試運轉與數據收集：建議通過試運轉與實測驗證技術效能，以提高核設施營運的安全性。
- (3)新材料應用：開發高導熱鋁合金作為燃料提籃材料，增強乾式貯存系統的承載能力。

4. 細部計畫 3：113 年低放射性廢棄物淺地表處置安全管制之關鍵議題研析

我國低放射性廢棄物處置採坑道式方式進行發展，對於淺地表處置相關之研究較少深入探討，而本研究彙整淺地表處置相關之關鍵議題，可做為後續淺地表處置相關研究之依憑。

5. 細部計畫 3：113 年用過核子燃料最終處置環境之膠體影響管制技術研究

建立核種在膨潤土膠體之吸附實驗標準作業流程及擬合分析能力

6. 細部計畫 3：113 年放射性廢棄物安全管制國際資訊研析

本計畫研析國際高放射性廢棄物處置技術研發資訊與策略，將可進一步促進提升我國在處置技術上突破及創新的研發能量，對我國管制機關具有一定的參考與比對價值。並且，以芬蘭為目標，於期末報告提出「芬蘭用過核子燃料最終處置運轉執照申請案例安全管制」作為重要案例研析主題，可提供做為管制參考。

三、經濟效益(經濟產業促進)

1. 細部計畫 1：113 年低微表面污染金屬放射性廢棄物之電化學除污及破碎減容技術研析

減少輕微表面污染金屬廢棄物，可以有效達到減容、減量之目的，減少廢棄物倉儲壓力與成本，回收金屬廢棄物可達成資源再利用目的。

2. 細部計畫 2：113 年日本用過核子燃料貯存設施安全管制技術研析

(1)技術國產化：推動國內製造業如金屬容器生產和焊接檢測技術的自主發展。

(2)節省長期成本：透過參考日本技術規範，完善設施設計，減少運轉與維護成本。

(3)產業鏈拓展：藉助乾式貯存技術，帶動周邊產業發展，促進經濟效益。

3. 細部計畫 3：113 年用過核子燃料最終處置環境之膠體影響管制技術研究

促進用過核子燃料最終處置的安全審查作業

4. 細部計畫 3：113 年放射性廢棄物安全管制國際資訊研析

本計畫在國際有關用過核子燃料處置後再取出經驗研析上，蒐整瑞典、芬蘭、法國、瑞士、美國、加拿大等國相關資訊與案例。歸納各核能國家放射性廢棄物處置後再取出的相關考量、法規、具體措施，提出值得討論的議題、觀點。依據各國在高放射性廢棄物處置在核後端產業上推動的優良經驗，通盤檢視我國在處置技術上是否不足處，以精進我國在處置技術上符合發展時程，循序漸進達成處置設施設計目標。

四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

1. 細部計畫 1：113 年低微表面污染金屬放射性廢棄物之電化學除污及破碎減容技術研析

小產源污染金屬廢棄物經過電化學除污、切割破碎化之技術，搭配國原院實際執行經驗，可協助後續放大規模妥善處理小產源放射性廢棄物參考，有效達到減容、減量之環境保護安全的目的。

2. 細部計畫 2：113 年用過核子燃料貯存設施再取出單元營運維護及運輸研究技術研析

由於我國乾式貯存工作將會包含再取出系統的設計，在意外事故下可能面臨用過核子燃料的破損而需要重新裝罐，因此相對應的用過核子燃料再取出設備與設施就是需要具備的能力。而再取出設備與設施在國外目前仍以用過核子燃料池或另外有其他集中貯存設施。我國在這方面短期仍以核電廠用過核子燃料池為主，若未來要興建用過核子燃料再取出池，也必須確保這些設備與設施的維護營運等工作都符合規範。藉由提出用過核子燃料池的維護與監測程序等資料，增加我國未來選用再取出系統的多元可行性，並可同時確保用過核子燃料的貯存與再取出等程序設備等都符合國際經驗。

關於與運輸相關之安全審查、安全管制技術及安全評估等工作，有必要持續針對相關議題進行蒐集、分析與研究，於展開運輸活動前，有系統地建立所需之審查能力及管制技術。藉由美國核廢棄物技術審查委員會審查內容，了解美國能源部對於運輸安全管制技術的研發成果、發展進程、研究方向以及專家意見外，亦可從電廠制定的運輸計畫中，了解業者對於執行運輸任務規劃的具體步驟、策略考量、對法規、技術和後勤的要求等。本研究計畫中，已針對用過核子燃料運輸安全審查與安全管制技術，就用過核子燃料運輸包裝、運輸路徑風險評估工具、長期貯存後運輸、高燃耗用過核子燃料貯存後運輸、運輸護箱廠內傳送路徑、陸運運輸載具、海運運輸載具、除役電廠內之硬體設施、檢查、保安和緊急應變計畫、人員培訓及知識管理系統、公眾宣傳及溝通等項目，研擬適當的評估項目與建議事項，作為未來管制單位審查運輸計畫與相關活動之參考依據。

3. 細部計畫 2：113 年壓水式反應器用過核子燃料乾貯護箱之輻射屏蔽與熱流分析技術建立及案例研析

本研究自國際資訊蒐集與案例研析開始，充分地由國際先例與技術研析等不同面向探討 PWR 燃料合併貯存 NFH 之可行性與應管制事項；藉由所先行研究所建立之管制要點與建議有助於提升管制能量並作為對外說明之佐證資訊，以期消弭國內對 PWR 燃料中期貯存之安全顧慮，進而加速乾貯作業之推展。

