

110 年度政府科技發展計畫 績效報告書 (D006)

計畫名稱：原子能系統工程跨域整合發展計畫(第二期)(1/4)

執行期間：

全程：自 110 年 01 月 01 日 至 113 年 12 月 31 日止

本期：自 110 年 01 月 01 日 至 110 年 12 月 31 日止

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

目 錄

【110 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】	i
第一部分	1-1
壹、 目標與架構	1-2
一、 總目標及其達成情形	1-2
二、 架構	1-11
三、 細部計畫與執行摘要	1-20
貳、 經費執行情形	1-34
二、 經費支用說明	1-35
三、 經費實際支用與原規劃差異說明	1-35
第二部分	2-1
壹、 成果之價值與貢獻度	2-2
貳、 檢討與展望	2-18
參、 其他補充資料	2-21
一、 跨部會協調或與相關計畫之配合	2-21
二、 大型科學儀器使用效益說明	2-21
三、 其他補充說明(分段上傳)	2-21
附表、佐證資料表	3-1

【110年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】

審議編號	110-2001-02-17-03					
計畫名稱	原子能系統工程跨域整合發展計畫(第二期)(1/4)					
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	徐○○	職稱			
	服務機關	行政院原子能委員會核能研究所				
	電話	(03)471-1400 轉 ○○	電子郵件			
計畫類別	☐ 政策計畫 ☒ 一般計畫					
重點政策項目	☐ 亞洲・矽谷 ☐ 智慧機械 ☐ 綠能產業 ☐ 生技醫藥 ☐ 國防產業(資安、微衛星) ☐ 新農業 ☐ 循環經濟圈 ☐ 晶片設計與半導體前瞻科技 ☐ 數位經濟與服務業科技創新 ☐ 文化創意產業科技創新 ☐ 其他_____					
前瞻項目	☐ 綠能建設 ☐ 數位建設 ☐ 人才培育促進就業之建設					
計畫群組及比重	生命科技 <u>26</u> % 環境科技 <u>74</u> % 數位科技 <u> </u> % 工程科技 <u> </u> % 人文社會 <u> </u> % 科技創新 <u> </u> % 請依群組比重填寫，需有比重最高之群組，且加總須 100%。					
執行期間	110 年 1 月 1 日 至 110 年 12 月 31 日					
全程期間	110 年 1 月 1 日 至 113 年 12 月 31 日					
資源投入	年度	經費(千元)			人力(人/年)	
	110	215,650			168.4	
	111	209,049			162.1	
	112	301,877			175.6	
	113	263,777			169.8	
	合計	990,353			675.9	
	110 年度	經費項目		預算數(千元)	決算數(千元)	執行率(%)
		經常門	人事費			
			材料費			
			其他經常支出			
			小計	125,209	120,007	95.8
	資	土地建築				

		本 門	儀器設備			
			其他資本支出			
			小計	90,441	94,104	104
			經費合計	215,650	214,111	99.3
政策依據	1. EYGUID-01090305000000：行政院 109 年度施政方針：五、確保穩定供電，發展新能源及再生能源；加強節能措施，提升能源效率；推動儲能系統，布建智慧電網，加速能源轉型，落實非核家園。 2. EYGUID-01090515000000：行政院 109 年度施政方針：十五、強化輻射安全管制，提升輻射災害防救能量；嚴格執行核電廠除役及核電廠安全管制作業，持續推動公眾參與 監督及資訊透明機制；拓展原子能科技民生應用，研發能源產業關鍵技術。 3. EYGUID-01090513000000：行政院 109 年度施政方針：十三、推動亞洲·矽谷、綠能科技、生醫產業、國防產業、智慧機械、新農業、循環經濟、數位經濟、晶片設計及半導體前瞻科技，以及文化科技創新等產業創新技術；建置學產合作生態圈，以科學園區為區域創新樞紐。 4. PRESTSAIP-0106DG0601070202：數位國家・創新經濟發展方案：6.7.2.2 在高階分析儀器的自研、自製和自用方面，建造基礎建設所需的設施，包括高階精準機械工作室、高階電子工作室、儀器設計工作室、軟硬體銜接及規劃工作室、自動化儀器操作規劃工作室。 5. STWB-01080106000000：科技發展策略藍圖 108-111 年：（六）高齡與失智者的健康照護：整合醫療照護資源，完備智慧照護網絡。					
本計畫在機關施政項目之定位及功能	本所歷經五十餘年之發展，已在原子能科技領域建立深厚之研發能量；並配合政府政策，發展核能科技，累積豐厚的核子燃料循環、反應器運轉維修、低放射性廢棄物處理、基礎核能技術及系統整合技術等，建立本土化核能技術；並一直在核能電廠之安全維護與營運績效提升方面，扮演關鍵性角色；因本所部分核設施已完成國家任務，而進入到除役及清理的階段，須依法完成除役。同時在政府指示下，肩負接收處理我國除核能電廠以外之低放射性廢棄物，運用專用的低放射性廢棄物處理及貯存設施，以及充分的專業從業人員，自 1978 年開始迄今營運管理成效良好，確保國內小產源低放射性廢棄物之營運安全。在生醫技術應用方面，本所擁有國內唯一之中型迴旋加速器，以及獨有之輻射偵測、影像處理及醫用同位素與核醫藥物研製經驗與技術，提供放射化學合成與標誌、影像分析、同位素自動化生產、高階醫材研發等核心技術；並持續建立本所獨特性與唯一性的原子能研發能量，投入新穎診療藥物與輻射生醫影像創新研發工作，對國家經濟與國人健康做出直接貢獻。在原子物理新穎技術開發與應用等技術方面，將建立國內首條加速器型式中子源及高密度電漿聚焦(Dense Plasma Focus, DPF)					

