

105 年度政府科技發展計畫 績效報告書 (D006)

**計畫名稱：核設施除役之輻射安全與人員生物劑量
評估技術研究(4/4)**

執行期間：

全程：自 102 年 1 月 1 日 至 105 年 12 月 31 日

本期：自 105 年 1 月 1 日 至 105 年 12 月 31 日

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核能研究所

中華民國 106 年 3 月 28 日

【105 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料(D003)】

審議編號	105-2001-02-05-07						
計畫名稱	核設施除役之輻射安全與人員生物劑量評估技術研究(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核能研究所						
計畫主持人	姓名	黃景鐘	職稱	處長			
	服務機關	行政院原子能委員會輻射防護處					
計畫類別	延續型一般計畫						
計畫群組及比重	環境科技 100%						
執行期間	105 年 01 月 01 日 至 105 年 12 月 31 日						
全程期間	102 年 01 月 01 日 至 105 年 12 月 31 日						
資源投入	年度	經費(千元)			人力(人/年)		
	102	6,044			2.8		
	103	6,346			3.7		
	104	6,412			3.4		
	105	6,437			3.6		
	合計	25,239			13.5		
	105 年度	經常門	經費項目		預算數(千元)	決算數(千元)	執行率(%)
			人事費		0	0	0
			材料費		832	832	100%
			其他經常支出		4,005	3,972	99.2%
			小計		4,837	4,804	99.3%
		資本門	土地建築		0	0	0
			儀器設備		1,600	1,471	91.9%
			其他資本支出		0	0	0
			小計		1,600	1,471	91.9%
		經費合計		6,437	6,275	97.5%	
		本計畫在機關施政項目之定位及功能					
本計畫係依循行政院整體施政方向與我國新能源政策「確保核安、穩健減核、打造綠能低碳環境、逐步邁向非核家園」，秉持專業和『安全第一、合理管制、簡政便民』的一貫精神，作好核能安全與輻射安全的管制與監督，強化輻射防護專業能力，規劃核電廠除役輻安審查；同時致力於良好之輻射設施管理與防護工作，以確保民眾生命財產的安全。							

計畫重點描述	一、核設施除役之輻射安全技術研究 核設施進行除役作業時，於其規劃階段即應納入劑量評估與管理，以確保核設施除役作業之工作人員個人劑量符合法規限值、集體劑量符合劑量合理抑低之成本效益，且配合除役之廠址環境特性及相關參數分析，應建立除役廠址關聯之環境水生和陸生生物體輻射劑量評估技術，以確保環境、民眾、工作人員之安全。 同時為提供核設施除役輻防管制作業之參考依據，須確認各種型式除役輻射偵測儀器之使用功能、適用範圍及最佳偵測條件等基本特性，並建立最適化之儀器校正技術、標準測試源與性能評估技術，依據國際標準規範，建立除役之輻射偵測儀器校正系統與環境試樣參考物質，建構完整的儀器檢校追溯體系與量測技術程序，確保除役輻射量測之準確度與公信力。 二、人員生物劑量評估技術研究 國內約有輻射工作人員 5 萬餘人，涵蓋核能設施、工業、醫院、研究機構等各類領域，如發生輻射意外曝露事件，人員生物劑量重建是必要程序。人員劑量評估除採用物理劑量計外，建立生物劑量評估為事故發生後必須採取的措施，以確認人員接受之劑量，採取必要的醫療照護行動。國外先進核能應用國家均已建立人員生物劑量評估技術與建置國家級生物劑量實驗室，我國亦須建立。本計畫積極推動及建立人員生物劑量評估技術研究建立相關技術，將有助於制定相關意外曝露應變作業程序及法規，並建置輻射生物劑量實驗室，提升游離輻射安全管制層次及水準。
計畫效益與重大突破	一、核設施除役之輻射安全技術研究 1. 參考美國核管會 NUREG-1501 號報告，探討以背景輻射劑量作為場址除役清潔標準之適切性。 2. 以美國 Humboldt Bay 核電廠為參考範例，利用場址內土壤殘餘輻射劑量評估程式(RESRAD-ONSITE)，完成 22 個關鍵核種之參數靈敏度分析研究，藉此建立與精進相關技術能力。 3. 完成 104 年核能研究所輻射度量儀器校正實驗室之常用手提式劑量率輻射偵檢器校正數量統計，共調查手提式劑量率偵檢器 567 部及污染偵檢器 225 部，研究結果可供各單位環境輻射劑量偵檢器汰換、維護、校正、讀數修正等之參考。 4. 完成稻米、乳品環境核種分析儀器校正用參考物質製備，並依據 ISO Guide34、35 之技術需求，完成樣品均勻度測試及添加核種不確定度評估，確保量測環境試樣加馬核種活度之準確性及可追溯性。 5. 利用台灣本土環境試樣所製成參考物質，進行兩種不同盛裝容器之加馬能譜自吸收效應校正研究，並投稿至 J. Radioanal. Nucl. Chem. SCI 期刊，相關成果可應用於不同環境試樣加馬能譜自吸收效應校正研究。

	二、人員生物劑量評估技術研究 1. 通過 ISO17025 實驗室認證審查並取得證書，達成本年度實驗室認證目標，並藉此確保人員生物劑量實驗室之品質及技術水準。 2. 完成國際間分析能力比對工作，通過加拿大衛生部舉辦的國際能力試驗，可藉此參與國際技術合作及國際間相互支持與互助體系，並驗證實驗室之技術能力。 3. 完成 105 年度國人背景值與反應曲線分析，以擴充我國生物劑量背景值與劑量反應資料，俾利精進歷年研究成果之代表性。 4. 完成國內醫院研究倫理審查委員會(IRB)申請，以提供本計畫合法的血液來源，藉此維持人員生物劑量實驗室正常運作。			
遭遇困難與因應對策	無遭遇困難或落後。			
後續精進措施	未來將持續致力於核設施除役輻防管制法規、儀器檢校及人員與環境劑量評估技術之建立，以及輻射意外事故後，人員生物劑量評估技術之發展，以持續提升計畫效益。			
計畫連絡人	姓名	林琦峰	職稱	技正
	服務機關	行政院原子能委員會		
	電話	(02) 2232-2204	電子郵件	cflin@aec.gov.tw

【分年階段性目標達成情形與重要成果摘要表】

年度	階段性目標達成情形	重要成果摘要說明
102	一、核設施除役之輻射安全技術研究	
	1. 建立核設施除役之工作人員與民眾輻射劑量評估技術 2. 完成核設施除役輻射防護措施案例分析 3. 完成中能量 (Cs-137) 環境級輻射劑量校正系統建置 4. 應用 RESRAD-BIOTA 程式建立環境生物體劑量評估技術	1. 學術成就： 完成「核設施除役輻射之工作人員與民眾輻射劑量評估」、「建立環境級輻射劑量校正系統 (Cs-137)」與「核設施除役輻射防護措施案例分析」研究報告 3 篇。 2. 技術創新： 完成「RESRAD-BIOTA 環境生物體劑量評估程式」技術報告 1 篇。 3. 合作團隊養成： 建立除役輻射安全防護與劑量評估技術團隊，俾利因應我國除役工作以確保環境與人員之輻射安全。 4. 技術服務： 建立環境劑量級標準輻射場，可供國內常用的偵檢器做測試與調校，增進國內環境輻射監測與偵測的準確度與一致性。
	二、人員生物劑量評估技術研究	
	1. 規劃 IRB 申請 2. 建立第二等級生物安全實驗室 3. 完成年度生物劑量標準曲線 4. 制訂 ISO 規定之標準操作程序書 5. 準備人員生物劑量實驗室之專業認證實驗室	1. 學術成就： 完成研究報告「螢光原位雜交技術應用於染色體轉位之觀察」、「人員生物劑量之人員訓練」、「人員生物劑量評估研究」3 篇。 2. 技術創新： 建立國內唯一在人員生物劑量研究上之專業實驗室及相關之專業技術。 3. 研究團隊養成： 建立人員生物劑量研究團隊，並與慈

年度	階段性目標達成情形	重要成果摘要說明
	6. 人員生物劑量實驗室國際合作	濟大學分子生物暨人類遺傳學系合作進行染色體雙中節分析。 4. 博碩士培育： 協同慈濟大學博士生共同研究染色體雙中節分析技術。 5. 資料庫建立： 增加年度生物劑量劑量反應曲線，藉此擴充國人生物劑量反應資料庫。
103	一、核設施除役之輻射安全技術研究	
	1. 建立除役土壤導出濃度指引水平(DCGL)推導技術 2. 完成除役後廠址環境輻射偵測報告導則草案撰擬 3. 完成低能量(Am-241)環境級輻射劑量校正系統建置	1. 學術成就： 完成「除役土壤導出濃度指引水平(DCGL)」與「建立環境級輻射劑量校正系統(Am-241)」研究報告2篇。 2. 技術創新： 完成「除役後廠址環境輻射偵測報告導則草案」技術報告1篇。 3. 合作團隊養成： 建立除役輻射安全防護與劑量評估技術團隊，俾利因應我國除役工作以確保環境與人員之輻射安全。 4. 技術服務： 建立環境劑量級標準輻射場，可供國內常用的偵檢器做測試與調校，增進國內環境輻射監測與偵測的準確度與一致性。 5. 決策依據： 撰擬核設施除役廠址環境輻射偵測報告導則草案，可供主管機關制定相關輻防管制規定。

