

# 114 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  
(2/4)

執行期間：

全程：自 113 年 1 月 1 日 至 116 年 12 月 31 日止

本期：自 114 年 1 月 1 日 至 114 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

(執行機關請列單位或機構，如司、處、局、所或法人等)

## 114 年度政府科技發展計畫審查意見辦理情形表(檔案上傳)

| 序號 | 審查意見 | 辦理情形 |
|----|------|------|
|    |      |      |
|    |      |      |
|    |      |      |
|    |      |      |

註：請下載格式後，以 word 軟體撰寫編輯，再轉存成未加密之 pdf 檔上傳至系統。

格式中灰色字體說明部份，請於完成編輯後自行刪除。

# 目 錄

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 【114 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】 ..... | 4  |
| 壹、總目標(系統填寫).....                      | 6  |
| 一、緣起 .....                            | 6  |
| 二、總目標及其達成情形.....                      | 6  |
| 三、主要工作項目推動具體成果(請填寫累積成果).....          | 9  |
| 貳、經費執行情形.....                         | 12 |
| 一、全程經費(由系統加總).....                    | 12 |
| 二、年度經費(由系統填寫).....                    | 13 |
| 1. 經費支用說明 .....                       | 14 |
| 2. 經費實際支用與原規劃差異說明 .....               | 14 |
| 參、成果之價值與貢獻度 (請上傳累積成果) .....           | 15 |
| 肆、檢討與展望 (請上傳累積成果) .....               | 21 |
| 一、計畫執行困難與因應對策.....                    | 21 |
| 二、計畫執行可改善事項或後續可精進處.....               | 22 |
| 伍、其他補充資料 (請上傳累積成果) .....              | 23 |
| 一、跨部會協調或與相關計畫之配合.....                 | 23 |
| 二、大型科學儀器使用效益及共用分享機制說明.....            | 23 |
| 三、其他補充說明(分段上傳).....                   | 23 |
| 附錄、細部計畫 .....                         | 24 |
| 一、全程架構及經費.....                        | 24 |
| 二、年度執行摘要.....                         | 25 |
| 附表、佐證資料表.....                         | 31 |

## 【114年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】

|                                  |  |             |
|----------------------------------|--|-------------|
| 系統編號                             |  |             |
| 計畫名稱                             | 放射性廢棄物安全管制與審驗技術發展(2/4)   |             |
| 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  |             |
| 計畫類別                             | <input type="checkbox"/> 政策計畫 <input checked="" type="checkbox"/> 一般計畫 <input type="checkbox"/> 基礎研究   |             |
| 重點政策項目                           | <input type="checkbox"/> 數位經濟與服務業科技創新 <input type="checkbox"/> 亞洲·矽谷 <input type="checkbox"/> 智慧機械<br><input type="checkbox"/> 綠能產業 <input type="checkbox"/> 生醫產業 <input type="checkbox"/> 國防產業<br><input type="checkbox"/> 新農業 <input type="checkbox"/> 循環經濟圈 <input type="checkbox"/> 晶片設計與半導體前瞻科技<br><input type="checkbox"/> 文化創意產業科技創新 <input type="checkbox"/> 其他_____ |             |
| 全程期間                             | 113年1月1日至116年12月31日  |             |
| <b>資源投入</b><br>(以前年度為決算數，系統自動帶入) | 年度   | 經費(千元)      |
|                                  | 113  | 12,684      |
|                                  | 114  | 11,634      |
|                                  | 115  | 16,050(預算案) |
|                                  | 116  | 16,050(預算案) |
|                                  | 合計   | 56,418      |
| 計畫摘要                             | <p>「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114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。(系統帶入，不可修改)</p>   |             |

|       |      |             |      |    |
|-------|------|-------------|------|----|
| 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   | 02-22322310 | 電子郵件 |    |

## 壹、總目標(系統填寫)

(計畫目標之呈現方式應與原科技計畫書一致,如實際執行與原規劃有差異或變更,應予說明;另績效報告著重實際執行與達成效益,請避免重複計畫書內容。)

### 一、緣起

1. 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。
2. 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:請在此依照計畫書簡要敘明計畫總目標,亦即總計畫之在期程內規劃達成的成果。(由系統帶入,不可修改)
2. 分年目標與達成情形:請填寫為達成上述計畫總目標,各年度計畫分年目標及其達成情形。

| 年度          | 目標<br>(當年度由系統帶入,不可修改)                           | 預期關鍵成果<br>(當年度由系統帶入,不可修改)   | 年度計畫目標達成情形<br>(含重大效益)  |
|-------------|---|---|--|
| 第一年<br>113年 | 01:強化放射性廢棄物安全管制,確保公眾安全<br>02:精進管制技能,提升專業素養,培育人才 | 1-1:113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。<br>1-2:113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。 | 落實安全管制技術之應用,強化放射性廢棄物處理與貯存之管制措施,達成113年度無放射性廢棄物處理與貯存輻安事故發生。<br>113年依據研發成果精進放射性物料管制規範,完成放射性物料管制收費標準第2條修訂作業。 |

|              |   |   |  |
|--------------|---|---|--|
|              |   | 1-3：113 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。  | 113 年應用研發成果建立之審驗技術，完成審查「用過核子燃料最終處置計畫 112 年度成果報告」、「低放射性廢棄物最終處置計畫執行成果報告」、「用過核子燃料最終處置計畫 114 年度工作計畫」、「低放射性廢棄物最終處置 114 年度工作計畫書」。  |
| 第二年<br>114 年 | 01：強化放射性廢棄物安全管制，確保公眾安全<br>02：精進管制技能，提升專業素養，培育人才 | 1-1：114 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。<br><br>1-2：114 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。<br><br>1-3：114 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。 | 落實安全管制技術之應用，強化放射性廢棄物處理與貯存之管制措施，達成 114 年度無放射性廢棄物處理與貯存輻安事故發生。<br><br>114 年依據研發成果精進放射性物料管制規範，完成「高放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則草案」(初稿)，將配合法令及管制需求持續精進內容。<br><br>114 年應用研發成果建立之審驗技術，完成審查「用過核子燃料最終處置計畫 113 年度成果報告」、「低放射性廢棄物最終處置計畫執行成果報告」、「用過核子燃料最終處置計畫 115 年度工作計畫」、「低放射性廢棄物最終處置 115 年度工作計畫書」。 |
| 第三年<br>115 年 | 01：強化放射性廢棄物安全管制，確保公眾安全<br>02：精進管制技能，提升專業素養，培育人才 | 1-1：115 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。<br>1-2：115 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。<br>1-3：115 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。   |  |
| 第四年<br>116 年 | 01：強化放射性廢棄物安全管制，確保公眾安全<br>02：精進管制技能，提升專業素養，培育人才 | 1-1：116 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。<br>1-2：116 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。<br>1-3：116 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。 |  |