	型式移動中子源，奠立我國中子科技基礎，提昇國家及產業競爭力。加速量子技術轉化為市場創新商品，開啟產業應用契機，符合國家推動量子科學技術應用於民生產業發展目標。利用相關原子能衍生技術，發展智能協作式復健裝置技術，協助政府推動「5+2 產業創新計畫」之生醫產業相關應用。		
計畫摘要	1. 探討核能電廠除役期間，爐心因長期貯放核子燃料衍生之議題，建立風險評估導則，評估系統移除最適化，及用過核子燃料池劣化檢驗技術等。 2. 依法執行本所核設施除役清理作業，主要目標將進行台灣研究用反應器除役，以及燃料乾貯場清理及爐體廢棄物拆解；並對現有和清理作業中產生之低放射性廢棄物進行減量處理及安全貯存管理，以解除對環境造成危害之風險。 3. 配合 PIC/S GMP 與國際同步，建立本所特殊的放射性原料藥示範系統；發展臨床上迫切需要之攝護腺癌特定抗原放射配體療法(PRLT)藥物以補足醫療需求。 4. 建立國內首座加速器型式中子源及 DPF 移動式中子源，奠立我國中子科技基礎，推廣中子技術之產業應用；開發創新具量子效應之元件，加速量子技術轉化為創新商品；整合智能觸覺，建立「智能人機協作式復健裝置」技術。		
計畫目標與預期關鍵成果之達成情形 (OKR)	原設定	【O1】開拓核安分析能力並擴展應用於能源基礎設施，為國家維繫原子能領域之人力與能量(1/4)	【O1KR1】研究安全法理與風險管理作法，建立停機過渡期間營運安全管制基礎，促成產業技服投入 8,000 千元 【O1KR2】強化廠外災害矩陣與環境核種傳輸研究，建立核設施避險決策機制，促成產業技服投入 8,000 千元 【O1KR3】研析用過核子燃料安全及粒子遷移模擬技術，提升貯存安全並拓展應用效益，促成產業技服投入 12,000 千元
		【O2】所內核設施除役清理及放射性廢棄物安全管理技術研發，於 TRR 法定除役期限(118 年 3 月)前完成 TRR 設施除役。	【O2KR1】TRR 除役，依據核備除役計畫書，完成 110 年除役工作 【O2KR2】建立熱室除污、場址水文建置及污染

		並將累積之技術與經驗應用於核後端產業推廣(1/4)	金屬熔鑄減容技術，維護設施效能與環境安全 【O2KR3】 放射性廢棄物減容減量處理，有機廢液與高活度廢樹脂安定化先期準備及作業
		【O3】 精進放射診療藥物製程及臨床試驗進程，並建立高階放射成像與醫材關鍵技術(1/4)	【O3KR1】 精進符合PIC/S GMP 標準之系統設備與設施及建立操作標準作業程序，核醫製藥中心申訴少於3件，年度技服收入2,500萬元 【O3KR2】 完成攝護腺癌放療藥物病切試驗、雙標靶腫瘤缺氧放療藥物臨床前藥理試驗、銦-89 標誌抗體與神經退化造影藥物血清安定性試驗與新型巴金森症前驅物與標準品合成 【O3KR3】 完成低劑量2D 影像去雜訊與PCD輸出訊號模擬技術，提升X光投影影像品質
		【O4】 開發原子物理新穎科技，拓展中子、量子與衍生光電技術之民生應用，促成產業共同投入關鍵技術發展(1/4)	【O4KR1】 完成移動式DPF 離型機與迴旋加速器中子靶站先期測試，進行2項中子應用技術開發及推廣 【O4KR2】 開發具量子效應之光電薄膜元件技術應用於提升現有3項產品特性，爭取技服及技轉案2件 【O4KR3】 完成感測元件及智能復健裝置原型開發，簽訂技術服務案一件

	達成情形	【O1】開拓核安分析能力並擴展應用於能源基礎設施，為國家維繫原子能領域之人力與能量(1/4) 【O1KR1】研究安全法理與風險管理作法，建立停機過渡期間營運安全管制基礎，促成產業技服投入 26,735 千元。研析 10 CFR 50.155 法規及美國業界所研擬之超越設計基準事故減緩策略實施導則與相關文件，完成法規論述與國際案例評析報告。完成 BWR-4 核能電廠長期停機核能電廠組態界定、長期停機篩濾準則建立及長期停機肇始事件判定，並建立 BWR-4 核能電廠長期停機之風險政策目標。建立核一廠熱水流分析模式，完成洩水有關之靈敏度案例分析及核一廠長期停機期間安全系統與設備放寬或移除之爐心安全分析報告。年度達成百分比為 100%。 【O1KR2】強化廠外災害矩陣與環境核種傳輸研究，建立核設施避險決策機制，促成產業技服投入 13,875 千元。發展多重核設施風險評估技術，提出耦合參數之方法；探討核設施與環境劑量之作用機制，發展新型輻射防護劑量轉換係數及劑量評估技術。年度達成百分比為 100%。 【O1KR3】完成核一、二、三廠用過核子燃料池冷卻循環失效之溫度變化研析，建立燃料池內中子
--	------	--