年度	階段性目標達成情形	重要成果摘要說明
	二、人員生物劑量評估技術研究	
	1. 建立與醫院合作管道，取得人類血液樣本 2. 建立我國生物劑量反應曲線 3. 建立國人本土染色體雙中節背景 4. 規劃國家生物劑量計參考實驗室 ISO 認證 5. 人員生物劑量實驗室國際合作 6. 生物安全實驗室建置	1. 學術成就： 完成「人員生物劑量評估研究」、「人員生物劑量實驗室品保系統建立」研究報告 2 篇。 2. 技術創新： 建立國內唯一在人員生物劑量研究上之專業實驗室及專業技術。 3. 研究團隊養成： 與慈濟大學分子生物暨人類遺傳學系合作進行染色體雙中節分析。 4. 博碩士培育： 利用合作關係讓慈濟大學博士生共同研究，一同學習染色體雙中節分析技巧。 5. 資料庫建立： 增加年度生物劑量劑量反應曲線，藉此擴充國人生物劑量反應資料庫。
104	一、核設施除役之輻射安全技術研究	
	1. 建立除役作業中場址外劑量評估技術 2. 完成除役後廠址環境輻射偵測報告審查導則草案撰擬 3. 完成高能量(Co-60)環境級輻射劑量校正系統建置	1. 學術成就： 完成「除役作業中場址外劑量評估技術研究」與「建立環境級輻射劑量校正系統(Co-60)」研究報告 2 篇。 2. 技術創新： 完成「除役後廠址環境輻射偵測報告審查導則草案」技術報告 1 篇。 3. 合作團隊養成： 建立除役輻射安全防護與劑量評估技術團隊，俾利因應我國除役工作

年度	階段性目標達成情形	重要成果摘要說明
		以確保環境與人員之輻射安全。 4. 技術服務： 建立環境劑量級標準輻射場，可供國內常用的偵檢器做測試與調校，增進國內環境輻射監測與偵測的準確度與一致性。 5. 決策依據： 完成核設施除役廠址環境輻射偵測報告審查導則草案撰擬，可供主管機關制定相關輻防管制規定。
	二、人員生物劑量評估技術研究	
	1. 規劃 105 年度 IRB 申請 2. 增加年度劑量反應曲線 3. 增加 5 例正常人背景染色體雙中節分析 4. 申請生物劑量實驗室認證 5. 人員生物劑量實驗室國際合作	1. 學術成就： 完成「人員生物劑量評估研究」會議論文 1 篇，以及「人員生物劑量統計方法之應用——不同反應曲線之合併」、「人員生物劑量噴片技術改進」研究報告 2 篇。 2. 技術創新： 獲邀參加加拿大衛生部所舉辦之國際比對實驗，顯示我國相關技術已具有一定能力，達國際水平。 3. 研究團隊養成： 建立人員生物劑量研究團隊，並與慈濟大學分子生物暨人類遺傳學系合作進行染色體雙中節分析。 博碩士培育： 4. 利用合作關係讓慈濟大學博士生共同研究染色體雙中節分析技術，且經由數年來於核醫學會的推廣，吸引高醫碩士班學生參與核醫治療的雙中節分析研究。

年度	階段性目標達成情形	重要成果摘要說明
		5. 資料庫建立： 增加年度生物劑量劑量反應曲線，藉此擴充國人生物劑量反應資料庫。
105	一、核設施除役之輻射安全技術研究	
	1. 完成核設施除役之場址背景輻射影響探討研究 2. 完成國內常用手提式輻射偵檢器於量測環境輻射準確度調查研究 3. 完成環境核種分析儀器校正用參考物質(稻米、乳品)研製	1. 學術成就： 完成「核設施除役之場址背景輻射影響探討研究」與「國內常用手提式輻射偵檢器於量測環境輻射準確度」研究報告2篇，並投稿一篇國外期刊論文(題目：A study of self-absorption correction for gamma spectroscopy of radioactive environmental reference materials in Taiwan，期刊：J. Radioanal. Nucl. Chem)。 2. 技術創新： 完成「環境核種分析儀器校正用參考物質(稻米、乳品)」技術報告1篇。 3. 合作團隊養成： 因應我國核設施除役工作之推動，建立除役輻射安全防護與劑量評估技術團隊，以確保環境與人員之輻射安全。 4. 技術服務： (1) 研製環境核種分析儀器校正用參考物質，可供量測環境試樣加馬核種活度校正服務用。 (2) 建立環境劑量級標準輻射場，可供國內常用的偵檢器做測試與調校，增進國內環境輻射監測與偵測的準

年度	階段性目標達成情形	重要成果摘要說明
		確度與一致性。 5. 決策依據： 完成除役後廠址環境輻射偵測報告導則草案修訂，可供主管機關制定相關輻防管制規定。
	二、人員生物劑量評估技術研究	
	1. 規劃 106 年度 IRB 申請； 2. 增加 3 例正常人背景染色體雙中節分析； 3. 增加年度劑量反應曲線； 4. 追蹤 104 年度背景值異常之個例； 5. 參加專業實驗室認證； 6. 進行國際間分析能力比對。	1. 學術成就： 完成「人員生物劑量評估研究」會議論文 1 篇，以及「人員生物劑量評估研究—國際比對」研究報告 1 篇、「人員生物劑量實驗室 ISO17025 認證實務經驗」技術報告 1 篇。 2. 技術創新： 取得台灣認證基金會（TAF）之專業實驗室認證，並獲得國際比對實驗能力證明。 3. 研究團隊養成： 建立人員生物劑量研究團隊，並與慈濟大學分子生物暨人類遺傳學系合作進行染色體雙中節分析。 4. 技術服務： 建立人員生物劑量實驗室可於輻射意外事故發生時，提供人員劑量回推之服務。 5. 資料庫建立： 增加年度生物劑量劑量反應曲線，藉此擴充國人生物劑量反應資料庫。

【105 年度績效自評意見暨回復說明(D007)】

計畫名稱：核設施除役之輻射安全與人員生物劑量評估技術研究計畫

績效自評審查委員：魏孝萍、陳渙東、邱志宏

序號	審查意見	回復說明
壹、計畫實際執行與原計畫目標符合程度(自評評分： <u>8</u>) 9-10 分：超越計畫原訂目標，且已就所遭遇困難提出有效之因應對策。 8 分：達成計畫原訂目標，且已就遭遇困難提出可行之因應對策。 7 分：大致達成原訂目標，且就遭遇困難所提因應對策尚屬可行。 1-6 分：執行內容與原規劃未符，或未達成原訂目標，或仍須對所遭遇困難提出更有效可行之因應對策。		
1-1	105 年度達成預定目標，與原計畫目標相符。	謝謝委員的支持與意見。
1-2	利用已建立核設施場址內土壤殘存輻射劑量評估程式「RESRAD-BIOTA」並參考美國核管會 NUREG-1501 報告，完成將除役核設施場址之探討其背景輻射的影響。	謝謝委員的支持與意見。
1-3	完成 105 年度國人背景值與反應曲線分析，藉以擴充我國生物劑量背景值與劑量反應資料作為精進歷年研究成果之代表。	謝謝委員的支持與意見。
1-4	為確保量測環境試樣加馬核種活度之準確性及可追溯性，完成稻米、乳品環境核種分析儀器校正用參考物質製備，並依據 ISO Guide34、35 之技術需求，完成樣品均勻度測等。	謝謝委員的支持與意見。
貳、計畫經費及人力運用之妥適度(自評評分： <u>9</u>) 9-10 分：與原規劃一致。 7-8 分：與原規劃大致相符，差異處經機關說明後可以接受。 1-6 分：與原規劃不盡相符，且計畫經費、人力與工作無法匹配。		