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：114 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)

#### 1. 低放射性廢棄物處理與貯存安全管制技術研發：

本計畫已建立放射性污染土壤物理除污之基礎技術資料並完成初步處理驗證，為後續深化研究與實際應用奠定基礎。未來可針對不同土壤類型、污染特性及污染濃度進行研究；同時持續關注國際最新技術發展與實務案例，促進我國相關技術與管理經驗之精進，提升整體土壤除污效率。對於具潛力之物理除污技術，如篩選分離與加料熱處理，亦可逐步推進至中期測試或現地試驗，以驗證其於實際場址條件下之操作穩定性、可重現性及經濟效益，並評估後端廢棄物減量成效，整體成果將作為後續技術優化、現地除污推動及政策規劃之重要依據，進一步強化我國放射性污染土壤管理之自主技術能力與長期可持續性。

#### 2. 用過核子燃料乾式貯存安全管制技術研發：

- (1) **建立我國乾式貯存耐震安全管制之基礎架構** - 透過系統性彙整國際原子能總署 (International Atomic Energy Agency, IAEA)、美國核能管制委員會 (U.S. Nuclear Regulatory Commission, NRC) 及美國乾式貯存場址相關資料，完成耐震法規、分析程序與設計考量之完整比較。並建置美國核電廠獨立用過燃料乾式貯存設施 (Independent Spent Fuel Storage Installation, ISFSI) 案例矩陣，納入安全停機地震 (Safe Shutdown Earthquake, SSE)、通用地震反應譜 (Ground Motion Response Spectrum, GMRS)、土壤 - 結構互制作用 (Soil - Structure Interaction, SSI)、地質條件與結構型式等關鍵資訊，使管制機關得以具備與國際接軌之審查基準。此外，提出適用於臺灣場址條件之耐震管制建議，以有效提升未來乾式貯存審查之一致性與技術深度。
- (2) **完成核二廠乾式貯存設施施工品質查核與建議** - 本計畫依據安全分析報告 (Safety Analysis Report, SAR)、安全審查報告 (Safety Evaluation Report, SER)、施工圖說及程序書，制訂完整之施工品質查核計畫，並於年度內完成 25 次現地檢查，檢查範圍涵蓋基樁施作、測量放樣及基樁定位、基樁完整性試驗、基樁載重試驗、運輸道路平板載重試驗、運輸道路重車載重行駛測試、貯存平台區 (Pad Area) 混凝土施工及工地安全等工程項目。每次執行檢查後，均依據檢查結果撰寫檢查報告，內容包括施工文件品質抽驗、現場巡檢照片、現

場抽測測量值及缺失追蹤改善紀錄等，以確保乾式貯存設施施工品質之合規性。經查核所發現之不符項目均已完成改善，本計畫成功協助管制機關即時掌握施工品質狀況，並有效降低工程執行風險。

- (3) **室內乾貯熱流行為與監測管制合理性說明** - 研究顯示室內乾貯設施之護箱散熱能力會受進氣口風場、護箱列置方式及廠房設計影響，審查時應納入整體熱流評估。先進熱流分析比對安全分析報告，確認原分析具 4~23°C 保守性，且仍保有 12~180°C 溫度餘裕；全場域分析亦證實台電現行進出口溫差警戒與異常判準與實際熱流行為相符，監測設計具合理性。
- (4) **屏蔽與劑量分析技術精進及安全裕度驗證** - 本研究計畫採用 SCALE 核燃料循環與輻射安全分析系統 (Standardized Computer Analyses for Licensing Evaluation, SCALE) 之 TRITON 燃料耗損與源項分析模組 (TRITON) 及 MAVRIC 三維輻射遷移與劑量評估模組 (Monaco with Automated Variance Reduction using Importance Calculations, MAVRIC)，進行源項評估與輻射遷移分析，得以於短時間內完成全數燃料組件之計算作業，有效提升管制機關之審查與管制效率。另於分析中納入護箱間距變化與乾式貯存箱體之自屏蔽效應後，場界年劑量最高可降低約 75%，顯示乾式貯存箱體自屏蔽效應對劑量評估具有關鍵影響，並進一步證實既有安全分析報告之評估結果具備充分之安全裕度。

### 3. 放射性廢棄物處置安全管制技術研發：

- (1) 本計畫彙整近年國際近地表處置設施案例，包括加拿大近地表處置設施 (Near Surface Disposal Facility, NSDF)、比利時 Dessel 低放射性廢棄物處置設施、南韓月城、以及法國集中、暫存及貯存工業中心 (CIRES)，系統性整理其法規架構、技術指引、分析方法與安全評估結果，並進一步深入研析加拿大 NSDF 案例之環境影響說明書與安全論證內容，分別就評估方法、監管依據、公眾參與、環境影響、設施設計，以及依循國際原子能總署 (IAEA) 安全標準架構之整體安全性論證進行分析。同時檢視其安全論點整合方式，確認已納入完整證據基礎、採用保守假設及國際認證分析工具，並透過封閉後安全評估驗證各評估情境之潛在風險均低於法規標準；另於 2025 年 7 月 22 日及 10 月 29 日辦理專家技術討論會，廣納學術界、實務界及台電公司意見，據以提出符合法規導則與技術層面之審查要項建議。

- (2) 建立了基於 GoldSim 動態系統模擬軟體 (GoldSim Dynamic Systems Modeling Software) 的核種傳輸評估技術，並成功驗證了針對不同吸附特性核種碘-129 (I-129)、銫-135 (Cs-135) 及衰變鏈的模擬能力，特別是引入了不確定性與敏感度分析的科學方法。透過研析芬蘭放射性廢棄物管理公司 (Posiva Oy) 與瑞典核燃料與廢棄物管理公司 (SKB) 的先進經驗，提出了具體的「本土化管制要項建議」，協助管制機關建立獨立的評估能力與審查基準。
- (3) 本計畫完成蒐集彙整與研析放射性廢棄物及用過核子燃料管制之國際資訊與 IAEA 及經濟合作暨發展組織核能署 (OECD/NEA) 重要文獻，掌握 2025 年國際發展趨勢，並追蹤芬蘭最終處置運轉執照申請案例，作為我國最終處置安全評估審查之重要參考；同時彙整 IAEA 最新技術報告與多國實務經驗，研析石墨放射性廢棄物管理與拆解策略，提出研究用反應器 (TRR) 石墨拆解及後續管理之管制建議；另完成 2024 年版國家報告書中文版更新與雙語編譯並交付美國能源部審查，並蒐集各國 2025 年版國家報告書，以強化國際對照與政策研析基礎。