			吸收材料溫度變化情境；完成美國用過核子燃料池洩漏案例、管制要點及監測建議之研析、完成國際上用過核子燃料池之水下檢測技術研析及研究報告；完成本所既有燃料束池邊檢驗設備與技術人力盤點；促成產業技術投入 36,058 千元。完成 MCNP 程式應用於迴旋加速器之粒子追蹤模擬分析技術建立，完成 30MeV 迴旋加速器兩種不同靶材之中子特性分析及中子靶設計之適當性探討研究報告。年度達成百分比為 100%。
		【O2】所內核設施除役清理及放射性廢棄物安全管理技術研發，於 TRR 法定除役期限(118 年 3 月)前完成 TRR 設施除役。並將累積之技術與經驗應用於核後端產業推廣(1/4)。	【O2KR1】完成 TRR 爐體水下濕式切割水槽及生物屏蔽體拆解細部設計，上生物屏蔽組件拆解切割，燃料乾貯場清理廢棄物(320m³)偵檢分類與整檢，015D 及 015F 除役計畫書等 110 年 TRR 除役工作、10 噸廢金屬符合外釋限值、25 組 C1 容器批次建置及容器包裝運送設備設計分析。年度達成百分比為 99.5%。 【O2KR2】完成階段熱室 90 除污及廢棄物清理、熔鑄減容 3 噸污染鍍鋅廢金屬、取樣地質鑽孔 2 孔及所區中下游溶質傳輸特性調查 1 組。年度達成百分比為 95.8%。 【O2KR3】完成 110 年例

			行減容處理量達 200 公秉(液體)/18 公噸(固體)、小產源有機廢液例行處理作業程序書 1 份、保溫棉及樹脂乾燥處理報告 2 份、高活度廢樹脂兩份文件職安會核備、1 梯次比對試驗與建立 2 個難測核種分析技術、完成大型物件校正用標準射源 1 組、10 噸廢棄物解除管制量測。年度達成百分比為 100%。
		【O3】精進放射診療藥物製程及臨床試驗進程，並建立高階放射成像與醫材關鍵技術(1/4)	【O3KR1】精進迴旋加速器，當機率為 10.7%，完成碘-123 原料藥主檔案 1 份；精進菌種鑑定儀，完成操作訓練 5 人次及確效文件 1 份；完成「核研氯化亞鉈(鉈-201)注射劑」及「核研美必鎔心臟造影劑」藥品許可證展延與每季作業區環境監測；年度藥物技服約 61,480 千元，服務約 6.5 萬人次，年度達成百分比為 100%。 【O3KR2】依據病理切片判讀結果顯示，主試驗動物和恢復動物在靜脈給予高劑量 (4340 $\mu\text{g/kg}$，約為臨床人使用量的 100 倍)，均沒有發現由試驗物質攝護腺癌放療藥物所產生的病理變化與毒性證據。完成雙標靶腫瘤缺氧放療藥物於小鼠體內 2-72 小時之生物分布試驗，24 小時有最高腫瘤吸收值 (16.82 $\pm$ 3.69)

			%ID/g。完成 Zr-89 標誌抗體之血清安定性實驗。完成神經退化造影劑前驅物合成並完成研究報告(INER-15880H)上傳，年度達成百分比為 100%。 【O3KR3】以非監督式學習技術，使用 1000 筆無標註數據，完成 AI 去雜訊模型，應用實際 X 光脊椎影像臨床數據進行驗證，結果顯示 SNR 提昇 21.29%達國際水準；完成 2 能階 PCD 數據生成模組與 CT 成像參數控制模組整合，生成 2 組完全獨立能階之正弦圖，並完成模擬與實驗數據比對驗證，兩者相似度一致($R\text{-squared} \geq 0.91$)，年度達成百分比為 100%。
		【O4】開發原子物理新穎科技，拓展中子、量子與衍生光電技術之民生應用，促成產業共同投入關鍵技術發展(1/4)	【O4KR1】完成移動式 DPF 離型機之開發及精進，執行迴旋加速器中子靶站先期測試與驗證、加速器中子源射束線組件掃描磁鐵安裝架設。在中子照相應用技術方面已簽訂「陶瓷及鎳基合金鐳道檢測」技術服務案 1 件，中子軟錯誤率應用技術方面，已與半導體廠商洽談合作方案，年度達成百分比為 100%。 【O4KR2】完成開發具量子效應之光電薄膜元件技術應用於提升現有儲能電池、抗反射膜及高功

			率紅外光雷射 3 項產品特性，相關技術簽訂 5 件技服案及 3 件技轉案，年度達成百分比為 100%。 【O4KR3】完成感測元件及智能復健裝置原型開發，整合測試結果系統能正常運作，並簽訂「關節角度量測裝置」技術服務案 1 件，年度達成百分比為 100%。
計畫效益與重大突破	1.建立多重核設施天然災害耦合參數及外釋輻射源項模型，評估可接受之民眾曝露與社會風險基準。(子項一) 2.研析國際水下非破壞檢驗技術發展趨勢，完成國內應用可行性評估提供國內核能電廠高輻射區水下技術支援與協助。(子項一) 3.完成質子束撞擊不同靶材產生之中子特性分析。(子項一) 4.持續建立 TRR 爐體廢棄物拆解所需各項吊運及切割技術與機具。(子項二) 5.完成 TRR 爐體廢棄物上生物屏蔽 B、C、D 層吊運出爐穴、使用鑽石索鋸切割及裝箱至 INER-LRW-C1 容器中。(子項二) 6.持續生產提供核醫藥物服務國人，年度藥物技服收入約為 61,480 仟元，年度藥物服務約為：65,500 人次，達成無申訴案件。(子項三) 7.建立起始物原料、標誌前驅物、非放射性標準品品質分析 SOP 及成本分析，讓核研所成為國內核醫藥物原料藥開發中心。(子項三) 8.與○○簽訂「影像辨識示範程式」技術服務案，運用計畫數位影像處理技術，開發應用於國防影像自動化分析辨識技術。(子項三) 9.「用於雙軸數位斷層合成造影系統的幾何校正方法及其系統」專利案榮獲「2021 台灣創新技術博覽會專利發明競賽」金牌獎。(子項三) 10.建立 AI 影像去雜訊技術，可研發低劑量影像處理技術，降低病患接收之曝露量並獲取高影像品質。(子項三) 11.量子點方面，有效提升鋰電池快速充放電特性。抗反射膜方面，完成雙面四層異質薄膜開發。光電元件方面，完成高功率紅外光雷射技術開發，兼具發散角度小、光斑集中等優點。(子項四)		