2-1	經費支用率 97.5%，總計畫經費與原規劃一致；人力運用與原規劃一致。	謝謝委員的支持。
2-2	核設施除役之輻射安全技術研究計畫，資本門及經常門之支用項目符合該計畫之實務需求。	謝謝委員的支持。
2-3	人員生物劑量評估技術研究計畫，資本門及經常門之支用項目符合該計畫之實務需求。	謝謝委員的支持。
參、計畫主要成就及成果(重大突破)之價值、貢獻度及滿意度 (自評評分： <u>9</u>) 9-10 分：所達成量化指標或質化效益超越原計畫預期效益。 8 分：所達成量化指標及質化效益與原計畫預期效益相符 7 分：大致達成原計畫預期效益。 1-6 分：未達成計畫原計畫預期效益。		
3-1	所達成量化指標及質化效益與原計畫預期效益相符。	謝謝委員的支持。
3-2	學術成就之 A.論文超越原計畫目標值；D1.研究報告之研究報告篇數超越原計畫目標值，餘均與原計畫預期相符。	謝謝委員的支持。
3-3	學術成就之 B.合作團隊養成之機構內或跨機構合作團隊數；H.技術報告及檢驗方法技術開發，或技術升級之技術報告篇數與原計畫預期效益相符；S.科研設施建置及服務之設施建置項數，符合原計畫目標值。	謝謝委員的支持。
3-4	社會影響之 W.提升公共服務、Y.資訊平台與資料庫、AA.決策依據更新或新增資料筆數，提供政策建議或重大統計訊息符	謝謝委員的支持。

	合原計畫目標值。	
肆、跨部會協調或與相關計畫之配合程度(自評評分： <u>9</u>) 10 分：認同機關所提計畫執行無須跨部會協調，且不須與其他計畫配合。 9-10 分：跨部會協調或與相關計畫之配合情形良好。 7-8 分：跨部會協調或與相關計畫之配合情形尚屬良好。 1-6 分：跨部會協調或與相關計畫之配合情形仍待加強。		
4-1	與經濟部標檢局之「建立及維護國家游離輻射標準計畫」及慈濟大學合作，配合情形良好，惟與慈濟大學合作，似無跨部會協調需要。	謝謝委員的意見。 「核設施除役之輻射安全技術研究」因實驗使用之游離腔儀器須送至國家游離輻射標準實驗室進行校正追溯，故須與經濟部標檢局之「建立及維持國家游離輻射標準」計畫相互合作，共同開發環境輻射劑量校正技術，以提升研發能量。
4-2	本計畫執行無須跨部會協調，且不須與其他計畫配合。	「人員生物劑量評估技術研究」目前與慈濟大學確實僅屬機構間合作，未來相關研究如涉及醫療照護，相關資料將提供衛生福利部參考。
伍、後續工作構想及重點之妥適度(自評評分： <u>8</u>) 9-10 分：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 分：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 分：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。		
5-1	後續工作構想尚屬良好，惟因所發展之技術都需要長程，長期地保持，故建議後續可以再提計畫以維持、精進相關的技術。	謝謝委員的意見。有關本計畫相關技術的維持與精進，日前已提出「核設施除役與輻射防護劑量評估驗證技術研究」4 年計畫，並自今（106）年開始執行，以達長程發展技術之目的。
5-2	後續工作構想良好，應思考如何將生物劑量推廣成為人員輻射劑量安全檢測的一環。	謝謝委員的意見。人員生物劑量研究主要針對輻射異常之特殊案例，建立劑量追溯技術與相關作業機制，目前本計畫已完成整體

		流程規劃，且持續與醫療院所合作，建立運作機制，惟囿於原理、檢測技術、可用資源等因素，相關技術較不適用於例行性的人員輻射劑量安全檢測。
5-3	提出未來致力於核設施除役輻防管制法規，以及輻射意外事故後之人員生物劑量評估技術的精進，以提升計畫效應。	謝謝委員的意見。 有關核設施除役輻防管制，本計畫已針對核設施除役後廠址環境輻射偵測報告之撰寫與審查研擬相關導則，後續計畫將著手研擬輻防視察程序，並提供管制人員專業技術之教育訓練，以強化本會輻防管制能力。 另有關人員生物劑量評估技術研究，本計畫除持續藉由建立反應曲線與背景值，累積核心技術之研發能量，並透過參加國際比對實驗與實驗室 ISO 認證，達成品質及技術並重的目標，後續計畫將秉持這項原則，持續精進相關技術能力。
陸、總體績效評量暨綜合意見 (自評評分： <u>9</u>) 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		
6-1	本計畫的兩個分項計畫執行進度符合預定目標，完成「核施除役之場址背景輻射影響之探討」等工作項目，未來可應用這些技術於核能電廠除役工作規劃。	謝謝委員的意見。
6-2	在推廣民間輻射偵檢器例行(年度)校驗的服務，在量的方面，有再努力的空間。	謝謝委員的建議。本計畫執行單位核能研究所今(106)年預計舉辦 1-3 場技術服務說明會，將利用此機會向民間推廣偵檢器校驗業

		務。
6-3	除役廠址核種外釋活度推導技術執行內容選擇 Co-60 評估的理由為何，請補充說明。	謝謝委員的意見。有關除役廠址核種外釋活度推導技術，選擇 Co-60 進行評估，係因該核種為除役廠址之主要核種，且能量較高；此外，本計畫亦有針對核一廠除役計畫書的其它關鍵核種(如：H-3、Mn-54、Ni-63、Sr-90、Cs-137、Pu-239 及 Am-241 等)進行評估。
6-4	何以重複申請 IRB，而非一次申請多年期，請補充說明。 規劃 IRB 申請(102 年)、規劃 105 年度 IRB 申請(104 年)、規劃 106 年度 IRB 申請(105 年)。	謝謝委員的意見。有關 IRB 申請，依據本計畫合作單位花蓮慈濟醫院的規定，每年均需辦理展延申請，故非重複申請 IRB。未來將於計畫書內載明清楚。

第一部分

壹、 目標與架構.....	1
一、 目標與效益.....	1
(一) 目標	1
(二) 效益	1
二、 架構	3
三、 實際達成與原預期目標之差異說明	7
貳、 主要內容	8
一、 執行內容	8
(一) 核設施除役之輻射安全技術研究.....	8
(二) 人員生物劑量評估技術研究.....	10
二、 遭遇困難與因應對策	13
三、 實際執行與原規劃差異說明	13
參、 經費與人力執行情形.....	15
一、 經費執行情形	15
(一) 經資門經費表 (E005)	15
(二) 經費支用說明	16
(三) 經費實際支用與原規劃差異說明.....	17
二、 計畫人力運用情形	18
(一) 計畫人力結構 (E004)	18
(二) 人力實際進用與原規劃差異說明.....	18
肆、 已獲得之主要成果與重大突破(含量化 output) (E003)	19

壹、目標與架構

一、目標與效益

(一) 目標

本計畫係依循行政院整體施政方向與我國新能源政策「確保核安、穩健減核、打造綠能低碳環境、逐步邁向非核家園」，秉持專業和『安全第一、合理管制、簡政便民』的一貫精神，作好核能安全與輻射安全的管制與監督，強化輻射意外事故應變處理的能力，規劃核電廠除役輻安審查；同時致力於良好之輻射設施管理與防護工作，以確保民眾生命財產的安全。

(二) 效益

本計畫共有兩分項計畫，分別為「核設施除役之輻射安全技術研究」與「人員生物劑量評估研究」，其執行成效分述如下：

1. 核設施除役之輻射安全技術研究

我國目前三座進行商業運轉之核能電廠，以 40 年運轉執照效期估算，均將陸續於十年內達運轉年限而需面臨除役，因此，本計畫自 102 年起則開始致力於發展除役作業人員、環境與生物體劑量評估模式研究，以確保環境、民眾、工作人員之安全，同時為提供核設施除役輻防管制作業之參考依據，除確認各種型式除役輻射偵測儀器之使用功能、適用範圍及最佳偵測條件等基本特性之外，並建立最適化之儀器校正技術、標準測試源與性能評估技術，以確保除役輻射量測之準確度與公信力。

本計畫於除役輻防管制法規研究與技術發展方面，本年度已參考美國核管會 NUREG-1501 號報告，說明以背景輻射劑量做為場址除役清潔標準之可行性與正當性，以供主管機關未來制定相關法規之參考；並建立場址內土壤殘餘輻射劑量評估程式(RESRAD-ONSITE)參數靈敏度分析技術，藉由找出可能顯著影響劑量評估結果之關鍵參數，以精進除役輻射劑量評估技術；此外，也完成台灣本土稻米及乳品環境核種分析儀器校正用參考物質之研製，可用於確保加馬能譜量測結果準確性與可追溯性，並完成國內常用手提式

輻射偵檢器之種類、特性與適用範圍等資料彙整，及各類型偵檢器的準確度範圍分析，可藉此建構完整的儀器檢校追溯體系與量測技術程序，提昇除役輻射量測之準確度與可靠度。

2. 人員生物劑量評估研究

國內約有輻射工作人員 5 萬餘人，涵蓋核能設施、工業、醫院、研究機構等各類領域，如發生輻射意外曝露事件，劑量重建是必要程序。人員劑量評估除採用物理劑量計外，建立生物劑量評估為事故發生後必須採取的措施，藉此可確認人員接受之劑量，採取必要的醫療照護行動。國外先進核能應用國家均已建立人員生物劑量評估技術與建置國家級生物劑量實驗室，我國亦有必要建立相關之技術與設備。