## 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<br>(A) |            | 總實支數<br>(B) | 總節餘數<br>(C) | 總執行數<br>(D=B+C) | 達成率(%)<br>(E=D/A) |                     |              |
|-------------|------------|-------------|-------------|-----------------|-------------------|---------------------|--------------|
| 57,748      |            | 24,318      | 1,330       | 25,648          | 44.41             |                     |              |
| 各年度         | 預算數<br>(F) | 實支數<br>(G)  | 節餘數<br>(H)  | 保留數<br>(I)      | 年度執行數<br>(J=G+H)  | 年度達成率(%)<br>(K=J/F) | 決算數<br>(G+I) |
| 113         | 13,197     | 12,684      | 513         | 0               | 13,197            | 100                 | 12,684       |
| 114         | 12,451     | 11,634      | 817         | 0               | 12,451            | 100                 | 11,634       |
| 115         | 16,050     |             |             |                 |                   |                     |              |
| 116         | 16,050     |             |             |                 |                   |                     |              |

註：本表上方之全程加總相關統計，限於屆期計畫(如四年期計畫之第四年計畫)。

## 二、年度經費(由系統填寫)

單位：千元；%

|           | 114 年度     |            |            |               |        |              | 備註 |
|-----------|------------|------------|------------|---------------|--------|--------------|----|
|           | 預算數<br>(a) | 初編決算數      |            |               | 節餘數(e) | 執行率<br>(d/a) |    |
|           |            | 實支數<br>(b) | 保留數<br>(c) | 合計<br>(d=b+c) |        |              |    |
| 總計        | 12,451     | 11,634     | 0          | 11,634        | 817    | 93.44%       |    |
| 一、經常門小計   | 12,451     | 11,634     | 0          | 11,634        | 817    | 93.44%       |    |
| (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 | 12,451     | 11,634     |            | 11,634        | 817    | 93.44%       |    |
| 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

(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。)

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。114 年度執行計畫經費法定預算數為 12,451 千元，執行數為 11,634 千元，執行率達 93.44%。

## 2. 經費實際支用與原規劃差異說明

(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。)

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)

#### 細部計畫 1-1：114 年放射性污染土壤物理除污技術研析

本計畫透過系統性研究，建立符合我國放射性污染土壤特性的物理除污技術體系。研究團隊廣泛參酌國際經驗，深入分析國內廢棄物特性，成功研提放射性污染土壤物理除污技術關鍵參數，並完成全面性效益評估。研究成果不僅填補國內在此領域的學術研究空白，更整合篩選分離法、熱處理法與水淋洗法等多元技術實驗數據，建立完整的評估方法，為國內放射性污染土壤除污處理提供具科學基礎的技術參考框架，對放射性廢棄物除污科技領域的學術發展具有顯著貢獻。

#### 細部計畫 2-1：114 年用過核子燃料乾貯設施耐震安全管制資訊研析與設施興建檢查技術支援

本計畫迄今已逐步建立台灣用過核子燃料乾式貯存設施之耐震分析，並比對國際規範及地震風險評估方面之完整法規流程與做法。透過系統性蒐集 IAEA、NRC 等國際規範與多國核能電廠獨立用過燃料貯存設施（Independent Spent Fuel Storage Installation, ISFSI）耐震設計案例，與我國用過核一、二廠用過核子燃料乾式貯存設施耐震安全設計進行比對分析，以確認我國安全設計之保守度。另本計畫建立設施設計基準之審查流程方式，可提供管制機關及研究單位進行乾貯安全評估之審查依據，具相當之學術價值。

#### 細部計畫 3-1：114 年低放射性廢棄物近地表處置申照階段安全評估案例研析

本計畫彙整加拿大、比利時、南韓與法國等國之近地表處置安全評估、安全論證與相關技術報告，掌握最新近地表處置設計概念與安全評估方法。透過研析 IAEA 所建議的安全論證，有助於強化我國對國際安全評估標準、安全分析模型、不確定性管理與設計策略差異之相關技術。此成果不僅強化我國相關研究基礎，也提供後續建立本土化評估模型與制度更新之重要學術支持。

#### 細部計畫 3-2：114 年深層地質處置核種遷移數值分析研究

本計畫以 GoldSim 動態系統模擬軟體建立地質處置核種傳輸數值評估技術，並以 I-129 與 Cs-135 不同吸附特性核種及衰變鏈進行模擬分析，以及提出不確定性與敏感

度分析。

### **細部計畫 3-3：114 年放射性廢棄物安全管制國際資訊研析**

本計畫蒐集 2025 年放射性廢棄物管制及發展現況之國際動態資訊 28 則、國際核後端管理之組織改制、法規修訂、高低放射性廢棄物運輸、貯存及處置等相關新聞 67 篇，及 IAEA 及 OECD/NEA 參考文獻 30 篇等國際資訊並進行系統性彙整。本年度也完成國際處置重要經驗之彙整更新，可供安全管制之科學參考基準，及作為與利害相關者溝通工作之參考作法。

## **二、技術創新(科技技術創新)**

### **細部計畫 1-1：114 年放射性污染土壤物理除污技術研析**

本計畫完成放射性污染土壤之物理除污技術研析與實驗測試，包含篩選分離法、熱處理法及水淋洗法，並結合國原院實際執行經驗，提出初步可行方案與試驗成果，作為後續污染土壤除污處理之參考，有助於達成放射性廢棄物減量之目標。研究結果顯示，篩選分離法可有效依粒徑差異分離污染程度，且 Cs-137 主要附著於小於 2mm 之細顆粒土壤，配合即時輻射偵測可移除污染熱點，降低後端處理成本；熱處理法需添加氯化鈣或氯化鈉等助劑以促進 Cs-137 移除，處理後土壤若符合外釋條件，具資源再利用潛力，可減輕貯存與處置負擔；水淋洗法在高用水量下去除率仍偏低，僅對可溶性或物理附著型污染物較為有效，未來須結合化學藥劑或螯合劑方能提升整體除污效率。

### **細部計畫 2-1：114 年用過核子燃料乾貯設施耐震安全管制資訊研析與設施興建檢查技術支援**

本計畫將「美國之耐震審查邏輯」完整轉換為適用於台灣場址條件與地震風險特性的審查模式，建立台灣乾貯設施之技術流程建議，其中包括地震危害、設計基準建立、結構反應評估、地震裕度評估 (Seismic Margin Assessment, SMA) 補強驗證與地震後檢查等要素。另一項重要工作為制定乾式貯存設施之工程檢查計畫，並實際運用於核二廠乾貯設施之興建階段；該檢查計畫未來亦可延伸應用於其他乾式貯存設施之興建檢查作業，作為管制單位執行監管與查核之重要參考依據。

### **細部計畫 2-2：114 年用過核子燃料乾貯護箱熱測試後之輻射屏蔽與熱流審驗技術精進**

本計畫建立以核燃料循環與輻射安全分析系統 (Standardized Computer Analyses for Licensing Evaluation, SCALE) 為基礎之輻射屏蔽分析工具，整合自燃料運轉