4. 細部計畫 2：113 年日本用過核子燃料貯存設施安全管制技術研析

(1)降低環境風險：透過多重屏蔽結構設計，降低放射性物質洩漏的風險。

(2)社區互動與接受：學習日本經驗，加強與地方政府及民眾的互動與宣導活動，增強核能設施的社會接受度。

(3)建立安全文化：推動乾式貯存的科普宣導，促進社會對設施安全的理解與支持。

5. 細部計畫 3：113 年低放射性廢棄物淺地表處置安全管制之關鍵議題研析

本研究蒐整國際間低放處置之最新資訊，以及淺地表處置設施類型、國家及處置廢棄物類型等。除此之外，本研究還研析「IAEA-TECDOC-2041」技術報告，報告中針對安全論證的應用、管制經驗、封閉後安全評估及溝通策略進行經驗分享及彙整。透過國際間之溝通經驗，可以發現國際間低放射性廢棄物處置普遍可能遭遇之問題，並習得相對應之解決辦法，並整合國際最新處置資訊，回饋於我國低放射性處置之發展，讓政府部門、管制機關、設施營運者、對低放射性興趣民間團體或民眾的溝通能更順暢，並增加民眾的信心，使處置計畫能更順利推動。

6. 細部計畫 3：113 年用過核子燃料最終處置環境之膠體影響管制技術研究

提升用過核子燃料最終處置安全審查的能力

7. 細部計畫 3：113 年放射性廢棄物安全管制國際資訊研析

本計畫完成 45 篇羅列國際核後端管理計畫暨法規、低放射性與高放射性廢棄物處置等相關新聞，議題涵蓋管制面、管理面、技術面與法規面等，提供公眾及時國際性資訊的認知，獲取對等的核廢關計資訊，無論在國家政策、計畫推動、或相關利害團體知溝通，均有相當助益，可增進社會福祉提升、環境保護安全。

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)

1. 細部計畫 1：113 年低微表面污染金屬放射性廢棄物之電化學除污及破碎減容技術研析

參與本計畫之學士生藉由實務參與未來管制任務及技術研析之契機，先行以合適之分析工具進行與管制、安全評估相關議題之技術研析，進而獲得充份之訓練與經驗，有助於未來國內管制、安全評估所需之人才培育。

2. 細部計畫 2：113 年用過核子燃料貯存設施再取出單元營運維護及運輸研究技術研析

本案透過蒐集國際用過核燃料池維護與再取出系統的運營經驗，結合我國現行核電廠的實際操作與法規條件，提出精進我國再取出系統安全審查的要點與建議。此舉不僅優化了現有法規制度，確保其符合國際標準，還能提升我國在核燃料管理上的安全性與監管能力，進一步降低輻射風險，確保核電運行與除役的安全性與可行性。

而用過核子燃料之運輸議題上，通過分析國際間用過核子燃料運輸經驗與規劃，彙整各國所採用的運輸模式，除了常見之陸運運輸外，已針對英過、法國、日本及瑞典等各國海運運輸規劃與實際經驗進行分析，並結合台灣本土未來運輸用過核子燃料的現有基礎與假設情境，提出與運輸安全及安全管制技術相關之精進建議。希望未來能促進台灣與國際間的技術交流與合作，藉由學習國際標準和成功經驗，建立符合本土條件的運輸審查框架與技術規範，進一步提升台灣在高放射性物質運輸領域的安全管理與管制審查能力。

3. 細部計畫 2：113 年壓水式反應器用過核子燃料乾貯護箱之輻射屏蔽與熱流分析技術建立及案例研析

參與本計畫之碩士生藉由實務參與未來管制任務及技術研析之契機，先行以合適之分析工具進行與管制、安全評估相關議題之技術研析，進而獲得充份之訓練與經驗，有助於未來國內管制、安全評估所需之人才培育。

4. 細部計畫 2：113 年日本用過核子燃料貯存設施安全管制技術研析

(1)法規與政策完善：建議修訂我國相關法規，強化對乾式貯存設施的安全評估與營運指南。

(2)人才培育：借助日本經驗，推動核能技術與管理人才的系統培訓。

(3)國際合作：與日本、美國及其他核能技術領先國家合作，提升國際影響力。

(4)政策融入實務：透過試運轉與實例研究，推動政策與現場實務的有效結合。

5. 細部計畫 3：113 年低放射性廢棄物淺地表處置安全管制之關鍵議題研析

參與本計畫之人員，藉由蒐整相關文獻，可了解國際間有哪些國家進行低放射性淺地表處置計畫，進一步研析相關文獻，對於各國低放射性廢棄物淺地表處置之方法、處置環境以及相關法規等都能有一定程度的掌握。本計畫已舉辦兩場討論會，使計畫參與人員除了在本計畫進行文獻研析之外，亦可與相關領域之專家學者進行交流，以提升對相關議題的認知。本研究之研析成果，亦可對我國未來相關研究之方向提供重要參考依據。

6. 細部計畫 3：113 年用過核子燃料最終處置環境之膠體影響管制技術研究

藉由本研究的執行，相關人員對於用過核子燃料最終處置環境之各種膠體影響因素可以獲得充分的了解並且進一步掌握。在此基礎上，審查機關人員也可提升膠體傳輸對處置安全影響的審查能力。未來預期可透過國際合作與國外專家進行交流，強化我國在國際間用過核子燃料處置安全研究領域之地位。

7. 細部計畫 3：113 年放射性廢棄物安全管制國際資訊研析

本計畫涵蓋(1)國際資訊蒐整與研析；(2)處置再取出概念國際資訊研析與管制建議；及(3)蒐集國際資訊以研議我國聯合公約報告書精進內容。相當具有層次性，包括多面性資訊整合、提升至關注處置後再取出技術議題、及國家層次之放射性廢棄物管理安全之論述，任務重要且執行細項繁多。因此，投入之計畫管理嚴謹、具經驗與優秀技術人力共同執行與傳承、多元涉及法規檢討與建議等，特別是在 2024 國家報告書草案的更新與彙編的成果，可供未來國際同儕相互審視交流之具體呈現，著實有良多貢獻。