	12.完成智能復健裝置原型開發與測試，提供患者與醫療人員作為量化復健成效之參考。(子項四)
遭遇困難與因應對策	1. 我國核能電廠之長期停機情境屬世界獨有，以致無法蒐集國外(美國)核能電廠之超越設計基準事件減緩策略再逕行套用。美國法規 10 CFR 50.155(超越設計基準事件減緩策略)已就運轉中、除役中、已除役等狀態分別訂定其適用條款範圍，並於最終法規之聯邦公告文件敘明其原因。目前正參照前述文件逐條研析我國長期停機情境於該法規條文內容之適用性。(子項一) 2. 熱室清理除污未達預期污染清除效果。目前正改進熱室除污作業，並建立合理抑低之除污準則，並與所內工程組及化工組研議除污改善措施。(子項二) 3. 中型迴旋加速器系統相當專業複雜且機齡已達 28 年，常因零組件老舊而故障當機，但仍須符合立法院要求使當機率小於 14%。目前為因應計畫目標要求，已導入 PRA 系統化評估，協助解決迴旋加速器設備老化與可靠度的問題。(子項三) 4. 利用 30 MeV 迴旋加速器建立類單能中子靶站(○○需求條件：類單能中子能量 26-28 MeV, 通率 $> 10^8 \text{ n}/(\text{cm}^2 \cdot \text{sec})$), 但目前加速器因生產核醫藥物滿載，故仍須時間安排進行相關設備建置。目前正規劃中的中子通量仍需評估是否符合台積電需求(子項三)
後續精進措施	1. 擬於後續年度就美國 FLEX 策略之相關法規指引內容及技術文件進行研析，彙整 FLEX 相關議題供國內核能電廠長期停機之情境參考。(子項一) 2. 研究計畫「劑量與風險管理研究」之「環境輻射劑量與風險評估技術研究」工項累積成果與技術開發已貢獻於核子事故緊急應變劑量評估及民眾風險溝通之應用，其具體成果可透過「大氣擴散劑量評估系統-輻射劑量評估技術」加以展現。(子項一) 3. TRR 爐體拆解為 TRR 除役後期主要工作，本所依據輻射特性調查開發拆解機具及工法，並完成拆解計畫書經主管機關核可，整體拆解主要區分為由本所執行之爐內組件拆除，及規劃委由專業廠商執行之外圍生物屏蔽體拆除，各項工作因配合輻防要求及拆解工序，需進行介面整合及時程規劃，期能順利完成拆解作業。(子項二) 4. 降低迴旋加速器當機率至 10%以下，確保穩定供應國內核醫藥物需求。(子項三) 5. 與所內各單位合作，建置 30 MeV 迴旋加速器質子/中子照射平台，執行半導體與衛星電子零件之輻射測試驗證，符合國內產業界之需求。(子項三)

計畫連絡人	6. 完成雙標靶腫瘤缺氧放射診療藥物臨床前試驗所需原料藥主檔案(Drugs Master File, DMF)、化學、製造與管制文件(Chemistry, Manufacturing and Controls, CMC)及啮齒類動物毒性試驗報告，佐證腫瘤放射診療藥物之安全性及建立臨床試驗申請基本資料，進入臨床試驗(IND)階段。(子項三) 7. 建立本所自行發展之鉛-89 放射性同位素製程與品管文件以及釷-89 固體靶體與氧-18 液體靶體相關技術，未來可申請原料藥 GMP 認證，提供國內 GMP 等級的新正子核種，搭配免疫治療抗體發展趨勢，帶動新研究領域(子項三) 8. 應用 AI 技術快速建構起始物原料、標誌前驅物、非放射性標準品等相關精進製程與擴量製程、結構圖譜分析及品質分析等 SOP 文件，建立標誌前驅物及非放射性標準品之擴量製程與品質規範，建立前驅物及非放射性標準品等品質管理系統。(子項三) 9. 完成 CT 影像逆生成造影數據技術，以及影像解析度提升之 AI 深度學習模型，應用於骨科 X 光影像，使解析度提升 2 倍。(子項三) 10. 完成 4 能階 PCD-CT 成像模擬器，可生成 4 組完全獨立能階之 CT 重建影像。(子項三) 11. 「中子源開發與應用」研究計畫：(1)精進小型化百焦耳級 DPF 系統之穩定性及最佳化，提昇電極壽命。(2)完成 30MeV 加速器中子源靶站及本體(含中子緩速體、中子反射體、熱中子準直器)之製作和安裝，完成迴旋加速器質子電流在加上中子緩速體後在不同條件下的中子特性測試。(3)配合 30MeV 加速器中子源完成，進行中子動態影像擷取照相平台與完成中子軟錯誤率測試平台建置及測試。(4)持續進行產業推廣及技服案。(子項四) 12. 「量子新興技術開發」研究計畫：持續針對所研發之技術進行產業推廣，加速產業導入關鍵技術驗證速度及建立國內自有關鍵技術研發能量，以利下世代產品及關鍵人才布局。(子項四) 13. 「原子能衍生技術於復健醫療領域之應用」研究計畫：(1)智能裝置原型開發後，將進行場域驗證，除了驗證功能外，並蒐集大量的人體生理資訊，進行分析及模式驗證。(2)智能裝置原型將與具 GMP 醫療器材相關製造廠商合作申請第一等級醫療器材，並可加值醫療器材公司相關健康運動器材，提升商品附加價值。(子項四)			
	姓名	荊○○	職稱	
	服務機關	行政院原子能委員會核能研究所		