歷程開始的燃耗計算，進而執行完整的輻射評估分析，並導入結合決定論法與蒙地卡羅法之 CADIS 加速變異數降低技術 (Consistent Adjoint Driven Importance Sampling, CADIS) 之輻射屏蔽分析技術，更進一步完成核一室外乾貯於實際裝載之護箱表面與劑量評估。

完成以 FLUENT 計算流體力學程式 (ANSYS Fluent) 為基礎所建立之計算流體力學熱流分析工具 (Computational Fluid Dynamics, CFD)，在考慮自然對流與場界風場之影響下，可自待貯用過核子燃料於燃料池、五樓防震架、貯存於設施內之情境下詳盡模擬不同熱負載與外界環境之溫度表現；與安全分析報告比對後，更印證安全分析報告之保守性，且量化其分析餘裕。

#### **細部計畫 3-1：114 年低放射性廢棄物近地表處置申照階段安全評估案例研析**

本計畫性質偏向制度與技術研析，未直接產出具體技術創新。然而，透過國際案例整理與方法比較，可供未來技術導入之重要知識參考依據，間接促進我國安全評估工具與分析流程的優化。

#### **細部計畫 3-3：114 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，可提升我國在處置技術上突破及創新的研發能量，並對我國高放處置之管制之具有標竿學習價值。本計畫重點研析目前處置進度領先各國的芬蘭，就該國用過核子燃料最終處置運轉執照申請案例安全管制作為指標案例進行研析，面向涵蓋安全管制審查重點、進度追蹤、技術議題、芬蘭放射性廢棄物管理專責公司 (Posiva Oy) 補件情形等項，其最終處置安全評估審查之經驗回饋可提供我國管制機關、處置計畫執行者及學術界等做為未來實務執行參考。

### **三、經濟效益(經濟產業促進)**

#### **細部計畫 1-1：114 年放射性污染土壤物理除污技術研析**

本計畫有機會減少放射性污染土壤廢棄物，研擬有效放射性廢棄物減量方法以處理放射性污染土壤，進而減少廢棄物倉貯壓力與成本，並達成資源再利用目的。

#### **細部計畫 2-1：114 年用過核子燃料乾貯設施耐震安全管制資訊研析與設施興建檢查技術支援**

本計畫透過系統性推動乾式貯存設施之施工查核與品質監督，確保工程作業依設計圖說及安全分析要求確實執行，並有效降低未來因施工品質所衍生之補強成本、工

程延誤及潛在安全風險。所累積之現地查核與巡查經驗，得作為後續乾式貯存工程檢查與監管之重要依據，進而有助於協助管制機關提升對國內乾貯設施興建工程監督之管制品質。

#### **細部計畫 3-1：114 年低放射性廢棄物近地表處置申照階段安全評估案例研析**

透過本計畫之研析成果，完善的處置設施規劃能帶動當地經濟，如南韓月城處置設施成功推動產業發展。本計畫透過蒐集與解析此類經驗，可作為我國推動處置場社會與產業配套策略之參考，協助降低阻力、提升地方接受度，並促使處置場成為促進地方發展的契機。

#### **細部計畫 3-3：114 年放射性廢棄物安全管制國際資訊研析**

本計畫在國際間對於照射後石墨放射性廢棄物管理的技術資訊研析上，蒐整英國、美國、德國、法國、俄羅斯、歐盟、立陶宛、烏克蘭、羅馬尼亞、義大利、印度等代表案例與技術資訊，並就各國技術路線趨勢、重點作業與設備發展、核安管制與環境保護等面向進行歸納。結果顯示，各國因設施設計、廢棄物特性、政策法規及經費預算國情不同，所採取處理策略呈現差異性，整體趨勢從傳統「包裝／地質處置」逐漸導入多元化事前處理、安全評估，並採取與國際同儕進行知識分享、經驗交流與技術協作等策略，持續提升技術能力。各國在照射後石墨放射性廢棄物產業實務之推動經驗，可回饋並做為我國在石墨放射性廢棄物管理及管制之參考，以持續精進我國石墨放射性廢棄物之管理及管制策略。

### **四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)**

#### **細部計畫 1-1：114 年放射性污染土壤物理除污技術研析**

本計畫為精進放射性廢棄物管理，將放射性污染土壤經過篩選分離法、熱處理法與水淋洗法等實驗測試，搭配國原院實際執行經驗，可妥善處理放射性污染土壤廢棄物，提升環境保護及社會安全性，有效達到放射性廢棄物減量及環境保護安全的目的。

#### **細部計畫 2-1：114 年用過核子燃料乾貯設施耐震安全管制資訊研析與設施興建檢查技術支援**

乾式貯存係我國未來數十年用於管理用過核子燃料的核心設施，其安全性直接影響社會信任與環境風險。本計畫藉由耐震規範研析、案例比較與核二廠施工品質查驗，有效確保乾貯設施能符合國際標準並具足夠安全裕度，降低工地事故、輻射風險與

長期環境衝擊。透過強化審查與查核機制，計畫提升公眾對乾貯安全之信心，並增進核能後端管制政策的透明度。

#### **細部計畫 2-2：114 年用過核子燃料乾貯護箱熱測試後之輻射屏蔽與熱流審驗技術精進**

台灣社會自核一乾貯經審查後獲得建造許可後仍一直苦無機會進行分析保守性驗證，本計畫藉由技術分析團隊以不同於安全分析報告之技術與工具進行輻射屏蔽與熱流分析的再驗證工作，不僅證實了最初安全分析報告的嚴謹與保守，更向台灣社會證明了在乾貯安全分析與管制、審查工作團隊的分頭努力下，我國確實有能力妥善管理與貯存用過核子燃料，並有能力確保社會大眾之安全。

#### **細部計畫 3-1：114 年低放射性廢棄物近地表處置申照階段安全評估案例研析**

本計畫研析國際間在環境保護、風險溝通、原住民參與與公眾參與等面向之作法，提供我國建立制度化參與機制之重要參考。透過引進最新安全論證方法與透明的安全評估程序，可強化社會信任，將居民疑慮納入設計與營運考量，進一步提升環境保護與社會福祉。

#### **細部計畫 3-3：114 年放射性廢棄物安全管制國際資訊研析**

本計畫蒐集 2025 年放射性廢棄物管制及發展現況之國際動態資訊 28 則、國際核後端管理之組織改制、法規修訂、高低放射性廢棄物運輸、貯存及處置等相關新聞 67 篇，議題涵蓋管制、管理、技術、法規與社會等面向，提供公眾及時之國際核廢進展之系統資訊，對於國家政策、計畫推動、或利害關係人之溝通，均可作為參考對比之基礎訊息，間接提升社會福祉及保護環境安全。