本計畫係建立我國生物劑量研發能力後，短期目標以提升人員生物劑量實驗室能力，中期目標為建立專業人員生物劑量實驗室硬體，長期目標則為提升人員生物劑量實驗室品質，並申請人員生物劑量實驗室認證，建立具公信力之專業實驗室。預期成效上，可透過與國內醫學中心合作，獲得人類血液檢體合法提供，並利用獲得的血液檢體，經由不同劑量之鈷-60 照射，培養全血細胞、製作染色體玻片、分析雙中節染色體，以建立人員生物劑量標準曲線；並將收集正常人染色體雙中節分析，作為本土國人背景值資料庫，以了解在一般環境下，正常國人的染色體雙中節發生率。另外將持續參與國際能力比對，確定實驗室分析人員之能力，對於我國朝向國際化之生物劑量分析實驗室將有加倍加分之效應。最後，人員生物劑量實驗室目前已為國內前瞻創新實驗室，並已取得 ISO17025 測試實驗室認證，預期未來可提供更可信數據給國人參考。

二、架構

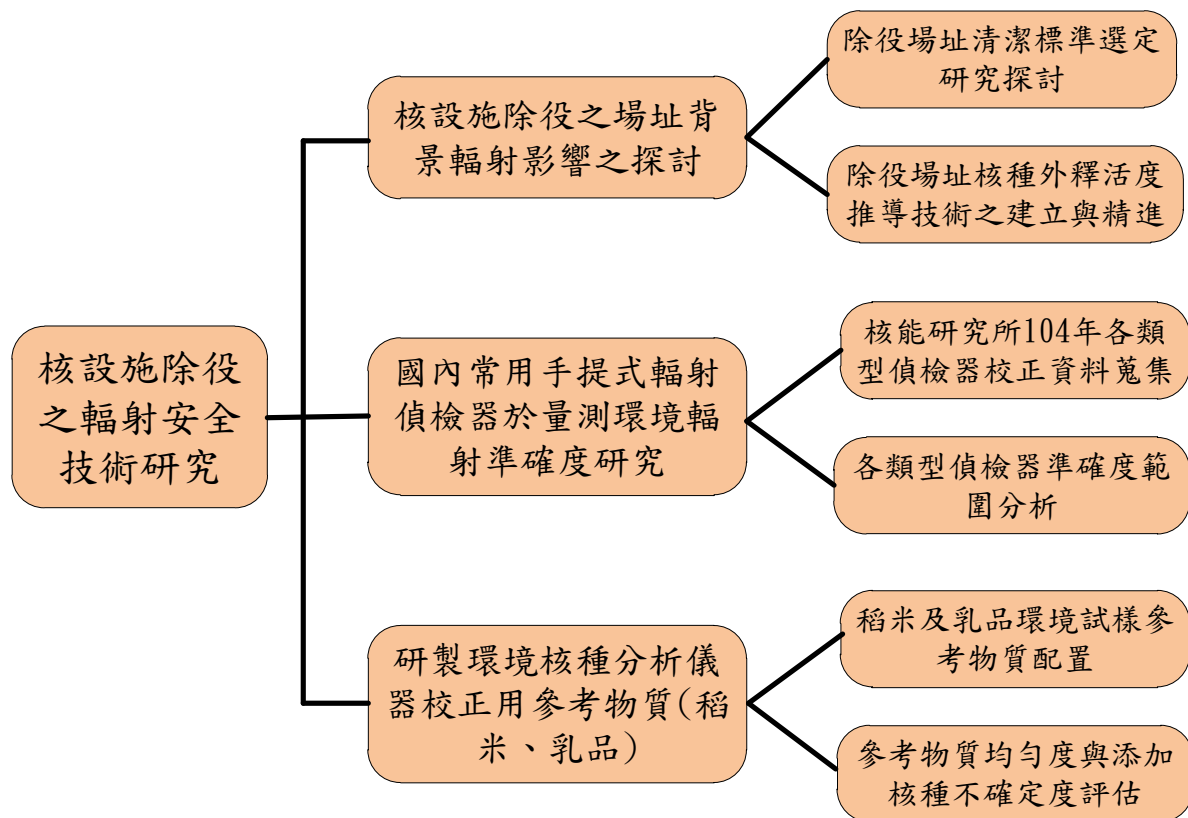
(一) 計畫架構

細部計畫		子項計畫		主持人	執行機關	計畫原訂目標	計畫效益與目標達成情形
名稱	預算數/ (決算數) (千元)	名稱	預算數/ (決算數) (千元)				
核設施除役之輻射安全與人員生物劑量評估技術研究	6,437 (6,275)	核設施除役之輻射安全技術研究	3,432 (3,325)	黃珏吉	行政院原子能委員會核能研究所	核設施除役之場址背景輻射影響探討研究	完成美國核管會 NUREG-1501 號報告研析，了解以背景輻射劑量作為場址除役清潔標準之適切性，俾供輻防處未來協助物管局進行相關審查工作，並完成研究報告 1 篇。
						國內常用手提式輻射偵檢器於量測環境輻射準確度研究	完成 104 年核能研究所輻射度量儀器校正實驗室常用手提式劑量率輻射偵檢器之校正數量統計，其中手提式劑量率偵檢器佔 567 部、污染偵檢器佔 225 部，並選擇較具代表性之廠牌型號進行分析，結果均符合美國 ANSI-N323A 之準確度要求 ($\pm 15\%$)，並完成研究報告 1 篇。
						研製環境核種分析儀器校正用參考物質(稻米、乳品)	完成稻米、乳品環境核種分析儀器校正用參考物質製備，並依據 ISO Guide34、35 之技術需求，完成樣品均勻度測試及添加核種不確定度評估，並完成技術報告 1 篇。

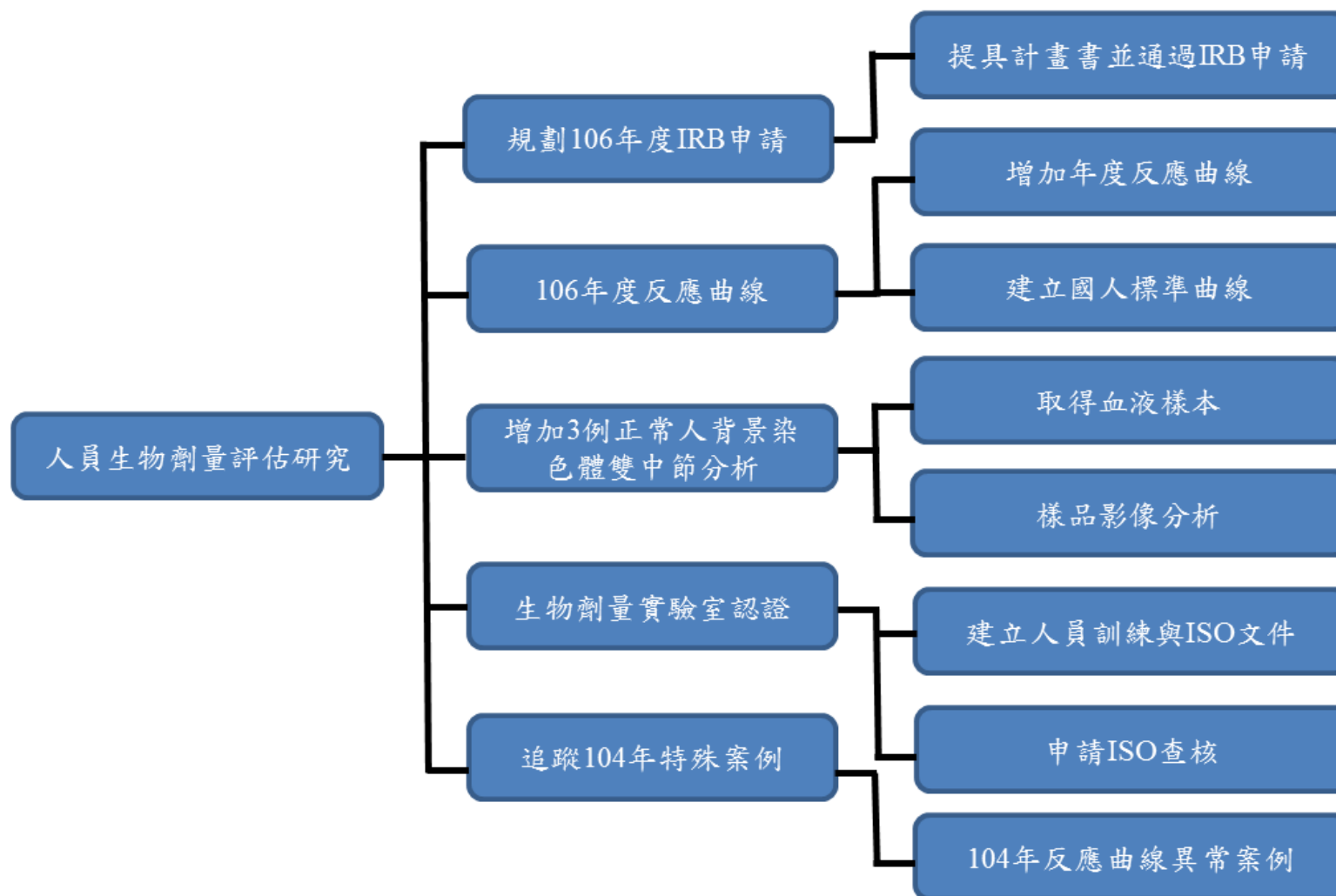
細部計畫		子項計畫		主持人	執行機關	計畫原訂目標	計畫效益與目標達成情形
名稱	預算數/ (決算數) (千元)	名稱	預算數/ (決算數) (千元)				
		人員生物劑量評估技術研究	3,005 (2,950)	張志賢	行政院原子能委員會核能研究所	國人染色體之雙中節數據分析	1. 新增 105 年度反應曲線，擴充生物劑量反應資料庫。 2. 完成三例背景樣品分析，並追蹤 104 年異常個案，其結果均符合國際認可範圍。 3. 順利完成 106 年度 IRB 申請，藉此可持續取得實驗用之血液樣本。
						參加專業實驗室認證	取得台灣認證基金會 (TAF) 之實驗室能力認證，並完成研究報告 1 篇。
						進行國際間分析能力比對	參加加拿大衛生部主辦之國際間分析能力比對實驗，取得相關能力證明，並完成研究報告 1 篇。