	電話	(03)471-1400 轉 ○○	電子郵件	
	姓名	周○○	職稱	
	服務機關	行政院原子能委員會核能研究所		
	電話	(03)471-1400 轉 ○○	電子郵件	

第一部分

註：第一部分及第二部分（不含佐證資料）合計頁數建議以不超過 200 頁為原則，相關有助審查之詳細資料宜以附件方式呈現。

壹、 目標與架構

一、 總目標及其達成情形

1. 全程總目標：本計畫的總目標為：(1)精進核能安全技術，強化核能設施安全營運；(2)建立核設施除役及放射性廢棄物處理技術，執行停用核設施除役任務；(3)推廣核醫診療藥物研發與核醫材開發，促進相關生物科技產業發展；(4)發展原子物理新穎技術，帶動中子、量子與衍生技術之民生應用與發展。
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 [#]	分年目標 [*]	達成情形 ^{&}
110	O1 開拓核安分析能力並擴展應用於能源基礎設施，為國家維繫原子能領域之人力與能量(1/4)	【O1KR1】研究安全法理與風險管理作法，建立停機過渡期間營運安全管制基礎，促成產業技服投入 26,735 千元。研析 10 CFR 50.155 法規及美國業界所研擬之超越設計基準事故減緩策略實施導則與相關文件，完成法規論述與國際案例評析報告。完成 BWR-4 核能電廠長期停機核能電廠組態界定、長期停機篩濾準則建立及長期停機肇始事件判定，並建立 BWR-4 核能電廠長期停機之風險政策目標。建立核一廠熱水流分析模式，完成洩水有關之靈敏度案例分析及核一廠長期停機期間安全系統與設備

		放寬或移除之爐心安全分析報告。年度達成百分比為 100%。 【O1KR2】強化廠外災害矩陣與環境核種傳輸研究，建立核設施避險決策機制，促成產業技服投入 13,875 千元。發展多重核設施風險評估技術，提出耦合參數之方法；探討核設施與環境劑量之作用機制，發展新型輻射防護劑量轉換係數及劑量評估技術。年度達成百分比為 100%。 【O1KR3】完成核一、二、三廠用過核子燃料池冷卻循環失效之溫度變化研析，建立燃料池內中子吸收材料溫度變化情境；完成美國用過核子燃料池洩漏案例、管制要點及監測建議之研析、完成國際上用過核子燃料池之水下檢測技術研析及研究報告；完成本所既有燃料束池邊檢驗設備與技術人力盤點；促成產業技服投入 36,058 千元。完成 MCNP 程式應用於迴旋加速器之粒子追蹤模擬分析技術建立，完成
--	--	--

	O2 所內核設施除役清理及放射性廢棄物安全管理技術研發，於 TRR 法定除役期限(118 年 3 月)前完成 TRR 設施除役。並將累積之技術與經驗應用於核後端產業推廣(1/4)	30MeV 迴旋加速器兩種不同靶材之中子特性分析及中子靶設計之適當性探討研究報告。年度達成百分比為 100%。 【O2KR1】完成 TRR 爐體水下濕式切割水槽及生物屏蔽體拆解細部設計，上生物屏蔽組件拆解切割，燃料乾貯場清理廢棄物(320m³)偵檢分類與整檢，015D 及 015F 除役計畫書等 110 年 TRR 除役工作、10 噸廢金屬符合外釋限值、25 組 C1 容器批次建置及容器包裝運送設備設計分析。年度達成百分比為 99.5%。 【O2KR2】完成階段熱室 90 除污及廢棄物清理、熔鑄減容 3 噸污染鍍鋅廢金屬、取樣地質鑽孔 2 孔及所區中下游溶質傳輸特性調查 1 組。年度達成百分比為 95.8%。 【O2KR3】完成 110 年例行減容處理量達 200 公秉(液體)/18 公噸(固體)、小產源有機廢液例行處理作業程序書 1 份、保溫棉及樹脂乾燥處理報告 2 份、高活度
--	--	--