## **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)**

### **國際合作**

#### **細部計畫 3-3：114 年放射性廢棄物安全管制國際資訊研析**

本計畫涵蓋(1)國際放射性廢棄物資訊蒐集彙整與研析；(2)照射後石墨放射性廢棄物國際資訊研析與管制建議；及(3)研議我國聯合公約國家報告書精進內容(包括 2024 年中文版資訊更新與英譯版)。計畫內容涵蓋主要核能國家多面向之核廢資訊綜整研析，以及 2024 年國家報告書中文版的更新彙編與英譯版成果，對於未來在不同場合與國際同儕進行管制資訊之實務心得交換及管制技術之交流均有良多貢獻。

## 人才培育

### 細部計畫 1-1：114 年放射性污染土壤物理除污技術研析

參與本計畫之學士生，藉由實地參與未來管制任務及技術研析，先行使用合適的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，有助於提升未來國內管制、安全評估所需人才之培育。

### 細部計畫 2-1：114 年用過核子燃料乾貯設施耐震安全管制資訊研析與設施興建檢查技術支援

本計畫成果已成為管制機關建立「台灣乾式貯存設施耐震審查指引」之重要基礎，對未來法規與審查制度之發展具高度政策價值。過程中亦培育多位具備乾貯安全審查、地震工程、施工查核能力之研究人員，強化國內在乾貯技術之專業能量。

### 細部計畫 2-2：114 年用過核子燃料乾貯護箱熱測試後之輻射屏蔽與熱流審驗技術精進

參與本計畫之碩博士生得以藉著探討乾貯設施於熱測試及運轉狀態之輻射屏蔽與熱流分析獲得最先進分析技術之操作訓練，並與審查作業中所獲得之安全議題進行實務印證；進而瞭解基礎輻射屏蔽與熱流相知識在乾貯設施安全評估與管制作業之應用，有助於未來國內管制、安全評估所需之人才培育。

### 細部計畫 3-1：114 年低放射性廢棄物近地表處置申照階段安全評估案例研析

參與本計畫之研究人員透過深入研析國際安全論證報告，對不同國家管制制度、技術選擇與評估模式有更進一步的認識，對我國人才培育與政策判斷皆具助益。本計畫成果亦可供管制機關檢視現行導則與審查制度之參考，協助引進安全論證架構、氣候變遷評估與不確定性管理等國際新趨勢，作為未來法規修訂與制度強化的重要依據。

### 細部計畫 3-2：114 年深層地質處置核種遷移數值分析研究

透過研析芬蘭放射性廢棄物管理公司（Posiva Oy）與瑞典核燃料與廢棄物管理公司（SKB）的先進經驗，提出了具體的本土化管制要項建議，協助管制機關建立獨立的評估能力與審查基準。

## 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。）

### 一、計畫執行困難與因應對策

#### 細部計畫 2-1：114 年用過核子燃料乾貯設施耐震安全管制資訊研析與設施興建檢查技術支援

核二廠施工進度受天候、工項調整影響，巡查排程彈性需求高因應對策如下：(1)與台電及承攬商建立即時溝通窗口，掌握工項變動；(2)檢查團隊採「彈性出勤」方式進行。(3)標準化檢查紀錄表與流程，確保每次巡查均能依序完成，並能與過往紀錄進行交叉比對。

#### 細部計畫 2-2：114 年用過核子燃料乾貯護箱熱測試後之輻射屏蔽與熱流審驗技術精進

受限於補充資料不易取得或熱測試已於計畫執行前完備之狀況，導致部分可直接用於比對之數據可能未被匡列於作業程序書與記錄表單中，而需藉由涵蓋性評估或更多的參數靈敏度進行探討，最終方能結合對輻射屏蔽與熱流的基礎知識進行分析保守度與安全性之評估。然而此一挑戰除了能進一步提升參與人員之能力之外，亦可藉由多方的挑戰與磨練下印證本案所建立之最先進分析技術之優點，令其在未來應用與協助管制機關進行審查之更具信心。

#### 細部計畫 3-1：114 年低放射性廢棄物近地表處置申照階段安全評估案例研析

本計畫所研析之 NSDF 安全論證報告內容豐富，包含地質水文、設施設計、長期安全評估與不確定性分析等多項技術領域。透過本計畫舉辦之專家技術討論會，邀集我國相關領域之專家，透過專家聚焦重要議題與技術關鍵，可協助本計畫掌握核心內容並適度補強，並將相關建議納入成果報告中，使分析更具深度與實務參考性。

#### 細部計畫 3-3：114 年放射性廢棄物安全管制國際資訊研析

依今年執行經驗，本計畫工作項目之一為我國「用過核子燃料與放射性廢棄物管理安全聯合公約」報告書資訊更新與雙語化編譯，需更新既有之 2024 年版中文版內容，惟考慮各國國家報告書產製時程，及本報告書後續尚須送請美方進行同儕審閱之時程規劃，本案實際作業時程略短。案經核安會及時完成資訊更新，且本計畫執行團隊積極主動聯繫協調各相關協助編撰單位以獲取有利且正確資訊，方能確保報告書之編譯工作如期如質完成。

## 二、計畫執行可改善事項或後續可精進處

### 細部計畫 1-1：114 年放射性污染土壤物理除污技術研析

本計畫已建立放射性污染土壤物理除污之基礎技術資料，並完成初步處理驗證，為後續深化研究與應用奠定基礎。未來可針對不同土壤類型、污染特性及污染濃度，延續水洗技術並進行除污劑添加技術測試，以明確界定技術適用範圍及建立操作參數的科學依據。同時，持續關注國際最新技術與實務案例，以促進我國技術與管理經驗，提升整體土壤除污效率。對於具潛力的物理除污技術，如篩選分離與加藥熱處理，可逐步推進至中期測試或現地試驗，以驗證其在實際場址條件下的操作穩定性、可重現性及經濟效益，並評估後端廢棄物減量效果。

### 細部計畫 2-1：114 年用過核子燃料乾貯設施耐震安全管制資訊研析與設施興建檢查技術支援

目前已完成所有既定法規比較、案例分析與建議彙整工作，成果包含乾式貯存設施耐震審查模式、安全停機地震（Safe Shutdown Earthquake, SSE）與通用地震反應譜（Ground Motion Response Spectrum, GMRS）之適用性分析，以及超越設計基準地震（Beyond Design Basis Earthquake, BDBE）與地震裕度評估（SMA）等評估建議。後續建議可依管制機關需求，進一步協助擬定正式之審查技術指引，並持續追蹤美國 NRC 對獨立用過燃料貯存設施（Independent Spent Fuel Storage Installation, ISFSI）更新之法規動態。計畫已配合乾式貯存設施之興建進度，建立相應之檢查項目；經整體檢視，本年度各項施工作業均符合安全分析報告、安全審查報告及相關審查意見之要求。建議後續持續強化施工資料紀錄之一致性，並加強興建階段相關文件之標準化作業，如基樁、貯存平台區（Pad Area）施工、載重測試項目等，以利管制機關執行查核作業，並作為後續其他乾式貯存設施興建作業之參考依據。