(二) 樹狀圖

1. 核設施除役之輻射安全技術研究



2. 人員生物劑量評估研究



三、實際達成與原預期目標之差異說明

「核設施除役之輻射安全技術研究」與「人員生物劑量評估技術研究」，本年度實際達成之成果均符合原預期設定之目標。

貳、主要內容

一、執行內容

(一) 核設施除役之輻射安全技術研究

1. 核設施除役之場址背景輻射影響之探討

(1) 除役場址清潔標準選定研究探討

未來十年內，國內三座核能電廠將陸續達運轉年限，而可能需面臨除役，目前國內除役後場址輻射劑量之管制，係由核子反應器設施管制法第二十二條規定來加以規範，而此規範亦與美國現行管制法規內容相近(10 CFR 20 subpart E)。然而在美國訂定相關管制法規初期，許多民眾或環保團體曾提出以背景輻射水平，做為除役後場址容許殘餘輻射之管制依據，因此本計畫透過研析美國核管會所發表 NUREG-1501 號報告，探討以背景輻射水平做為除役場址清潔標準概念之可行性與正當性。

(2) 除役場址核種外釋活度推導技術之建立與精進

本年度以美國 Humboldt Bay 核電廠，於發展除役場址土壤導出濃度指引水平(Derived concentration guideline levels, DCGLs)過程中，所進行場址內殘餘輻射劑量評估程式(RESRAD-ONSITE)參數靈敏度分析研究為範例，以了解 RESRAD 程式眾多內建參數中，那些輸入參數值之改變，將對劑量評估結果造成顯著影響。

此外，更應用此技術進行核一廠場址環境參數靈敏度分析評估，並考量 2 種人類未來於除役場址可能生活模式(農場居民及工作人員)。初步評估結果，以 ^{60}Co 核種為例，在兩個情節中，最顯著影響劑量評估結果之參數皆為體外加馬屏蔽因子(External gamma shielding factor)，主要原因為 ^{60}Co 屬發射加馬射線之核種，因此加馬射線之屏蔽效應，將直接影響體外曝露劑量結果。此外，影響程度僅次於體外加馬屏蔽因子之參數，在農場居民情節中為鈷自土壤至植物及植物至肉類之核種遷移

係數，而在工作人員情節中為 ^{60}Co 於污染帶中 Kd 值及污染帶厚度，造成此差異主要原因在於 2 種情節所採用曝露途徑不同有關。由於農場居民情節較工作人員情節多出攝食食物曝露途徑(嚥入植物、肉類、奶類及魚類)，因此農場居民情節中，影響劑量評估結果較顯著之參數為與攝食相關之參數，即上述土壤至植物及植物至肉類之核種遷移係數，而在工作人員情節中，影響劑量評估結果較顯著之參數為非直接與攝食相關之參數，此處為 ^{60}Co 核種於污染帶中 Kd 值及污染帶厚度。

2. 國內常用手提式輻射偵檢器於量測環境輻射準確度研究

環境背景輻射常依地域和季節不同而有所變動，在低劑量率環境輻射量測上，常因使用儀器種類及特性上差異，而有不同量測結果。為了解各單位使用手提式輻射偵檢器之概況，本計畫針對核能研究所輻射度量儀器校正實驗室，於 104 年所進行手提式輻射偵檢器校正數量進行統計，分析結果為總數量 790 部、廠牌 65 種，其中手提式劑量率偵檢器佔 567 部、廠牌數量為 39 種；污染偵檢器佔 223 部、廠牌數量為 26 種。由於廠牌型號種類眾多，因此以年校正總量超過 10 部之廠牌做為代表，統計分析其準確度範圍，並與相關國際規範進行比較。

常用廠牌劑量率輻射偵檢器之校正結果，大多符合美國 ANSI-N323A 之準確度要求($\pm 15\%$)，換算成校正因子為 0.87~1.18；另最大擴充不確定度($k=2$)分別為 6.1%(~10 $\mu\text{Sv/h}$)及 3.8%(~100 $\mu\text{Sv/h}$)。另一方面，常用廠牌阿伐貝他污染偵檢器，對阿伐核種(^{241}Am)之偵測效率為 28.3%~58.1%、貝他核種(Sr-90)之偵測效率為 22.0%~58.3%；另最大擴充不確定度($k=2$)分別為 2.1%(阿伐)及 3.8%(貝他)。

3. 研製環境核種分析儀器校正用參考物質(稻米、乳品)

財團法人全國認證基金會(TAF)，目前開放環境試樣放射性核種分析測試實驗室申請認證的測試項目，共計有：土壤、水

樣、植物樣、肉樣、空浮濾紙樣、牛乳樣、米樣、菇類、人工尿樣及人工糞樣等十種環境試樣，本年度則針對米樣與牛乳樣環境試樣參考物質製備進行研發，並依據 ISO GUIDE 34、35 之技術需求，完成參考物質均勻度測試與添加核種不確定度評估。

評估本次米樣參考物質配製結果，各配製核種之不確定度($k=1$)分別為 ^{60}Co : 4.90%、 ^{134}Cs : 4.14%、 ^{137}Cs : 3.51%、 ^{85}Sr : 4.39%、 ^{90}Sr : 2.68%；牛乳樣參考物質配製結果，各配製核種之不確定度($k=1$)分別為 ^{60}Co : 3.75%、 ^{134}Cs : 4.79%、 ^{137}Cs : 4.30%、 ^{85}Sr : 3.04%、 ^{90}Sr : 2.29%，表示核研所在配製台灣地區米樣、牛乳樣參考物質能力與國際上販售之參考物質一致，足以提供作為國內各實驗室之標準參考試樣。

(二) 人員生物劑量評估技術研究

1. 國人染色體之雙中節數據分析

(1) 規劃 106 年度 IRB 申請

人員生物劑量評估技術研究最主要的研究樣品為人類血液檢體，依據衛生福利部 91 年公告、95 年修正之研究用人體檢體採集與使用注意事項：採集與使用檢體應先提具研究計畫書，並經人體試驗委員會或其他類似之倫理委員會（以下簡稱倫理委員會，Institutional Review Board，IRB）審核同意，始得為之。所以為合法且於當年度順利取得檢體進行相關試驗，本計畫需提早規劃血液檢體取得程序。今年已完成與慈濟醫院 106 年的 IRB 申請，使得此計畫的主要研究素材源源不斷不致終止。

(2) 增加 3 例正常人背景染色體雙中節分析

生物劑量評估中，建立背景資料是相當重要，其為影響低劑量判別之重要因子。根據國際原子能總署(IAEA) 2011 年細胞遺傳生物劑量技術報告所述，在正常族群中，通常在每 1,000 顆正常人的淋巴球細胞裡，可觀察到 0.5-1 個雙中節變異；而在國際標準組織(ISO) ISO19238:2014 國際輻射研究指出，在