	O3 精進放射診療藥物製程及臨床試驗進程，並建立高階放射成像與醫材關鍵技術(1/4)	廢樹脂兩份文件職安會核備、1 梯次比對試驗與建立 2 個難測核種分析技術、完成大型物件校正用標準射源 1 組、10 噸廢棄物解除管制量測。年度達成百分比為 100%。 【O3KR1】精進迴旋加速器，當機率為 10.7%，完成碘-123 原料藥主檔案 1 份；精進菌種鑑定儀，完成操作訓練 5 人次及確效文件 1 份；完成「核研氯化亞鉈(鉈-201)注射劑」及「核研美必鎔心臟造影劑」藥品許可證展延與每季作業區環境監測；年度藥物技服約 61,480 千元，服務約 6.5 萬人次，年度達成百分比為 100%。 【O3KR2】依據病理切片判讀結果顯示，主試驗動物和恢復動物在靜脈給予高劑量 (4340 µg/kg，約為臨床人使用量的 100 倍)，均沒有發現由試驗物質攝護腺癌放療藥物所產生的病理變化與毒性證據。完成雙標靶腫瘤缺氧放療藥物於小鼠體內 2-72 小時之生物分布試驗，24 小
--	---	---

		時有最高腫瘤吸收值 $(16.82 \pm 3.69) \%ID/g$。完成 Zr-89 標誌抗體之血清安定性實驗。 完成神經退化造影劑前驅物合成並完成研究報告(INER-15880H)上傳，年度達成百分比為 100%。 【O3KR3】以非監督式學習技術，使用 1000 筆無標註數據，完成 AI 去雜訊模型，應用實際 X 光脊椎影像臨床數據進行驗證，結果顯示 SNR 提昇 21.29%達國際水準；完成 2 能階 PCD 數據生成模組與 CT 成像參數控制模組整合，生成 2 組完全獨立能階之正弦圖，並完成模擬與實驗數據比對驗證，兩者相似度一致 ($R\text{-squared} \geq 0.91$)，年度達成百分比為 100%。 【O4KR1】完成移動式 DPF 離型機之開發及精進，執行迴旋加速器中子靶站先期測試與驗證、加速器中子源射束線組件掃描磁鐵安裝架設。在中子照相應用技術方面已簽訂「陶瓷及鎳基合金鐳道檢測」技
	O4 開發原子物理新穎科技，拓展中子、量子與衍生光電技術之民生應用，促成產業共同投入關鍵技術發展(1/4)	

		術服務案 1 件，中子軟錯誤率應用技術方面，已與半導體廠商洽談合作方案，年度達成百分比為 100%。 【O4KR2】完成開發具量子效應之光電薄膜元件技術應用於提升現有儲能電池、抗反射膜及高功率紅外光雷射 3 項產品特性，相關技術簽訂 5 件技服案及 3 件技轉案，年度達成百分比為 100%。 【O4KR3】完成感測元件及智能復健裝置原型開發，整合測試結果系統能正常運作，並簽訂「關節角度量測裝置」技術服務案 1 件，年度達成百分比為 100%。
111	O1 開拓核安分析能力並擴展應用於能源基礎設施，為國家維繫原子能領域之人力與能量(2/4) O2 所內核設施除役清理及放射性廢棄物安全管理技術研發，於 TRR 法定除役期限(118 年 3 月)前完成 TRR 設施除役。並將累積之技術與經驗應用於核	-

	後端產業推廣(2/4) O3 精進放射診療藥物製程及臨床試驗進程，並建立高階放射成像與醫材關鍵技術(2/4) O4 開發原子物理新穎科技，拓展中子、量子與衍生光電技術之民生應用，促成產業共同投入關鍵技術發展(2/4)	
112	O1 開拓核安分析能力並擴展應用於能源基礎設施，為國家維繫原子能領域之人力與能量(3/4) O2 所內核設施除役清理及放射性廢棄物安全管理技術研發，於 TRR 法定除役期限(118 年 3 月)前完成 TRR 設施除役。並將累積之技術與經驗應用於核後端產業推廣(3/4) O3 精進放射診療藥物製程及臨床試驗進程，並建立高階放射成像與醫材關鍵技術(3/4) O4 開發原子物理新穎科技，拓展中子、量子與衍生光電技術	-

	之民生應用，促成產業共同投入關鍵技術發展(3/4)	
113	O1 開拓核安分析能力並擴展應用於能源基礎設施，為國家維繫原子能領域之人力與能量(4/4) O2 所內核設施除役清理及放射性廢棄物安全管理技術研發，於 TRR 法定除役期限(118 年 3 月)前完成 TRR 設施除役。並將累積之技術與經驗應用於核後端產業推廣(4/4) O3 精進放射診療藥物製程及臨床試驗進程，並建立高階放射成像與醫材關鍵技術(4/4) O4 開發原子物理新穎科技，拓展中子、量子與衍生光電技術之民生應用，促成產業共同投入關鍵技術發展(4/4)	-

落後說明：

1. 015D 及 015F 除役計畫書原訂本年度 12 月 31 日前應獲主管機關核備，惟因 015D 地下庫所貯放之放射性廢棄物屬高活度、高輻射，主管機關為確保執行除役作業時現場工作人員安全，故請本所先行小量執行冷、熱測試作業確保作業可行

性後再納入除役計畫書中以完備計畫書內容，致時程有所延誤。目前 015D 除役計畫書已完成第二次審查意見函覆，後續尚待主管機關訂定履勘日期完成現場勘驗後主管機關方會核發同意核備函，預計最晚可於第一季結束前核發；015F 除役計畫書目前均已完成主管機關審查意見回復及履勘作業，預計最晚可於 1 月底前獲發同意核備函。(子項二)

2. 因配合 017 館屋頂防水與結構補強工程施作與工期延誤，延遲熔鑄與通風過濾系統維護改善作業，延誤熔鑄作業進度。該工程案已於 12 月 13 日完成驗收，全力加速執行熔鑄與通風過濾系統維護改善，將於 111 年 1 月底前補足計畫進度。(子項二)