### 細部計畫 3-1：114 年低放射性廢棄物近地表處置申照階段安全評估案例研析

本年度研究主要聚焦於加拿大 NSDF 之安全論證架構、評估方法與技術特性。然而，各國近地表處置之場址條件、處置技術、廢棄物組成、監管要求及評估架構均具有差異性。未來建議可擴大蒐集並系統性研析多國安全論證報告，透過跨國比較方式統整其設計邏輯、技術優勢與管制重點，進一步作為我國低放射性廢棄物處置技術、評估模型及相關導則修訂之重要依據。

### 細部計畫 3-3：114 年放射性廢棄物安全管制國際資訊研析

本計畫摘譯 2025 年國際放射性廢棄物安全管制與管理動態共 95 則，並研析芬蘭用

過核子燃料處置設施運轉執照申請進展。國際趨勢顯示，多數核能先進國家積極推動高放處置計畫並達成重要里程碑，可持續關注處置進度領先之國家推動進展。另鑒於國家報告書每三年更新，建議以例行性計畫持續掌握國際發展，並透過資訊公開作為展現我國核廢管制總體成果，強化核廢管理安全與社會信心。

## 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。）

本計畫無跨部會協調或與其他計畫配合

### 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。

本計畫無購置相關科學儀器

### 三、其他補充說明

主要執行機構（請依細部計畫分別填列經費占比前 3 高之執行機構為原則）、績效自評意見暨回復說明及其他利於審查之相關資料。（主要執行機構部分於系統填報，其他補充說明分段上傳）

主要執行機構填報格式

| 細部計畫         | 執行機構      | 法定數(千元)   | 占比(%)     |
|--------------|-----------|-----------|-----------|
| 1. 細部計畫 1 名稱 | (1) _____ | (1) _____ | (1) _____ |
|              | (2) _____ | (2) _____ | (2) _____ |
|              | (3) _____ | (3) _____ | (3) _____ |
| 2. 細部計畫 2 名稱 | 同上        | 同上        | 同上        |
| 同上           | 同上        | 同上        | 同上        |

註：1. 執行機構指負責計畫推動、管理及執行之法人、公協會或大專院校；若為代管補助型計畫，請填計畫專案辦公室(PO)之計畫執行機構名稱(無需填寫受補助單位)，若無 PO 者則免填。

2. 占比之計算，以整體計畫法定數為母數。

3. 國科會基礎研究免填。

## 附錄、細部計畫

### 一、全程架構及經費

| 年度                             |           | 113 年度<br>決算數 | 114 年度<br>決算數 (執行率) | 115 年度<br>預算數 | 116 年度<br>申請數 | 備註 |
|--------------------------------|-----------|---------------|---------------------|---------------|---------------|----|
| 項目                             |           |               |                     |               |               |    |
| 科技計畫總計                         |           | 12,684        | 11,634 (93.44%)     | 16,050        | 16,050        |    |
| 放射性廢棄物安全<br>管制與審驗技術發<br>展(2/4) | 小計        | 12,684        | 11,634 (93.44%)     | 0             | 0             |    |
|                                | (一)經常支出   | 12,684        | 11,634 (93.44%)     | 16,050        | 16,050        |    |
|                                | 1. 人事費    | 0             | 0                   | 0             | 0             |    |
|                                | 2. 材料費    | 0             | 0                   | 0             | 0             |    |
|                                | 3. 其他經常支出 | 12,684        | 11,634 (93.44%)     | 16,050        | 16,050        |    |
|                                | (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<br>子項計畫 1-1  | 114 年放射性污染土壤物理<br>除污技術研析  | 計畫屬性  | 科技計畫    | 執行<br>機<br>關      | 國家原子能科技研究院 |
| 重點描述  | 參考國際案例及相關技術資料，執行放射性污染土壤物理除污如篩選分離法、熱處理法與水淋洗法等技術實驗測試評估，搭配國原院實際執行經驗，提出試驗結果與可行方案，協助後續處理放射性污染土壤有效達到減容、減量之目的，並提供管制單位參考。   |   |         |                   |            |
| 預算數（千元）   | 決算數（千元）   | 執行率（%）  | 節餘數（千元） | 總人力（人年）<br>實際／規劃  |            |
| 1,350   | 1,280   | 94.81   | 70      | 2/2               |            |
| 其他資源投入  | 計畫已建立放射性污染土壤物理除污之基礎技術資料並完成初步處理驗證，為後續深化研究與應用奠定基礎。未來可針對不同土壤類型、污染特性及污染濃度，延續水洗技術進行除污劑添加技術測試，以明確界定技術適用範圍，並建立操作參數的科學依據。同時，持續關注國際最新技術與實務案例，以促進我國技術與管理經驗，提升整體土壤除污效率。對於具潛力的物理除污技術，如篩選分離與加藥熱處理，可逐步推進至中期測試或現地試驗，以驗證其在實際場址條件下的操作穩定性、可重現性及經濟效益，並評估後端廢棄物減量效果。 |   |         |                   |            |
| 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 |            |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 參考國際案例及相關技術資料，完成執行放射性污染土壤物理除污技術測試評估。</li> <li>2. 預期能獲取放射性污染土壤有效除污技術方法，並促進技術精進經驗，提升整體土壤除污效率，使廢棄物減量達成經濟效益。</li> </ol> |   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 研究放射性污染土壤物理除污技術研析，深入探討適用於放射性污染土壤的物理處理方法，並比較不同技術的特性與適用性，提供管制處理技術方法參考。</li> <li>2. 放射性污染土壤整治與修復技術，確保整治過程的環境安全、經濟性與永續性，強化二次廢棄物管理與管制確保技術可行性、經濟性與環境永續性。</li> </ol> |         | 核能安全委員會           |            |
| 遭遇困難與因應對策   | 執行計畫過程中所遭遇困難、執行落後或與原規劃不符之因應措施及建議，如無遭遇困難或落後情形者，請填寫「無」即可。<br>無  |   |         |                   |            |