正常背景值中，每位正常人的 1,000 顆淋巴球細胞中，平均存在 1 個(0-2 個)染色體雙中節變異。綜合以上所述，在正常背景下，每位正常人的淋巴球細胞通常會存在 1/1000 比例的雙中節變異。今年度，生物劑量實驗室增加 3 例正常人背景染色體雙中節分析，結果顯示均在 0-1 個染色體雙中節變異情形。

(3) 增加年度劑量反應曲線

規劃國際化生物劑量實驗室過程中，國際學者皆一致認為建立實驗室所屬之「劑量反應曲線」為實驗室首重任務，而維持實驗室人員分析能力一致性之重要依據，亦是定期進行劑量反應曲線分析，並與資料庫進行比對。在 105 年度，新增一條人員生物劑量反應曲線，並且合併先前的三條曲線成為新的人員生物劑量標準曲線。其中 0 Gy (即背景值)分析 1000 顆細胞；0.25、0.5、1、2、3、4、5 Gy，則依據 ISO 19238 規定，分析 500 顆中期細胞或觀察到 100 顆雙中節即停止該樣品分析。

(4) 追蹤 104 年度背景值異常之個例

於 104 年度的人員生物劑量反應曲線，0 Gy (即背景值)的血液檢體中，於 1,012 個中期細胞中，發現 5 個雙中節，造成整體的雙中節背景發生率為 4.9‰，大於國際認可的範圍 0-2‰，故經過謹慎考慮後，104 年度的反應曲線暫不合併入標準曲線且其 0 Gy 的背景值不列入背景值資料庫，並於 105 年追蹤此血液提供者，於 105 年度試驗結果顯示於 1001 顆血液細胞中，僅有 1 顆變異性。

2. 參加專業實驗室認證

國際上人員生物劑量實驗室之參考依據乃是遵循 ISO19238:2014(E)輻射防護-服務實驗室以細胞遺傳學檢測技術測量生物劑量之操作準則，和 ISO21243:2008(E)輻射防護-在大規模輻射或核子性緊急狀況下，利用細胞遺傳學檢傷分類法進行

評估之實驗室執行準則，二份文件執行。而國內人員生物劑量實驗室目前乃為前瞻創新實驗室，目前並無相關認證，因此透過與財團法人全國認證基金會 (TAF，Taiwan Accreditation Foundation) 溝通、討論，本實驗室將本著 ISO19238 的精神，申請 ISO17025 測試實驗室認證。實驗室之品質及技術系統將符合 ISO19238 及 ISO17025 規定，確保本實驗室數據之品質，且由實驗室出具之數據皆獲得適當管理保存。

103、104 年度實驗室人員已接受 ISO17025 法規相關訓練，並藉著訓練課程了解品質系統所需相關能力並建立。人員生物劑量實驗室已在 104 年完成 ISO 實驗室所有認證文件準備，包括一、二、三階文件及四階表單共 78 份文件建立，以及依據本實驗室擬定、發行之 ISO17025 標準作業程序完成兩例檢體。104 年度，人員生物劑量實驗室依據 TAF 規定提出認證申請，並於 11 月 2 日完成所有申請項目，105 年 TAF 實地評鑑後已獲得實驗室能力認證，完成實驗室認證目標。

3. 進行國際間分析能力比對

人員生物劑量實驗室已於 103 年度參與由加拿大衛生部 Wilkins 教授所舉辦的國際比對，並順利完成；在 104 年 10 月 19 日，本實驗室再次收到 Wilkins 教授的邀請，並經由原能會輻防處的協助順利獲得其寄出之血液檢體，於 11 月 21 日開始進行相關試驗程序。已於 105 年度完成國際比對工作，並將結果送交加拿大衛生部委員，除更確定實驗室分析人員之能力，對於我國朝向國際化之生物劑量分析實驗室將有加倍加分之效應。

二、 遭遇困難與因應對策

類別	說明	因應措施與建議
執行困難	無	-
執行落後	無	-

三、 實際執行與原規劃差異說明

1. 核設施除役之輻射安全技術研究

工作項目	計畫書查核點	執行成果	差異分析
1.核設施除役之場址背景輻射影響之探討	完成核設施除役之場址背景輻射影響探討研究報告。	參考美國核管會 NUREG-1501 號報告，完成核設施除役之場址背景輻射影響探討研究報告。	符合進度
2.國內常用手提式輻射偵檢器於量測環境輻射準確度研究	1. 完成常用手提式劑量率輻射偵檢器資料收集與分類整理。 2. 完成國內常用手提式輻射偵檢器於量測環境輻射準確度研究報告。	1. 依據偵檢器類型與廠牌型號，完成 104 年核能研究所輻射度量儀器校正實驗室之手提式輻射偵檢器年校正數量統計分析。 2. 完成 104 年核能研究所輻射度量儀器校正實驗室之常用手提式劑量率輻射偵檢器校正數量統計分析。完成國內常用手提式輻射偵檢器於量測環境輻射準確度研究報告。	符合進度
3.研製環境核種分析儀器校正用參考物質(稻米、	1. 完成配製樣品之標準活度量測追溯。 2. 完成環境核種分析儀器校正	1. 完成可追溯至國家游離輻射標準實驗室之加馬射源(^{60}Co 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{85}Sr)與貝他射源(^{90}Sr)配製及不確定度評估。 2. 完成米樣與牛乳樣環境試樣	符合進度

乳品)	用參考物質(稻米、乳品)技術報告。	參考物質之製備，並依據 ISO GUIDE 34、35 之技術需求，完成參考物質均勻度測試與添加核種不確定度評估。完成環境核種分析儀器校正用參考物質(稻米、乳品)技術報告。	
-----	-------------------	--	--

2. 人員生物劑量評估技術研究

工作項目	計畫書查核點	執行成果	差異分析
1. 規劃 106 年度 IRB 申請	完成 IRB 申請並獲得許可。	1. 已與慈濟大學完成簽約。 2. 慈濟大學細胞遺傳室已獲得慈濟醫院人體試驗委員會的人體試驗計畫許可。	符合進度
2. 增加年度劑量反應曲線	完成增加年度反應曲線。	已建立 105 年度之劑量反應曲線。	符合進度
3. 增加 3 例正常人背景染色體雙中節分析	完成 3 例正常人背景值染色體雙中節分析。	完成 3 例正常人背景值染色體雙中節分析。	符合進度
4. 申請生物劑量實驗室認證	完成申請 ISO17025 實驗室認證。	獲得 ISO17025 測試實驗室認證。	符合進度

參、經費與人力執行情形

一、經費執行情形

(一) 經資門經費表 (E005)

單位：千元；%

	105 年度					106 年度 預算數	107 年度 申請數	備註
	預算數 (a)	初編決算數			執行率 (d/a)			
		實支數 (b)	保留數 (c)	合計 (d=b+c)				
總計	6,437	6,275	0	6,275	97.5%	-	-	-
核設施除役之 輻射安全技術研究	小計 3,432	小計 3,325	小計 0	小計 3,325	小計 96.9%	-	-	-
一、經常門小計	2,332	2,325	0	2,325	99.7%	-	-	-
(1)人事費	-	-	-	-	-	-	-	-
(2)材料費	532	532	0	532	100%	-	-	-
(3)其他經常支出	1,800	1793	0	1793	99.6%	-	-	-
二、資本門小計	1,100	1,000	0	1,000	90.9%	-	-	-
(1)土地建築	-	-	-	-	-	-	-	-
(2)儀器設備	1,100	1,000	0	1,000	90.9%	-	-	-
(3)其他資本支出	-	-	-	-	-	-	-	-
人員生物劑量評估	小計	小計	小計 0	小計 2950	小計 98.2%	-	-	-

技術研究	3,005	2,950						
一、經常門小計	2,505	2,479	0	2,479	98.9%	-	-	-
(1)人事費	-	-	-	-	-	-	-	-
(2)材料費	300	300	0	300	100%	-	-	-
(3)其他經常支出	2,205	2,179	0	2,179	98.8%	-	-	-
二、資本門小計	500	471	0	471	94.2%	-	-	-
(1)土地建築	-	-	-	-	-	-	-	-
(2)儀器設備	500	471	0	471	94.2%	-	-	-
(3)其他資本支出	-	-	-	-	-	-	-	-

(二) 經費支用說明

1. 核設施除役之輻射安全技術研究

本年度經費中，資本門主要用於採購智慧型純鍮偵檢器，以進行核設施除役之場址背景輻射影響探討等相關研究；經常門則用於採購實驗室相關耗材及藥品試劑，以及通訊費、一般事務費、國內外差旅費、臨時人員薪資、水電費與環境清潔費等其他費用支出。

2. 人員生物劑量評估技術研究

本年度經費的資本門主要用於採購樣本培養儀器，因在試驗過程中，樣品培養的穩定度將影響後續數據差異性，採購穩定的培養儀器將有助於本計畫之恆定性；經常門則用於採購實驗室相關耗材及藥品試劑，以及實驗室維護及各儀器之校正和確效，在和慈濟大學的 IRB 合作案中，經常門也作為採集血液檢體與協