肆、檢討與展望（請上傳累積成果）

（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。）

1. 細部計畫 2：113 年用過核子燃料貯存設施再取出單元營運維護及運輸研究技術研析

由於我國核電廠的運行規劃較外國不同，未來再取出系統若延續現行安全標準，應足以涵蓋冷卻、輻射監控與人員操作規範等目標。但在法規適用上，應比對各項監管條件及國際經驗適度調整，審查準則應注意考慮未來再取出過程僅會有需要更換之護箱內的用過燃料，應不同於現行運轉中電廠的規模。且國際間再取出系統審查強調在合理條件下，將會適切調整之運轉監測頻率與程序，本計畫依據國際運轉資料，結合我國核一、核三廠參考資料，提出我國再取出系統之審查要項之相關精進建議。其中部分建議將會考量若採用現行的用過核子燃料池作為再取出系統時，所需要特定滿足的相關內容。

用過核燃料的運輸議題上，由於台灣核電廠外皆無鐵路通過，不論採用全程陸運或是陸運搭配海運的模式，由廠內貯存設施至目的地或是轉運站的路線上，皆需採用陸運機具作為第一段運輸工具，可能是以自走式模組運輸車/多軸油壓板車，或是重型拖車頭搭配重型拖板車等工具進行運輸，自走式模組運輸車適用於廠內道路或是專用道路，重型拖板車適用於一般道路；這兩種方式運輸之包件總重量可能超過 118 公噸，對於廠內傳送路徑及廠外運輸道路，皆需要進行荷重等安全項目的評估。另外，本土尚未有運輸路徑評估工具，過往是根據特定運輸路線進行非放射性及放射性影響評估，各國對此項目皆有開發各自適用之評估工具，如美國 DOE 針對境內運輸開發相對應的系統，日本就海上運輸開發合適之評估系統。建議就(1)公路運輸、(2)海上運輸、(3)碼頭銜接等方面，建立路徑及風險評估技術，由於此類系統具有地域性，並需要依賴當地數據及資訊，用以搭建本土數據模型、取得本土關鍵參數，以及建置風險評估技術，開發此種評估工具將有助於完善運輸安全審查所需具備之能力與技術。

2. 細部計畫 2：113 年日本用過核子燃料貯存設施安全管制技術研析

- (1) 累積營運數據：推動乾式貯存設施的試運轉，全面蒐集設備性能、操作流程與人員熟練度等數據，以強化乾式貯存設施安全評估和相關技術規範。
- (2) 完善法規體系：參考國際經驗，修訂現有法規，增強其適應性與彈性，逐步建立符合我國需求的乾式貯存法規架構。
- (3) 深化技術能力：專注於金屬容器長期穩定性研究、應力腐蝕防護技術及燃料完整性評估，形成技術與檢測標準的本土化特色。
- (4) 推動國際合作：強化與國際機構（如日本、美國）的合作與資訊交流，導入先進技術與管理經驗，並參與國際標準制定。
- (5) 強化公眾參與：增加與地方社區的互動，透過宣導活動及資訊透明、共享，促進民眾對乾式貯存設施的支持與理解。
- (6) 建立乾式貯存文化：透過持續訓練與專業發展，促進管制單位的管制專業知能，以監管業者符合相關規定，打造良好的乾式貯存管理文化。

3. 細部計畫 3：113 年低放射性廢棄物淺地表處置安全管理之關鍵議題研析

未來延伸研究方向方面，針對淺地表處置之國際資訊研析，可優先集中於條件與我國類似的國家進行整理，可加速掌握適用於我國的淺地表處置之相關知識與資訊。另外，可針對淺地表處置場之類型進行較深入的研究，例如不同類型之處置設施其優劣比較、不同類型之處置設施對環境的適用條件或限制等。上述之研析方向，也可重點關注淺地表處置設施中，相對重要的設施「隔離」安全功能及處置場的「監測」議題深入研究。

我國法規或導則修訂方面，我國低放安全報告審查導則之內容，目前主要以坑道式之處置設施進行訂定，未來如需納入淺地表處置，可增訂淺地表處置相關內容。另一方面，我國目前針對低放射性廢棄物處置之法規，尚未對於安全論證相關規範進行要求，未來建議可增訂安全論證相關法規，讓設施經營者有相關法規依循。

4. 細部計畫 3：113 年用過核子燃料最終處置環境之膠體影響管制技術研究

膠體具有將放射性核種傳輸至生物圈的潛力，因此本工作之執行成果，可以協助核安會建立膠體對於處置安全的管制要點，強化核安會在高放處置安全管制的量能。本團隊過去在核種遷移的實驗及模擬分析投入多年的研究，藉由本研究的執行，相關人員由文獻蒐集及研析，實驗工作規劃、執行及數據分析，對於用過核子燃料最終處置環境之各種膠體影響因素可以獲得充分的了解並且進一步掌握。預期可以在此基礎上，持續深入膠體傳輸的各項研究議題。相關研究將發表於相關期刊論文及 Migration 重要國際學術研討會，與國外專家進行交流，提昇我國在國際核種遷移研究領域之地位。

5. 細部計畫 3：113 年放射性廢棄物安全管理國際資訊研析

針對 2024 年國際上有關放射性廢棄物安全管制的重大事件，本計畫摘譯 21 則 2024 年度有關放射性廢棄物管理及發展之國際動態資訊，並針對芬蘭用過核子燃料處置設施運轉執照申請最新進度進行案例研析。總結歸納國際趨勢顯示，2024 年核能先進國家多數積極參與高放處置計畫的發展：芬蘭、法國、瑞典與瑞士的高放處置計畫均達成重要里程碑；加拿大、德國與英國選址中。有鑑於處置計畫為跨專業及跨世代的長期工作，而處置技術日新月異，建議應持續彙整更新國際動態，並借鑑優良的實務經驗，將有助於我國處置計畫的推動發展。

依據我國核安會法規高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則第 11 條：「高放處置設施之設計，應確保高放射性廢棄物放置後五十年內可安全取出」。本子項計畫為了解各國處置計畫對再取出的規範要求與規劃方案，以利我國後續對此項管制需求之研究發展，因而蒐集彙整瑞典、芬蘭、法國、瑞士、美國、加拿大等國際資訊與案例為重要參考。有鑑於處置計畫為跨專業及跨世代的長期工作，而處置技術日新月異，建議以例行性計畫持續適時參考國際案例，就放射性廢棄物處理、貯存與處置等關鍵技術議題，重技術面與法規面的檢討，超前部署並與時俱進，將有助於我國核能後端產業相關計畫的推動發展。