|  |   |   |          |                   |             |
|--|---|---|----------|-------------------|-------------|
| 細部計畫 2<br>子項計畫 2-1                       | 114 年用過核子燃料乾貯設施耐震安全管制資訊研析與設施興建檢查技術支援  | 計畫屬性  | 科技計畫     | 執行機關              | 財團法人工業技術研究院 |
| 重點描述                                     | 本計畫建構我國乾式貯存設施之耐震安全管制基礎，整合 IAEA 與 NRC 法規，分析多座美國乾貯案例，提出適用台灣之耐震審查建議。同時執行核二廠乾式貯存設施興建階段 25 次現地查核，檢查基樁施工、基樁載重試驗、道路載重試驗、貯存平台區 (Pad Area) 區施工等工程項目，協助管制機關實時掌握乾貯設施施工品質、合規性與工地安全。 |   |          |                   |             |
| 預算數 (千元)                                 | 決算數 (千元)  | 執行率 (%)   | 節餘數 (千元) | 總人力 (人年)<br>實際/規劃 |             |
| 3,200                                    | 3,041   | 95.03   | 159      | 3.5/3.5           |             |
| 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 |             |
| 建立國際乾貯耐震法規與技術要求之完整資料架構與支援管制機關掌握施工品質與工地安全 |   | 已完成 IAEA 及美國 NRC 等法規比較，建立可供審查使用的耐震規範整合資料庫；並系統性彙整各項檢查發現、現地查驗結果及工程文件品質紀錄之審查成果，以協助管制機關全面掌握工程品質狀況及施工程序之合規性。 |          | 核能安全委員會           |             |
| 遭遇困難與因應對策                                | 無   |   |          |                   |             |

|   |  |         |          |                       |        |
|---|--|---------|----------|-----------------------|--------|
| 細部計畫 2<br>子項計畫 2-2  | 114 年用過核子燃料乾貯護<br>箱熱測試後之輻射屏蔽與熱<br>流審驗技術精進  | 計畫屬性    | 科技計畫     | 執行機關                  | 國立清華大學 |
| 重點描述  | 本計畫利用最先進輻射屏蔽與熱流分析技術，針對核一乾貯測試結果進行再驗證，以證實在安全分析設計熱負載與實際允諾裝載值之條件下，核一室外乾貯皆能滿足設計限值並保有充足餘裕。   |         |          |                       |        |
| 預算數 (千元)  | 決算數 (千元)   | 執行率 (%) | 節餘數 (千元) | 總人力 (人年)<br>實際/規劃     |        |
| 3,200   | 2,997  | 93.66   | 203      | 3.5/3.5               |        |
| 其他資源投入  | 無  |         |          |                       |        |
| 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<br>對象 |        |
| 1. 建立最先進之輻射屏蔽與熱流分析技術<br>2. 評估核一乾貯安全分析報告保守性<br>3. 提出有助於增進乾貯設施安全之管制建<br>議 | 1. 完成以最先進分析工具所建立之輻射屏蔽與熱流分<br>析技術，可完成不同熱負載條件之劑量與溫度評估<br>2. 分析結果證實核一乾貯安全分析報告確實存在足夠<br>之分析保守度，設施運轉無安全疑慮<br>3. 藉由技術研析與資料蒐集，完成與設施運轉監測、<br>未來室內乾貯以及安全分析使用工具相關之管制建<br>議，可作為未來乾貯設施申照審查之佐參。 |         |          | 核能安全委員會               |        |
| 遭遇困難與因應<br>對策   | 無  |         |          |                       |        |

|   |  |  |          |                   |                |
|---|--|--|----------|-------------------|----------------|
| 細部計畫 3<br>子項計畫 3-1  | 114 年低放射性廢棄物近地表處置申照階段安全評估案例研析  | 計畫屬性   | 科技計畫     | 執行機關              | 台灣地下水資源暨水文地質學會 |
| 重點描述  | 本計畫針對近年推動或運轉之國際近地表處置設施進行案例研析，包括加拿大、比利時、南韓與法國等國家，彙整其安全評估成果與相關處置技術，掌握國際發展趨勢及管制要求之變化。研究中亦深入研析加拿大白堊河 NSDF 處置設施之安全論證報告。該報告係依據 IAEA 所訂定之安全論證架構撰寫，內容涵蓋安全策略、安全評估、設計修正及不確定性管理等要素，並最終統整形成整體安全論點。此外，本計畫亦舉辦兩場專家技術討論會議，廣納我國相關領域專家學者之意見與建議，並將研究成果與專家回饋進行彙整，提出申照階段可供參採之安全評估審查重點與技術建議，作為管制機關推動審查制度建構之參考依據。 |  |          |                   |                |
| 預算數 (千元)  | 決算數 (千元)   | 執行率 (%)  | 節餘數 (千元) | 總人力 (人年)<br>實際/規劃 |                |
| 1,250   | 1,188  | 95.04  | 62       | 1/1               |                |
| 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 |                |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 完成國際間近地表處置安全評估案例蒐整及研析</li> <li>2. 完成加拿大低放廢棄物近地表處置申照階段安全評估案例研析</li> <li>3. 舉辦近地表處置安全評估專家技術討論會</li> <li>4. 提出近地表處置申照階段安全評估審查要項建議</li> </ol> |  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 完成蒐集加拿大、比利時、法國、南韓等國家之近地表處置相關評估報告及研析。</li> <li>2. 完成研析加拿大 NSDF 安全論證報告，並針對報告內容進行重點整合及與我國相關導則進行比對。</li> <li>3. 本計畫於 7/22 及 10/29 兩天各舉辦一場專家技術討論會，針對國際間近地表處置案例及加拿大 NSDF 安全論證報告之內容進行討論。</li> <li>4. 彙整本計畫之研析成果及專家意見，提出我近地表處置申照階段安全評估審查要項建議。</li> </ol> |          | 核能安全委員會           |                |
| 遭遇困難與因應對策   | 本計畫所研析之 NSDF 安全論證報告內容豐富，包含地質水文、設施設計、長期安全評估與不確定性分析等多項技術領域，無法於本年度報告中逐一詳述所有技術細節。透過本計畫舉辦之專家技術討論會，邀集我國相關領域之專家，透過專家聚焦重要議題與技術關鍵，可協助本計畫掌握核心內容並適度補強，並將相關建議納入成果報告中，使分析更具深度與實務參考性。  |  |          |                   |                |

|  |  |  |         |                       |        |
|--|--|--|---------|-----------------------|--------|
| 細部計畫 3<br>子項計畫 3-2   | 114 年深層地質處置核種遷移數值分析研究  | 計畫屬性   | 科技計畫    | 執行機關                  | 國立清華大學 |
| 重點描述   | 本計畫聚焦於放射性廢棄物處置設施中核種傳輸之安全評估，整合地質學、水文學及地球化學跨領域知識。計畫重點在於分析國際先進經驗（瑞典 SKB 及芬蘭 POSIVA）並運用 GoldSim 數值模擬軟體進行核種傳輸模擬，掌握擴散係數、吸附係數及遲滯因子等關鍵參數。針對我國尚未確定最終處置場址之現況，特別著重於參數不確定性與敏感性分析，以建立完整的安全評估框架。 |  |         |                       |        |
| 預算數（千元）  | 決算數（千元）  | 執行率（%）   | 節餘數（千元） | 總人力（人年）<br>實際/規劃      |        |
| 1,200  | 1,119  | 93.25  | 81      | 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/<br>合作對象 |        |
| 1. 完成國際重要文獻（芬蘭 POSIVA 與瑞典 SKB）之安全論證與技術報告研析。<br>2. 建立核種遷移數值模擬模式（GoldSim）完成 I-129、Cs-135 及 U-238 衰變鏈之傳輸模擬與敏感度分析。<br>3. 提出本土化管制要項建議，包含參數建立、模式驗證及地質環境調查評估。 |  | 1. 國際文獻研析：完成芬蘭 POSIVA(2017-02)安全論證報告及瑞典 SKB(TR-10-50/52)報告之深入分析，涵蓋情節分析、不確定性處理及參數數據驗證。<br>2. 數值模擬建立：成功運用 GoldSim 建立核種傳輸模型。針對不吸附核種（I-129）完成參數不確定性與敏感度龍捲風圖分析，確認基質擴散深度與地下水體積流量為關鍵參數。針對中等吸附核種（Cs-135）及衰變鏈（U-238 系列），確認吸附分配係數（Kd）為最敏感參數。<br>3. 管制建議：針對台灣地質環境提出 7 項本土化管制要項建議，涵蓋參數本土化、膠體影響評估及長期演化情節分析。 |         | 核能安全委員會               |        |
| 遭遇困難與因應對策  | 無  |  |         |                       |        |