助數據分析等作業之經費來源。

(三) 經費實際支用與原規劃差異說明

與原規劃無差異。

二、計畫人力運用情形

(一) 計畫人力結構 (E004)

計畫名稱	執行情形	105 年度							106 年度 總人力 (預算數)	107 年度 總人力 (申請數)
		研究員 級	副研究 員級	助理研究員 級	助理級	技術 人員	其他	總人力 (人年)		
核設施除役 之輻射安全 技術研究	原訂	0	0.4	1.2	0.4	0.4	0	2.4	-	-
	實際	0	0.4	1.2	0.4	0.4	0	2.4	-	-
	差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-
人員生物劑 量評估技術 研究	原訂	0	0.1	1.1	0	0	0	1.2	-	-
	實際	0	0.1	1.1	0	0	0	1.2	-	-
	差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(二) 人力實際進用與原規劃差異說明

無差異。

肆、 已獲得之主要成果與重大突破(含量化 output) (E003)

屬性	績效指標類別	績效指標項目		105 年度		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	國外(篇)	0	1	有關不同密度環境試樣參考物質之加馬能譜量測效率校正之研究成果，已投稿至 J. Radioanal. Nucl. Chem. SCI 期刊，可精進我國於量測環境試樣加馬核種活度之準確性及具備國際專業實驗之技術水平。	
		研討會論文	國內(篇)	0	1	人員生物劑量評估之研究成果經彙整，已於 105 年中華民國核醫年會發表，可藉此機會讓臨床醫師瞭解人員生物劑量技術於輻射診治上所扮演的角色。	
	B.合作團隊 (計畫)養成	機構內跨領域合作團隊(計畫)數		2	1	1.因應我國推動之核設施除役工作，建立除役之輻射安全防護與劑量評估技術團隊，以確保環境與人員之輻射安全。	
		跨機構合作團隊(計畫)數			1	2.人員生物劑量團隊除依原計畫與慈濟大學合作，另與高醫大協同研發技術，並與國外專家學者討論、參加國際能力比對，藉此提升人員專業素養與分析能力。	

屬性	績效指標類別	績效指標項目	105 年度		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		
	D1.研究報告	研究報告篇數	2	3	研究報告可呈現研發經驗及成果，供後續研究參考。105 年共完成下列研究報告： 1. 核設施除役之場址背景輻射影響探討研究報告 2. 國內常用手提式輻射偵檢器於量測環境輻射準確度研究報告 3. 人員生物劑量評估研究—國際比對	
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	2	2	建立相關專業技能，傳承技術關鍵資訊，並提供相關單位參考。105 年共完成下列技術報告： 1. 「環境核種分析儀器校正用參考物質(稻米、乳品)」技術報告。 2. 「人員生物劑量實驗室 ISO17025 認證實務經驗」技術報告	

屬性	績效指標類別		績效指標項目	105 年度		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		
	S2. 科研設施建置及服務		設施建置項數	3	3	1. 研製環境核種分析儀器校正用參考物質，可供量測環境試樣加馬核種活度校正服務用。 2. 建立環境劑量級標準輻射場，可供國內常用的偵檢器做測試與調校，增進國內環境輻射監測與偵測的準確度與一致性。 3. 建立人員生物劑量實驗室可於輻射意外事故發生時，提供人員劑量回推之服務。	
社會影響	社會福祉提升	W. 提升公共服務	其它	1	1	萬一發生輻射意外事故，人員生物劑量技術可提供輻射劑量評估服務。	
	Y. 資訊平台與資料庫		更新或新增資料庫資料筆數	1	1	藉由建立劑量標準曲線，可評估人員接受的輻射劑量。另外，積極收集國人人員生物劑量背景值，對於國家人民的背景統計，實有重大意義。	
	AA. 決策依據		提供政策建議或重大統計訊息數	1	1	完成除役後廠址環境輻射偵測報告導則草案修訂，可供主管機關制定相關輻防管制規定。	

105 年度計畫績效指標實際達成與原訂目標差異說明：

詳如各項指標之「效益說明」欄位。

第二部分目錄

壹、 主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome).....	1
一、 學術成就(科技基礎研究).....	1
二、 技術創新(科技技術創新).....	1
三、 經濟效益(經濟產業促進).....	2
四、 社會影響(社會福祉提升、環境保護安全).....	2
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)	4
貳、 跨部會協調或與相關計畫之配合	5
參、 檢討與展望	5

壹、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)

(一) 核設施除役之輻射安全技術研究

本分項計畫於 102 至 105 年共產出 9 篇研究報告，研究報告著重於建立除役輻防管制法規、儀器檢校追溯體系及人員劑量評估技術與經驗傳承，將有助於後續除役管制規劃。

(二) 人員生物劑量評估技術研究

1. 102 至 105 年共產出 12 篇研究報告，報告內容涵蓋試驗準備工作、技術精進與國際間合作方式，可做為計畫延續傳承工作，將有利於永續執行國人生物劑量分析工作。
2. 藉由執行人員生物劑量研究計畫，建立與慈濟大學分子生物暨人類遺傳學系之學術研究團隊，除有助於雙方學術交流外，亦能建立國內生物劑量相互支援網路。

二、技術創新(科技技術創新)

(一) 核設施除役之輻射安全技術研究

1. 利用除役中廠址外部劑量模擬程式 RESRAD-OFFSITE 及 RESRAD-ONSITE，建立導出濃度指引水平(DCGL)之推導程序，可協助進行核電廠除役期間最終輻射狀態偵檢，及有效推動我國核電廠除役計劃之執行。
2. 完成自製之 ^{137}Cs 環境級輻射劑量校正系統組裝與性能測試，其中系統所使用之屏蔽式低散射輻射量測儀器校正設備已取得中華民國與美國發明專利證書，可有效降低環境中之背景輻射，並使輻射場強度能降至 $3 \times 10^{-4} \mu\text{Gy/s}$ 以下，提供核設施除役所使用之環境劑量監測儀器與輻射偵檢儀器在低劑量環境條件下之準確測試與校正，保障工作人員與民眾之輻射安全。
3. 利用場址內殘餘輻射劑量評估程式(RESRAD-ONSITE)，建立程式參數靈敏度分析技術，並應用此技術完成我國核一廠場址環境

參數靈敏度初步評估研究，藉此精進除役後場址土壤 DCGL 推導技術。

(二) 人員生物劑量評估技術研究

目前核研所人員生物劑量實驗室今年已陸續建立：(1)建立人員生物劑量標準曲線；(2)建立國人生物劑量雙中節背景值；(3)參與國際間人員生物劑量比對工作；(4)ISO17025 認證之測試實驗室，使核研所成為國內唯一在人員生物劑量研究上具專業技術之專業實驗室。

三、經濟效益(經濟產業促進)

1. 就核設施除役之研究，土壤導出濃度指引水平(DCGL)的推導，可作為核設施改善行動的基準，降低除污成本，意即改善行動不需要將核設施污染水平降低至背景值，即達到法規規定之外釋限值。導出濃度指引水平也可以應用於廠址含有多種放射性核種的情況，設施經營者可利用值一法則(各核種濃度與其 DCGL 比值的總和小於或等於 1)，選擇除污成本較低的放射性核種進行整治，以符合法規承諾。
2. 經由研究人員生物劑量，建置專業實驗室，當發生輻射意外事件時，此一具有公信力的專業實驗室可提升國人對相關產業之瞭解，並避免不必要恐懼，使得相關產業得以及早恢復運作，進而提升經濟效益；除此之外，可及早推估出受曝露者所接受的劑量，以便於醫生能夠作最正確的治療，減少不必要的醫療成本。

四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

1. 對於核設施除役研究，透過研究美國核管會所提出之中間過程輻射偵檢及複驗輻射偵檢等程序，將可提供業者需要的檢查要求與指引，並驗證其除役行動是否合乎要求，有助於主管機關判斷除役設施的整治與偵檢狀況，而允許廠址外釋達到資源的有效利用。
2. 陸續建置環境劑量級 ^{137}Cs 、 ^{241}Am 、 ^{60}Co 標準輻射場，可提供