本計畫蒐整並研析國際主要核能國家「用過核子燃料與放射性廢棄物管理安全聯合公約」國家報告書進版重點，並完成我國聯合公約報告書精進彙編，針對核能先進國家的相關具體作法與優良實務經驗進行資訊蒐整與研析，以回饋國際經驗，提升我國安

全管制技術能力。鑒於該國家報告書每三年更新改版，建議以例行性計畫持續掌握國際動態發展及他山之石，以利充分展現我國投入該領域的諸多努力。基於核廢管理安全技術、法規與執行各面向等常涉及國際性的實務交流，迄今所完成彙編之我國 2024 年版國家報告書中文版草案，內容涵蓋等議題的論述，後續再以英文版呈現及進一步更新，將有利於提供 IAEA 會員國友我國家進一步交流互動，以及落實國際同儕互審機制，一方面展現我國技術經驗及相關設施與管理現況的良好成效，一方面也藉以吸取國際經驗補足國內相關技術需求，並且透過國際技術交流互動的成效，提升國人對核廢管理安全的信心與支持。

伍、其他補充資料（請上傳累積成果）

一、跨部會協調或與相關計畫之配合

（請說明本計畫是否與其他科技計畫相關連，其分工與合作之配合情形為何，若有共同之成果，亦請說明分工與貢獻；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，請強化說明配合情形；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。）

二、大型科學儀器使用效益及共用分享機制說明

本計畫若有編列經費購買、維運之大型科學儀器，請簡述經常性作業名稱、儀器用途、實際使用情形、使用效益…等。

三、其他補充說明（分段上傳）

如有其他利於審查之相關資料，如：計畫成果完整說明、績效自評意見暨回復說明…等。

附錄、細部計畫

一、全程架構及經費

年度 項目		113 年度 決算數 (執行率)	114 年度 預算數	115 年度 申請數	116 年度 申請數	備註
科技計畫總計		12,684	15,000	16,050	11,753	
一、細部計畫 1	小計	3,787	5,000	5,000	3,500	
	(一)經常支出	0	0	0	0	
	1. 人事費	0	0	0	0	
	2. 材料費	0	0	0	0	
	3. 其他經常支出	3,787	5,000	5,000	3,500	
	(二)資本支出	0	0	0	0	
	1. 土地建築	0	0	0	0	
	2. 儀器設備	0	0	0	0	
	3. 其他資本支出	0	0	0	0	
二、細部計畫 2	小計	5,748	4,000	5,050	3,800	
	(一)經常支出	0	0	0	0	
	1. 人事費	0	0	0	0	
	2. 材料費	0	0	0	0	
	3. 其他經常支出	5,748	4,000	5,050	3,800	
	(二)資本支出	0	0	0	0	
	1. 土地建築	0	0	0	0	
	2. 儀器設備	0	0	0	0	

	3. 其他資本支出	0	0	0	0	
三、細部計畫 3	小計	3,149	6,000	6,000	4,453	
	(一)經常支出	0	0	0	0	
	1. 人事費	0	0	0	0	
	2. 材料費	0	0	0	0	
	3. 其他經常支出	3,149	6,000	6,000	4,453	
	(二)資本支出	0	0	0	0	
	1. 土地建築	0	0	0	0	
	2. 儀器設備	0	0	0	0	
	3. 其他資本支出	0	0	0	0	

二、年度執行摘要

細部計畫 1	113 年低微表面污染金屬放射性廢棄物之電化學除污及破碎減容技術研析		計畫屬性	科技計畫	執行機關	國家原子能科技研究院
重點描述		結合國際文獻蒐集與低微表面污染金屬放射性廢棄物之電化學除污及破碎減容技術研析，提供管制建議與妥善處理小產源放射性廢棄物，以達到減容、減量之目的。				
預算數（千元）		決算數（千元）	執行率（％）	節餘數（千元）	總人力（人年） 實際／規劃	
1,400		1,313	93.76	87	1.5/1.5	
其他資源投入						
預期關鍵成果		關鍵成果達成情形				主要成果使用者/服務對象/合作對象
蒐集及研析國際放射性金屬廢棄物電化學除污處理技術		完成委託案研究計畫書中所述的金屬廢棄物電化學拋光減量處理技術，透過廣泛的資料蒐集，深入瞭解當今國際上低放射性廢金屬棄物處理技術之進展現況，而進行彙整與分析。				核能安全委員會
少量低微表面污染放射性金屬廢棄物進行電化學除污處理技術驗證		少量低微表面污染放射性金屬廢棄物進行電化學除污處理技術驗證，不鏽鋼與碳鋼金屬試片於磷酸電解液電化學測試驗證結果，以電化學處理低微表面污染金屬測試驗證，碳鋼、不鏽鋼樣品經電化學拋光處理，處理溫度由 30℃ 提升到 60℃ 能有效地加快電化學拋光速率。增加處理時間或者加大電流密度都能有效增加電化學拋光厚度，對於低微表面污染不鏽鋼放射性廢棄物於 20 分鐘，電流密度 0.1A/cm ² ，溫度 30℃ 電化學拋光處理，處理後的樣品就可以符合外釋 100Bq/kg 的條件。對於低微表面污染碳鋼放射性廢棄物，電化學拋光處理溫度 60℃ 電流密度 0.1A/cm ² 處理 20 分鐘，處理後的樣品有機會滿足符合外釋 100Bq/kg 的條件。				核能安全委員會