|  |  |  |          |                   |            |
|--|--|--|----------|-------------------|------------|
| 細部計畫 3<br>子項計畫 3-3   | 114 年放射性廢棄物安全<br>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   | 本計畫經由放射性廢棄物管理及發展現況、照射後石墨放射性廢棄物管理之國際資訊蒐整與研析、以及我國「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。 |  |          |                   |            |
| 預算數 (千元)   | 決算數 (千元)   | 執行率 (%)  | 節餘數 (千元) | 總人力 (人年)<br>實際/規劃 |            |
| 1,250  | 1,151  | 92.08  | 99       | 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 |            |
| 1. 國際資訊蒐整研析方面，每月定期蒐整歸納國際相關管制與管理資訊，以及國際核能機構(IAEA 及 OECD/NEA)重要參考文獻，並且研析整理重要管制個案。<br>2. 彙整國際石墨放射性廢棄物管理方法，包括特性分析、拆解移除、處理、包封、貯存與最終處置等議題，並歸納研析多國實務案例與現行策略，掌握技術議題的國際現況與趨勢。<br>3. 更新我國 2024 年版國家報告書中文版。 |  | 1. 計畫研析成果將有助於我國放射性廢棄物管制決策與研發工作之參考應用，以強化管制技術能力，確保管制安全符合國際水準。<br>2. 針對石墨拆解策略與安全評估提出我國研究用反應器(TRR)石墨拆解及廢棄物管理的管制建議。<br>3. 完成「114 年放射性廢棄物安全管制國際資訊研析」報告 1 冊及完成國家報告書雙語化編譯作業。 |          | 核能安全委員會           |            |
| 遭遇困難與因應<br>對策  | 無  |  |          |                   |            |

## 附表、佐證資料表

(請選擇合適之佐證資料表填寫，超過 1 筆請自行插入列繼續填寫，未使用之指標資料表請刪除。)

### 【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理技術研發 |
| 處置管制技術研發團隊   | 清華大學、中央大學、臺灣地下水資源暨水文地質學會 | B    | A        | 2012      | 放射性廢棄物處置安全管理技術研發   |

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             |
|-----|------|----|----|------------------|
| 吳昀容 | 中央大學 | B  | B  | 放射性廢棄物處置安全管理技術研發 |
| 王梓芯 | 中央大學 | B  | B  | 放射性廢棄物處置安全管理技術研發 |
| 許鎧麟 | 中央大學 | B  | B  | 放射性廢棄物處置安全管理技術研發 |
| 高境淵 | 中央大學 | B  | B  | 放射性廢棄物處置安全管理技術研發 |
| 林欣璇 | 中央大學 | B  | B  | 放射性廢棄物處置安全管理技術研發 |
| 蕭筠安 | 中央大學 | B  | B  | 放射性廢棄物處置安全管理技術研發 |
| 張子陽 | 中央大學 | B  | B  | 放射性廢棄物處置安全管理技術研發 |

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<br>(西元年) | 是否被採納 | 成果歸屬                 |
|-------------------------------|-------------------------|--------------|-------|----------------------|
| 114 年放射性污染土壤物理除污技術研析          | 沈錦昌、陳永枝、秦佳琿             | 2025         | C     | 低放射性廢棄物處理與貯存安全管制技術研發 |
| 用過核子燃料乾貯設施耐震安全管制資訊研析          | 洪振育、徐貴炎                 | 2025         | C     | 用過核子燃料乾式貯存安全管制技術研發   |
| 核二廠室外乾式貯存設施興建檢查技術支援           | 洪振育、張皓評                 | 2025         | C     | 用過核子燃料乾式貯存安全管制技術研發   |
| 國外乾貯設施運轉經驗報告                  | 曾永信、王美雅、賴柏辰、張欽柏         | 2025         | C     | 用過核子燃料乾式貯存安全管制技術研發   |
| 核一廠室外乾貯設施混凝土護箱輻射屏蔽安全餘裕分析      | 曾永信、賴柏辰                 | 2025         | C     | 用過核子燃料乾式貯存安全管制技術研發   |
| 核一廠室外乾貯設施混凝土護箱熱流安全餘裕分析        | 曾永信                     | 2025         | C     | 用過核子燃料乾式貯存安全管制技術研發   |
| 114 年深層地質處置核種遷移數值分析研究         | 田能全                     | 2025         | C     | 放射性廢棄物處置安全管制技術研發     |
| 114 年低放射性廢棄物近地表處置申照階段安全評估案例研析 | 王士榮                     | 2025         | C     | 放射性廢棄物處置安全管制技術研發     |
| 114 年放射性廢棄物安全管制國際資訊研析         | 楊東昌、曾漢湘、吳禮浩、邱一夫、簡偉駿、陳誠一 | 2025         | 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。

**【I1 辦理技術活動表】**

| 技術活動名稱                                  | 活動性質 | 活動屬性 | 舉辦日期(YYYYMMDD) | 參與人數 | 成果歸屬             |
|---|------|------|----------------|------|------------------|
| 114 年低放射性廢棄物近地表處置申照階段安全評估案例研析第一次專家技術討論會 | A    | A    | 20250722       | 14   | 放射性廢棄物處置安全管制技術研發 |
| 114 年低放射性廢棄物近地表處置申照階段安全評估案例研析第二次專家技術討論會 | A    | A    | 20251029       | 14   | 放射性廢棄物處置安全管制技術研發 |

註：性質分成 A 技術研討會、B 競賽活動、C 技術說明會或推廣活動、D 其他；屬性分成 A 國內技術活動、B 國際技術活動；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             |
|-------------------------|----|---------|------|------------------|
| 高放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則草案 | B  | A       | A    | 放射性廢棄物處置安全管制技術研發 |

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。