二、架構

細部計畫		主持人	執行機關	細部計畫目標	本年度效益、影響、重大突破
名稱	預算數/ (決算數) (千元)				
原子能系統工程 跨域整合發展計畫(第二期)(1/4)	215,650 (214,111)	徐献星	核能研究所	原子能系統工程跨域整合發展計畫(第二期)的年度目標分別為： 1. 開拓核安分析能力並擴展應用於能源基礎設施，為國家維繫原子能領域之人力與能量(1/4)	1-1.研析美國業界依美國法規 10 CFR 50.155 要求而研擬之超越設計基準事件後果減緩策略(FLEX)之解決方案，就廠內已安裝設備、策略用設備、廠外援助設備與資源等層面，並提供建議給我國核能電廠參考。 1-2.核能電廠長期停機之風險評估導則研究年度目標為確認核能電廠機組長期停機期間引發風險的肇始事件定義與篩濾準則，建立國內核能電廠機組長期停機風險政策目標之建議。主要效益：一、釐清長期停機下判定可能影響核能機組風險的肇始事件；二、建立風險政策目標有助於國內核能電廠機組長期停機風險控管參考依據(圖 1-1)。

					1-3.研析核一廠相關程序書，擬定與爐心安全分析有關之安全系統與設備清單，根據安全分析結果提出安全系統/設備放寬或移除之最適化條件研究，供管制單位了解核能電廠安全系統/設備放寬或移除對爐心燃料安全的影響(圖 1-2)。 1-4.針對風險管理研究，於技術層面，發展多重核設施風險評估技術，提出耦合參數之方法論(圖 1-3)，建立對應之核子事故劑量評估程式(MACCS)模型；於支援管制層面，緊急應變計畫區更新時，於風險評估技術層面提供參考與建議，以期降低人力與物資的整備，與資源利用合理化。 1-5.針對劑量管理研究，於技術層面，配合國際輻射防護演進趨勢，透過核種傳輸技術之研究(圖 1-4)，探討核設施與環境劑量之作用機制，發展新型輻射防護劑量轉換係數(DCF)及劑量評估技術，其效益並可促進相關技術之國際等同性；於法規層面，確保核設施除役/核子事故對於
--	--	--	--	--	--

				環境劑量影響評估符合我國法規要求，以及協助國內輻防法規之修訂。 1-6.研析國際水下非破壞檢驗技術發展趨勢，完成國內應用可行性評估，建立國內自主團隊，提供國內核能電廠高輻射區水下技術支援與協助(圖 1-5、圖 1-6 及圖 1-7)。 1-7.建立 30 MeV 迴旋加速器之 MCNP 分析模式(圖 1-8)，完成質子束撞擊不同靶材產生之中子特性分析(圖 1-9)，培植新血，落實技術傳承。 2-1.積極持續建立 TRR 爐體廢棄物拆解所需各項吊運及切割技術與機具，尤其是水下切割機具，並透過實體模擬測試，驗證機具可用性，降低未來執行拆解作業不確定性，已陸續完成水下圓盤鋸及水下帶鋸機之原型機，110 年完成溼式割切水槽細部設計，預計 111 年 4 月完成製作。(圖 2-1) 2-2.TR 爐體拆解作業，完成 TRR 生物屏蔽體拆解細部設計並進行工程購案作業(圖 2-2)，預計 111 年完成第一期拆解作業以利爐內組件吊運至	2. 所內核設施除役清理及放射性廢棄物安全管理技術研發，於 TRR 法定除役期限(118 年 3 月)前完成 TRR 設施除役。並將累積之技術與經驗應用於核後端產業推廣(1/4)。
--	--	--	--	---	---

				3. 精進放射診療藥物製程及臨床試驗進程，並建立高階放射成像與醫材關鍵技術(1/4)	溼式切割水槽。 2-3 完成吊運上生物屏蔽 B、C、D 層吊運出爐穴、使用鑽石索鋸切割及裝箱至 INER-LRW-C1 容器中，已運送至 012 館存放。(圖 2-3) 2-3.完成 DSP 清除之 320 m³ 廢棄物偵檢分類及整檢。(圖 2-4、2-5) 2-5.完成建立污染鍍鋅金屬減容熔鑄前的除鋅處理程序與驗證。有助執行所內污染鍍鋅廢金屬之減容處理(圖 2-13)。 2-6.完成廢液減容處理 200 公秉，焚化處理 12,355 公斤可燃放射性固體廢棄物及 658 公斤廢機油(圖 2-19)。 3-1.持續生產提供核醫藥物服務國人，加速器當機率為 10.7%，年度藥物技服收入約為 61,480 仟元，年度藥物服務約為：65,500 人次，申訴件數為 0。 3-2.完成迴旋加速器中子源建置之輻射安全評估報告，並獲原能會審查通過，擴展迴旋加速器應用於快中子軟錯誤率測試及熱中子照相測試領域服務，提供太空及電子產業需求。
--	--	--	--	---	---