電化學除污處理技術運用於小產源放射性廢棄物管制之精進應用性建議	電化學除污處理技術運用於小產源放射性廢棄物管制之精進應用性建議，對於污染金屬表面處理若先使用高壓水柱表面清洗能將表層的鬆散的污染物沉積層和外層的富含鐵的氧化層污染物去除，有助於污染金屬表面電化學除污處理，對於碳鋼表面氧化鏽蝕層會有大的電阻阻力，造成初期的電化學拋光處理拋光厚度較不穩定，若移除碳鋼表面氧化鏽蝕層之後其電化學拋光處理速率變得較穩定，提高溫度到 60℃ 或者增大電流密度也都有辦法克服氧化鏽蝕層所造成的阻力。	核能安全委員會
蒐集及研析國際間金屬廢棄物破碎處理技術資訊	完成蒐集及研析國際間金屬廢棄物破碎處理技術資訊，對於低微表面污染放射性金屬廢棄物破碎減容減量處理，國原院化工所備有檢整作業場所及相關破碎切割工具，如離子切割機等與污染量測工具以及儲存庫，可對國原院對外接收之小產源金屬放射性廢棄物如碳鋼類、不鏽鋼一般劑量活度污染點，採取局部挖除或者區域切割處理。透過破碎挖除處理技術以達成減少所需管制放射性金屬體積，與透過規則排列增加每桶貯存重量達成減容之成效，提升容器盛裝的效率，減少容器桶數，可以節省核後端整體成本等。	核能安全委員會
金屬廢棄物破碎處理技術之減容效益驗證與管制技術精進建議	若經費許可，國原院內暫存之低微表面污染放射性金屬採取破碎減容及電化學除污處理技術，預估處理後可達到金屬外釋標準，其減量、減容效益，大約可減量放射性廢金屬重量 34% 左右(碳鋼、不鏽鋼存量計算約可減量 160 噸)，體積減容 67% 左右(碳鋼、不鏽鋼存量計算約可減容 480M ³)之成效，因二次廢棄物很少，不納入減量、減容計算。建議管制單位增加對廢金屬破碎回收處理技術研發的持續投入，支持創新技術的開發和應用，整合技術以提升低放射性廢金屬回收，開發處理後廢金屬再利用之產品與應用管道，協助處理後廢金屬回收應用，確保其在環境保護和資源利用方面取得積極成效。	核能安全委員會
遭遇困難與因應對策	無	

細部計畫 2	113 年用過核子燃料貯存設施再取出單元營運維護及運輸研究技術研析	計畫屬性	科技計畫	執行機關	工業技術研究院
重點描述	1. 在用過核燃料池監測頻率上，各國經驗顯示應依燃料燃耗及殘餘的衰變熱進行調整相關。如 Kewaunee 電廠每七天進行一次檢查；Millstone 一號機則依 BWROG 標準訂定同樣頻率。日本敦賀電廠亦藉一項多月未冷卻水位實驗，作為對於頻率設定的參考，並因此取消溫度監測頻率及相關設施維護。考量我國未來再取出設施僅作為暫時貯存方式，非大規模濕式貯存，監管原則應聚焦於少量密封鋼筒產生缺陷而必須要進行再取出之過程。且乾貯系統進入貯存後將有充裕時間進行冷卻與衰變，其需要在取出時，其衰變熱評估之假設及再取出池之規模與能力將為審查重點，且人員要求亦可參酌美國經驗予以適度放寬。 2. 本計畫已蒐集及彙整與用過核子燃料運輸相關之資料，並從不同面向分析國際間高放射性廢棄物運輸經驗、用過核子燃料運輸計畫規劃、運輸安全審查、運輸安全管制技術等項目，其中關於執行運輸用過核子燃料所需準備事項以及關鍵要素。在國際案例方面，已彙整各國及國際間自 1970 年代起，運輸商用、研究用及軍事用之用過核子燃料經驗，運輸模式依照各國情境及考量因素，包含陸運、海運以及多聯式等方式；在技術發展方面，根據美國核廢棄物技術審查委員會(NWTRB)發佈之調查報告，得知美國 DOE 目前關於用過核子燃料運輸準備工作，所取得的成果與後續發展概況，其中涵蓋美國現階段技術發展與法規框架等；在運輸概念計畫案例方面，於 SONGS 電廠發佈關於用過核子燃料的規劃報告之中，包含用過核子燃料廠外運輸的概念計畫，由此可得知從業者或是執行單位的角度，進行用過核子燃料運輸活動前，所需的準備工作、軟硬體設備規劃、運輸路徑規劃、人員訓練、策略考量等；在運輸實際案例方面，調查日本於今年下旬(2024 年 9 月)進行的運輸案例(一桶運輸護箱經陸運-海運-陸運的模式，由核電廠運輸至集中式貯存設施)，並蒐集日本電廠、集中式貯存設施、專用運輸船等資料，作為後續研析用過核子燃料海運運輸的參考依據。				
預算數（千元）	決算數（千元）	執行率（％）	節餘數（千元）	總人力（人年） 實際／規劃	
2, 550	2, 473	96. 98	77	2. 5/2. 5	
其他資源投入					
預期關鍵成果	關鍵成果達成情形				主要成果使用者/服務對象/合作對象

用過核子燃料池維護經驗與再取出單元管制技術精進研析	針對國際間對用過核子燃料池於除役後仍然作為用過核子燃料暫存營運所評估的工作進行資料蒐集，並研析其相關內容，做為我國管制單位參考的依據。研析我國核能電廠營運時與除役後用過核子燃料池維護所需要執行的工作項進行研析，並且比對國際間電廠的相關做法。經由前兩項之管制技術內容，應可以提出對我國再取出單元之管制要項精進之建議項目，以完善我國於再取出系統之法規完整性。	核能安全委員會
用過核子燃料運輸管制技術與運輸計畫案例研析	通過蒐集用過核子燃料運輸相關之資訊、技術研究成果，以及案例分析，掌握國際間運輸高放射性廢棄物的經驗、研發單位研究規劃、執行單位對於運輸用過核子燃料的構想與解決方案，再對應至用過核子燃料需要進行廠外運輸之情境，依照台灣本土的條件與假設情境，假想後續監管單位審查用過核子燃料運輸活動時，就運輸安全審查及安全管制技術方面，提出相關注意之事項與精進建議，作為未來運輸安全評估與審查之參考依據。	核能安全委員會
遭遇困難與因應對策	無	