環境劑量等級的輻射偵測儀器校正或測試服務，並解決輻射偵測儀器於量測環境輻射劑量時的差異問題，降低環保團體與政府間對環境劑量量測差異所產生的衝突。

3. 對於規劃作為綠地使用之除役場址，一般皆期望場址之殘餘輻射能降低至背景輻射之水平，以確保環境及民眾之安全，因此就產生以背景輻射劑量作為場址除役清潔標準之想法。然而由於背景輻射因為空間、時間不同有顯著差異之特性，因此透過研析美國核管會 NUREG-1501 號報告，探討以背景輻射水平作為場址除役清潔標準之適切性，俾供主管機關制定除役輻防管制法規之參考。
4. 環境背景輻射常依地域和季節不同而有所變動，在低劑量率環境輻射量測上，常因使用儀器種類及特性上差異，而有不同量測結果，使得政府與民間組織對環境輻射劑量偵測結果判讀上的分歧及疑慮。因此，針對國內通過全國認證基金會(TAF)認證之校正實驗室，依據偵檢器種類、特性與適用範圍等進行資料彙整，進而分析各類型偵檢器的準確度範圍，並與相關國際規範(ANSI-N42.17A、ANSI-N323A)進行比較分析，其結果可作為各單位環境輻射劑量偵檢器汰換、維護、校正、讀數修正等之參考，使國內於量測環境輻射之準確度能達一致性之水準。
5. 為確保輻射作業周圍環境與民眾之安全，游離輻射防護法第十條規定，輻射工作場所外應實施環境輻射監測，且在環境輻射偵測品質保證規範之品質保證方案內容中，輻射度量系統之能譜及計測效率應使用校準射源作定期校準，校準射源之準確度應可追溯至國家標準。環境試樣中加馬核種活度含量，最常使用加馬能譜分析技術來進行量測，而量測結果準確性與可追溯性，則需仰賴環境試樣參考物質來進行校正。核設施除役之輻射安全技術研究計畫 105 年度已完成台灣本土環境試樣參考物質(稻米及乳品)之研製，並依據 ISO GUIDE 34、35 之技術需求，完成參考物質均勻度測試與添加核種不確定度評估，藉以提升環境試樣加馬核種

活度量測之準確性及可追溯性。

6. 成立具國際間認證規範之 ISO17025 測試實驗室『人員生物劑量實驗室』，從社會層面來看，其提供了社會責任，藉由此研究的進行，讓人民瞭解相關單位對於輻射防護的全面性考量，增加人民對輻射相關產業之接受度。也可使人民瞭解到政府保護民眾健康權益的決心，增加彼此的互信。

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. 研析除役後廠址環境輻射偵測相關文獻，並完成除役後廠址環境輻射偵測報告審查導則草案，有助於確保除役後廠址對周圍民眾與環境之輻射安全。
2. 透過建立人員生物劑量實驗室，為台灣訓練出一批細胞遺傳生物劑量專業人才，另藉由與國際學者互相交流學習切磋，得到許多寶貴資訊，於建立實驗室技術的過程中提供了很大的幫助。此外，可提高我國的國際能見度，增加國際對我國輻射領域之瞭解。
3. 與慈濟大學分子生物暨人類遺傳學系合作進行染色體雙中節分析，使國內針對急性曝露時，可委請該單位協助針對大量檢體時，預先進行訓練實驗操作人員，輔導其成立生物劑量實驗室，將有益於促進學術交流與建立國內生物劑量支援網路，同時將輻射劑量的相關知識推廣給社會大眾。
4. 研析國外核設施除役作業的輻射防護措施與案例，以建立相關之輻射防護與劑量評估技術，藉此確保國內核電廠除役時工作人員之輻射安全。

中國大陸沿海一帶核電廠的數量不少，台灣有必要及早因應可能的意外事故，因此建立並維持長期之人員生物劑量評估能力，對於台灣未來的生存意義相當重大。而 100 年 3 月 11 日發生的日本福島核電廠意外事件，除造成國際間的強烈關注，也使人們瞭解輻射防護有更迫切的需要。政府建立人員生物劑量實驗室，可在發生輻射相關意外曝露事件時，由國內直接

進行相關檢驗並立即處置，此可免去將檢體送往國外進行分析所需耗費之社會成本及時間，可讓醫療單位即時對意外曝露人員做出最合適的照護，進而使民眾安心。

貳、跨部會協調或與相關計畫之配合

「核設施除役之輻射安全技術研究」子計畫所建立之環境級輻射劑量校正系統中，用以標定輻射場劑量之游離腔儀器需必須送至國家游離輻射標準實驗室進行校正追溯，因此需與經濟部標檢局之「建立及維持國家游離輻射標準」計畫相互合作，共同開發環境輻射劑量校正技術，以提升研發能量，達成最大的執行效益。

人員生物劑量的評定可提供本會進行輻射劑量評估與事故分析，目前已和慈濟醫學大學合作，項目包括協助單位申請人體試驗委員會(IRB)許可，以提供本計畫所需之血液檢體，另也請前述單位協助執行部分染色體之雙中節分析。此外，本計畫亦可協助提供相關資訊予衛福部，以對事故人員做出妥適的醫護照顧與後續追蹤看護。

參、檢討與展望

一、核設施除役之輻射安全技術研究

本計畫於本年度已順利完成「核設施除役之場址背景輻射影響之探討」、「國內常用手提式輻射偵檢器於量測環境輻射準確度研究」及「研製環境核種分析儀器校正用參考物質(稻米、乳品)」等工作項目，其中「核設施除役之場址背景輻射影響之探討」工作項目中，則包含場址內土壤殘餘輻射劑量評估程式(RESRAD-ONSITE)之參數靈敏度分析技術建立，此為推算除役場址核種外釋活度(Derived Concentration Guideline Level, DCGL)關鍵技術之一，未來可應用此技術於我國核電廠除役工作規劃。下一階段本計畫將針對除役輻防法規、人員及環境劑量評估與儀器檢校等技術持續發展與精進，進而完善管制核設施除役之輻射安全。

二、人員生物劑量評估技術研究

本計畫 105 年規劃之工作項目「增加年度劑量反應曲線」、「規劃 106 年度 IRB 申請」、「增加 3 例正常人背景染色體雙中節分析」及「申請生物劑量實驗室認證」等均已如期完成，目前本計畫仍繼續建立本國人員生物劑量標準曲線、本土國人背景值資料庫，另也藉由 ISO17025 認證測試實驗室，將實驗分析之過程與結果文件化的檔案管理，並建立必要標準化作業程序，也將持續透過聯繫國際實驗室，參加國際能力比對，期未來成為國際專業之認證實驗室，並藉此傳承、推廣相關之專業技術能力。

附表、佐證資料表

【A 論文表】

題 名	第一作者	發表年(西元年)	文獻類別
A study of self-absorption correction for gamma spectroscopy of radioactive environmental reference materials in Taiwan	黃珏吉	2016 (投稿 Journal of Radioanalytical of Nuclear Chemistry)	D
人員生物劑量評估研究	趙晟富	2016 (投稿中華民國核醫年會)	E

註：文獻類別分成 A 國內一般期刊、B 國內重要期刊、C 國外一般期刊、D 國外重要期刊、E 國內研討會、F 國際研討會、G 國內專書論文、H 國際專書論文

【AA 決策依據表】

名稱	內容	類別	是否被採納
除役後廠址環境輻射偵測報告導則草案	依據「核子反應器設施管制法施行細則」中規定，有關除役後廠址環境輻射監測之管制，將訂定除役後廠址環境輻射偵測報告導則。本計畫協助主管機關完成除役後廠址環境輻射監測報告導則撰擬，以確保除役後廠址環境輻射造成民眾之劑量符合法規限值要求	B	C

註：類別分成 A 新建或整合流程、B 重大統計訊息或政策建議報告；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

【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)
除役之輻射安全防護與劑量評估技術團隊	國家游離輻射標準實驗室	A	A	2013
人員生物劑量研究團隊	花蓮慈濟大學	B	A	2013

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

【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
核設施除役之場址背景輻射影響探討研究	黃珏吉	2016	C
國內常用手提式輻射偵檢器於量測環境輻射準確度研究	葉俊賢	2016	C
人員生物劑量評估研究—國際比對	趙晟富	2016	D

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

【H 技術報告檢驗方法表】

技術或檢驗方法名稱	性質	作者姓名	出版年(西元年)	出版單位
環境核種分析儀器校正用參考物質(稻米、乳品)	A	林憶薰	2016	核能研究所
人員生物劑量實驗室 ISO17025 認證實務經驗	A	莊程惠	2016	核能研究所

註：性質分成 A 技術報告、B 檢驗方法

【S2 科研設施建置及服務表】

科研設施名稱	服務件數	服務人次	服務收入(千元)
環境核種分析儀器校正用參考物質(稻米、乳品)	0	0	0
環境劑量級標準輻射場	0	0	0
人員輻射劑量評估	0	0	0

【W 提升公共服務表】

服務或措施名稱	行政精簡時間(天)	運輸耗能節省金額(千元)	二氧化碳減量(公噸)
血液輻射評估	6		

【Y 資訊平台資料庫表】

資訊平台/資料庫名稱	內容描述	類別	資料筆數
人員生物劑量實驗室本土國人染色體雙中節背景值資料庫	本土國人染色體雙中節背景值資料庫	Multimedia	0

註：類別分成 Bibliography、Numerical、Factual、Multimedia、Text