細部計畫 2	113 年壓水式反應器用過核子燃料乾貯護箱之輻射屏蔽與熱流分析技術建立及案例研析	計畫屬性	科技計畫	執行機關	國立清華大學
重點描述		結合國際文獻蒐集與輻射屏蔽、熱流評估之技術研析，為各項國際管制建議提供具技術力之佐參結果			
預算數（千元）	決算數（千元）	執行率（％）	節餘數（千元）	總人力（人年） 實際／規劃	
2,750	2,496	90.75	254	2.5/2.5	
其他資源投入					

預期關鍵成果	關鍵成果達成情形	主要成果使用者/服務對象/合作對象
蒐集國際 PWR 合併 NFH 乾貯實績	完成國際英、美、西班牙之 PWR 燃料合併 NFH 貯存實績，彙整結果指出各國對於合併貯存 NFH 確有先例，惟應就各式 NFH 對臨界、熱流、屏蔽與潛在降解等因素要求廠家進行安全評估。	核能安全委員會
完成護箱裝載 PWR 燃料及 NFH 之輻射屏蔽研析	BWR 和 PWR 的用過核子燃料能譜，兩者源項特性一致；軸向分布部分，因需考慮 BWR 和 PWR 爐心運轉之差異，致使燃料中子和燃料光子的軸向分布有所不同，結構光子部分主要受各區不銹鋼重量影響所致。	核能安全委員會
完成護箱裝載 PWR 燃料及 NFH 之流特性研析	各式 PWR 燃料與 NF 合併貯存之計算結果顯示，燃料內插有 WABA 將些微提升其熱導率而略為改善溫度表現；另外即使提籃部分方管因裝載配置需求而空置，其結果仍可被全部裝載燃料之情境涵蓋	核能安全委員會
彙整管制要點/建議	建議主管機關可要求廠家將各式燃料與 NFH 擇定一具保守性質與源項之組合後進行各項臨界、屏蔽與熱流評估，以確保乾貯護箱在其擬提交之裝載規劃下仍符合審查導則與法規之各項要求。	核能安全委員會
遭遇困難與因應對策	無	

細部計畫 2	113 年日本用過核子燃料貯存設施安全管理技術研析	計畫屬性	科技計畫	執行機關	財團法人核能資訊中心
重點描述	本計畫研析 9 份日本用過核子燃料貯存設施相關法律內容，從整體法規的研析而言，日本較著重於設施興建期之管理與管制，包括容器製造、設施位置、結構(貯存與接收)、放射性廢棄物管理、品質管理、監測系統等；其中對於變更條文則緊接著核准認可申請條文之後；顯示日本給予業者極大的彈性，得以因應發展需求，更改設計、製作及營運的便利。也許是這樣的策略與設計，才得以促進並鼓勵國產化的推動；而另一特點，即為焊接檢查其鉅細靡遺程度，超乎一般的法令重點式規範，涵蓋工業製造的要求，顯示其對金屬容器認可/認證的嚴謹度。				

	此外，另一項特點為較近期發布的基準與標準，則有逐條對照訂定的說明，解說條文立法意涵；此點對於立法的周延性，可供我國參考。 本計畫將我國物管法中所有有關用過核子燃料乾式貯存的法規彙整於摘要表中，摘要僅顯示條文的條次以及重要的意涵，如此可利於業者或者是管制者參考使用。			
預算數（千元）	決算數（千元）	執行率（%）	節餘數（千元）	總人力（人年） 實際／規劃
780	780	100	0	1.5/1.5
其他資源投入				
預期關鍵成果	關鍵成果達成情形			主要成果使用者/服務 對象/合作對象
法規體系檢視與補充	確認我國法規已涵蓋設施選址、興建、運轉與除役各階段，法規架構基本完整；建議未來依據實務發展需求，針對回饋事項進行增修調整，以強化法規的適用性與周延性。			核能安全委員會
日本經驗的應用	分析日本在金屬容器焊接檢查與長期穩定性檢測的技術優勢，提出在選址、防震、防海嘯等安全設計上的最佳實踐，為我國乾式貯存提供參考。			核能安全委員會
管制技術提升	整合日本在乾式貯存設施營運中的風險評估與因應措施，提出加強試運轉與數據收集的策略，驗證作業流程與設備效能，並協助運轉執照的申請。			核能安全委員會
操作與管理建議	提出護箱搬運、燃料裝卸、密封作業等環節的具體建議，並強調全面規劃與風險控制的重要性，確保作業過程中的安全性與有效性。			核能安全委員會
長期安全規劃	借鑑日本福島核災後的檢測方法，提出金屬容器應力腐蝕研究與燃料長期安全性的探索方向，為我國建立乾式貯存文化奠定技術與管理基礎。			核能安全委員會
遭遇困難與因應對策	無			

細部計畫 3	113 年低放射性廢棄物淺地表處置安全管理之關鍵議題研析	計畫屬性	科技計畫	執行機關	臺灣地下水資源暨水文地質學會
--------	------------------------------	------	------	------	----------------

重點描述	本計畫為協助核安會持續汲取國際低放射性廢棄物最終處置技術及法規發展，並配合我國既有之地質及環境條件，爰提出「113 年低放射性廢棄物淺地表處置安全管制之關鍵議題研析」，針對國際間淺地表處置之現況蒐整及法規、關鍵資訊及處置設施等議題分別以三個工作項進行研析。計畫執行期間，將透過舉辦兩場專家技術討論會，邀請相關領域之專家學者提供技術交流及指導，並透過此會議，蒐集專家對淺地表處置之未來我國可發展之審驗技術進行討論，並可針對安全管制提供建議。最後，彙整本計畫之研究成果，提出低放射性廢棄物淺地表處置安全管制要項建議，協助管制單位掌握國際間不同處置技術發展，提升我國低放處置之安全管制量能。			
預算數（千元）	決算數（千元）	執行率（%）	節餘數（千元）	總人力（人年） 實際／規劃
1,200	1,080	90.03	120	1.5/1.5
其他資源投入				
預期關鍵成果	關鍵成果達成情形			主要成果使用者/服務 對象/合作對象
國際間淺地表處置之現況蒐整及法規研析	1. 本工作項目蒐整核電國家之年度報告，包含英國、捷克、西班牙及法國，發現各國之低放廢棄物處置部分面臨處置場容量不足之狀況，其分別的應對措包含再處理、擴建、增加處置場可處置能力及加強源頭化管理廢棄物等。 2. 蒐整「IAEA-TECDOC-2041」技術報告中所參酌之導則及之技術報告：基本的安全原則(SF-1)、放射性廢棄物處置之安全目標與標準(SSR-5)、放射性廢棄物處置安全論證與安全評估(SSG-23)、放射性廢棄物淺地表處置設施的指引與建議(SSG-29)、廢棄物接收標準(NO. GSR Part 5)、廢棄物接收標準的安全評估方法(IAEA-TECDOC-1380)及介紹 PRISM 及 PRISMA 計畫之成果(IAEA-TECDOC-1814)等。			核能安全委員會
國際間淺地表處置之關鍵議題研析	本工作項研析並綜整「IAEA-TECDOC-2041」技術報告，該報告為彙整國際上淺地表處置論壇之討論成果。論壇中討論了淺地表處置設施決策中使用之安全論證、淺地表處置設施相關的管制經驗及過程、處置設施封閉後安全評估的經驗及安全論證的溝通四個主題，及其所依據之導則與技術報告。			核能安全委員會
國際間淺地表處置設施及關鍵議題比較	1. 本工作項蒐整國際間淺地表處置之類型，包含壕溝式、地面土丘、地面型、淺地表及更深的淺地表混凝土處置窖。 2. 綜整「IAEA-TECDOC-2041」技術報告中，提出有關安全論證溝通相關的案例，以及法國年度報告中針對透明度採取的措施的描述。			核能安全委員會

低放射性廢棄物淺地表處置場址特性專家技術討論會	本計畫於7月及10月舉辦一次專家討論會議。本會議將邀請國內相關領域之專家學者與會，針對本計畫之重要議題進行討論，以蒐集國內外相關領域未來的可能發展方向與建議。	核能安全委員會
低放射性廢棄物淺地表處置安全管制要項建議	透過前四項工作項目之研究，針對各國目前淺地表處置之現況，淺地表處置設施分類，以及「IAEA-TECDOC-2041」技術報告中，有關各國對於淺地表處置設施決策中使用的安全論證、處置場管理、封閉後安全評估及安全論證的溝通等經驗等。依據上述相關研析成果提出低放射性廢棄物淺地表處置安全管制要項之建議。	核能安全委員會
遭遇困難與因應對策	低放處置之發展已有相對較長的時間，部分處置場已處於關閉狀態(例如：美國內華達州的Beatty處置場)。在蒐整低放淺地表處置時，可能會遭遇資料繁雜或部分資料過於老舊或缺失等問題。因此，在進行資料蒐整時，將朝向先釐清淺地表處置之種類，彙整發展低放處置之國家，確認哪些國家的處置場進行淺地表處置，最後，根據已確認之處置場進行相關文獻蒐集。	

細部計畫 3	113 年用過核子燃料最終處置環境之膠體影響管制技術研究		計畫屬性	科技計畫	執行機關	國立清華大學
重點描述		本計畫首先針對國際已申請高放處置設施建造執照之瑞典及芬蘭，針對其所發布之膠體相關研究成果，進行蒐集及研析。接著依據前述研析結果，規劃與進行膠體/核種吸附試驗及數據擬合分析。最後，據以提出我國用過核子燃料最終處置環境之膠體影響管制要項建議。				
預算數（千元）		決算數（千元）	執行率（％）	節餘數（千元）		總人力（人年） 實際／規劃
800		728	91.05	72		1.5/1
其他資源投入						
預期關鍵成果		關鍵成果達成情形				主要成果使用者/服務對象/合作對象

用過核子燃料最終處置環境之膠體影響管制	1.用過核子燃料最終處置環境之膠體影響文獻蒐集 2.用過核子燃料最終處置環境之膠體影響關鍵要項研析成果說明 3.規劃與進行用過核子燃料最終處置環境之膠體/核種吸附試驗及試驗結果說明 4.提出我國用過核子燃料最終處置環境之膠體影響管制要項建議	核能安全委員會
遭遇困難與因應對策	無	

細部計畫 3	113 年放射性廢棄物安全管制國際資訊研析		計畫屬性	科技計畫	執行機關	國家原子能科技研究院
重點描述		本案經由放射性廢棄物管理及發展現況、用過核子燃料最終處置再取出概念之國際資訊蒐整與研析、以及蒐集國際資訊以研議我國「用過核子燃料與放射性廢棄物管理安全聯合公約」聯合公約報告書精進內容等議題，以協助管制機關完成放射性廢棄物安全管制國際資訊研析之主要目的。 1. 國際資訊研析方面，每月定期蒐整國際相關管制與管理資訊，研析並整理重要管制個案。 2. 審視高放處置設施應確保高放射性廢棄物放置後五十年內可安全取出之議題，研析國際各國發展概況及討論，提出管制建議要項。 3. 更新我國放射性廢棄物安全管理資訊，完成我國 2024 年版國家報告書中文版草案彙編。				
預算數（千元）		決算數（千元）	執行率（％）		節餘數（千元）	總人力（人年） 實際／規劃
1,400		1,340	95.71		60	1.5/1.5
其他資源投入						
預期關鍵成果		關鍵成果達成情形				主要成果使用者/服務對象/合作對象
放射性廢棄物管理及發展現況之國際資訊蒐整與研析		1. 完成蒐整與研析放射性廢棄物管制及發展現況之國際資訊 21 則以及 24 篇 IAEA 與 OECD/NEA 參考文獻。 2. 針對芬蘭高放處置場申照進行議題研析。				核能安全委員會

	3. 綜合討論並提出(1)用過核子燃料及放射性廢棄物管理；(2)用過核子燃料運輸與貯存；及(3)用過核子燃料最終處置等有用資訊供管制作業參考。	
用過核子燃料最終處置再取出概念的國際資訊研析與管制建議	1. 完成蒐整歸納瑞典、芬蘭、法國、瑞士、美國、加拿大等國際核能國家放射性廢棄物處置後再取出相關資訊與案例。 2. 歸納各核能國家放射性廢棄物處置後再取出的相關考量、法規、具體措施，提出值得討論的議題、觀點。 3. 提出再取出議題之管制建議。	核能安全委員會
蒐集國際資訊以研議我國「用過核子燃料與放射性廢棄物管理安全聯合公約」聯合公約報告書精進內容	1. 依據 IAEA「用過核子燃料管理安全及放射性廢棄物管理安全聯合公約」最新格式與架構指引，邀集國內相關放射性廢棄物管理機構共同討論及更新最新資訊。 2. 完成我國 2024 年中文版國家報告書草案彙編。	核能安全委員會
遭遇困難與因應對策	無	

附表、佐證資料表

【B 合作團隊(計畫)養成表】

團隊(計畫)名稱	合作對象	合作模式	團隊(計畫)性質	成立時間 (西元年)	成果歸屬
用過核子燃料乾式貯存團隊	工研院、清華大學	B	A	2012	用過核子燃料乾式貯存安全管制技術研發
低放處置管制技術研發團隊	中央大學、淡江大學	B	A	2012	放射性廢棄物處置安全管制技術研發
高放處置管制技術研發團隊	中央大學、屏東科技、國原院	B	A	2012	放射性廢棄物處置安全管制技術研發

註：合作模式分成 A 機構內跨領域合作、B 跨機構合作、C 跨國合作；團隊(計畫)性質分成 A 形成合作團隊或合作計畫、B 形成研究中心、C 形成實驗室、D 簽訂協議；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【C 培育及延攬人才表】

姓名	機構名稱	學歷	性質	成果歸屬
秦佳琄	國家原子能科技研究院	C	C	低放射性廢棄物處理與貯存安全管制技術研發
陳昭旺	國家原子能科技研究院	C	C	低放射性廢棄物處理與貯存安全管制技術研發
房博文	清華大學	A	C	用過核子燃料乾式貯存安全管制技術研發
林佳盈	清華大學	B	C	用過核子燃料乾式貯存安全管制技術研發
陳映涵	中央大學	B	B	放射性廢棄物處置安全管制技術研發

註：學歷分成 A 博士(含博士生)、B 碩士(含碩士生)、C 學士(含大學生)；性質分成 B 學程通過、C 培訓課程通過、D 國際學生/學者交換、E 延攬人才；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【D1 研究報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年(西元年)	是否被採納	成果歸屬
113 年低微表面污染金屬放射性廢棄物之電化學除污及破碎減容技術研析-期末報告	沈錦昌、林國明、陳昭旺、秦佳珺、王政荃	2024	C	低放射性廢棄物處理與貯存安全管制技術研發
用過核子燃料池維護經驗與再取出單元管制技術精進研析	李昭仁、洪振育	2024	C	用過核子燃料乾式貯存安全管制技術研發
用過核子燃料運輸管制技術與運輸計畫案例研析	李昭仁、張皓評	2024	C	用過核子燃料乾式貯存安全管制技術研發
113 年用過核子燃料貯存設施再取出單元營運維護及運輸研究技術研析	李昭仁、洪振育、張皓評	2024	C	用過核子燃料乾式貯存安全管制技術研發
113 年壓水式反應器用過核子燃料乾貯護箱之輻射屏蔽與熱流分析技術建立及案例研析-期末報告	許榮鈞、曾永信、賴柏辰	2024	C	用過核子燃料乾式貯存安全管制技術研發
113 年日本用過核子燃料貯存設施安全管制技術研析	郭瓊文、鍾玉娟、胡紹薇	2024	C	用過核子燃料乾式貯存安全管制技術研發
113 年低放射性廢棄物淺地表處置安全管制之關鍵議題研析	王士榮	2024	C	放射性廢棄物處置安全管制技術研發
113 年用過核子燃料最終處置環境之膠體影響管制技術研究	蔡世欽	2024	C	放射性廢棄物處置安全管制技術研發
113 年度放射性廢棄物安全管制國際資訊研析	曾漢湘、周光暉、吳禮浩、楊東昌、陳誠一	2024	C	放射性廢棄物處置安全管制技術研發

註：是否被採納分成 A 院級採納、B 部會署級採納、C 單位內採納、D 存參；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【E 學術活動表】

研討會名稱	性質	舉辦日期 (YYYYMMDD)	主/協辦單位	成果歸屬
第一次「113 年低放射性廢棄物淺地表處置安全管制之關鍵議題研析」專家技術討論會	A	20240718	臺灣地下水資源暨水文地質學會/台大集思會議中心	放射性廢棄物處置安全管制技術研發
第二次「113 年低放射性廢棄物淺地表處置安全管制之關鍵議題研析」專家技術討論會	A	20241008	臺灣地下水資源暨水文地質學會/台大集思會議中心	放射性廢棄物處置安全管制技術研發
113 年日本核電廠除役廢棄物安全管制技術經驗研討會	B	20240704	財團法人核能資訊中心/台大集思會議中心	低放射性廢棄物處理與貯存安全管制技術研發

註：性質分成 A 國內研討會、B 國際研討會、C 兩岸研討會；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【K 規範標準及政策法規草案制訂表】

名稱	類別	制定及參採情形	應用範圍	成果歸屬
放射性物料管制收費標準	C	C	B	1-2

註：類別分成 A 規範、B 標準、C 法規、D 政策；

制定及參採情形分成 A 參與草案或建議方案制訂、B 草案經採納或認可通過、C 發表或公告實施、D 草案存參、E 其他；

應用範圍分成 A 機構內、B 國內、C 國際、D 未發表；成果歸屬請填細部計畫名稱。