					3-3.完成放射性同位素碘-123 之製程資料蒐整，並完成文件撰寫至 CTD 3.2.S.7 章節。 3-4.「核研氯化亞鉈(鉈-201)注射劑」、「核研美必鎔心臟造影劑」已接獲衛福部來函通知核准許可證展延。展延後有效期限分別為 115/07/12、115/10/12。(圖 3-5) 3-5.建立大腸直腸癌腫瘤缺氧標的雙標靶探針之自動化合成技術，時間可縮短 50%，產率提升 300%，成本節省 60%。 3-6.完成攝護腺癌放療藥物鎢-177-PSMA-617 之 GLP 等級病理切片判讀與獸醫病理師撰寫判讀報告及同儕查核。判讀結果為主試驗動物和恢復動物在靜脈給予高劑量 (4340 µg/kg，約為臨床人使用量的 100 倍)，均沒有發現由試驗物質“¹⁷⁵Lu-PSMA-617”所產生的病理變化與毒性證據。(圖 3-2) 3-7.完成神經退化診斷造影劑氟-18-α-synuclein(候選藥物前驅物三)配方
--	--	--	--	--	---

					研究回收率 90.1%，在血清中一小時的放射化學純度為 91.5%。(圖 3-3) 3-8.完成神經退化診斷造影劑起始原料 (+)-9-OH-α-DTBZ 擴量製程共五個步驟，歷時40個工作天(約 2個月)，獲得前驅物 0.65 公克級/批次，非放射性標準品 1.75 克。(圖 3-4) 3-9.建立 AI 影像去雜訊技術，使用 1,000 筆不同雜訊程度的訓練影像，完成 AI 雜訊萃取模型，並以 X 光脊椎影像臨床數據進行驗證，結果顯示 SNR 由 28.74 dB 改善至 34.86 dB 達國際水準。可有效降低影像雜斑，使骨頭邊緣處更為清楚，未來可進一步研發低劑量影像處理技術，降低病患接收之曝露量並獲取高影像品質。(圖 3-6) 3-10.完成 2 能階 PCD-CT 模擬器，可成功輸出 PCD-CT 投影與重建影像，利用金屬假影標準假體代入 2 能階 PCD-CT 模擬器，生成 2 組獨立能階之正弦圖，進行模擬與實驗成像結果比對驗證，兩者相似度一致(R-
--	--	--	--	--	---

					squared≥ 0.91), 未來可應用模擬器來加速 PCD-CT 技術的開發, 與國際技術並駕齊驅。(圖 3-7) 3-11.放射成像技術團隊以「X 光影像材質解析技術」參加「台灣創新技術博覽會(TIE)」技術交易區展覽, 榮獲 110 年行政院科技會報公布之「評鑑科技計畫成果機制」優良項目肯定; 藉由稀疏角度掃描策略, 搭配材質解析與影像重建演算法優化, 在不更動造影系統硬體配置情況下, 提升能階式 CT 材質解析效能, 並可廣泛應用於醫學診斷與工業用非破壞性檢測領域。 3-12.放射成像技術團隊以專利「用於雙軸數位斷層合成造影系統的幾何校正方法及其系統」榮獲「2021 台灣創新技術博覽會專利發明競賽」金牌獎。(圖 3-8) 3-13.放射成像技術團隊以「低劑量三維 X 光造影儀開發」榮獲「第十八屆國家新創獎精進續獎」, 展現脊椎壓迫性骨折診斷學術臨床試驗成果, 驗證本所醫學領域應用實力。(圖 3-
--	--	--	--	--	--

				4. 開發原子物理新穎科技，拓展中子、量子與衍生光電技術	8) 3-14.放射成像技術團隊以「低劑量三維 X 光造影儀—Taiwan TomoDR 」榮獲 110 年度「衛福部/經濟部藥物科技研究發展獎」銀質獎，並受邀參加「台灣醫療科技展-InnoZone 創新技術特展」，此展為全球首個『橫跨醫療、電子資通訊、科技、生技製藥、醫材，串聯大健康產業完整生態鏈的專業規模會展』，總統、副總統及衛生福利部長皆到場致詞，期間本所研發成果吸引多家廠商、醫師、放射師與學生參觀討論，同時也觀摩國內電子資通訊、生技醫療產業及各大醫院間最新研發資訊，有助於研發成果推廣與技術媒合。 (圖 3-8) 3-15.放射成像技術團隊與○○簽訂「影像辨識示範程式」技術服務案 1 件，簽約金新台幣 98 萬元整。 4-1 在中子源的開發與應用的產業用戶推動上，今年是計畫第 1 年，但在計畫同仁的努力地拜訪廠商進行中子應用技術的說明與推廣下，已獲
--	--	--	--	-------------------------------------	--

				之民生應用，促成產業共同投入關鍵技術發展(1/4)	得良好成效(如圖 4-2)。在中子照相應用技術方面，今年已完成 1 件技服案簽定。中子軟錯誤率應用技術方面，後續在與半導體產業進行洽談合作方案中。 4-2.在量子點方面，完成三項技術研發，分別為完成電容脈衝式電弧電漿源鍍製高度 2.2nm 之 Fe_2O_3 量子點應用於鋰電池，有效提升鋰電池快速充放電特性。於抗反射膜方面，完成單一波長 550 nm 之反射率 0.9% 雙面四層異質薄膜開發。於光電元件方面，完成注入電流 20 安培條件下，波長 906nm 高功率紅外光雷射技術開發，兼具發散角度小、光斑集中等優點。(如圖 4-3~4-5) 4-3.完成智能復健裝置原型開發與測試，並採用反向傳播類神經網路建立智能分析及評價模式，以肌力波形進行分析，經類神經網路的演算以及加權值運算，可得到復健成效參考評價之綜合指標，提供患者與醫療人員作為量化復健成效之參考。(如圖 4-7~4-8 與 4-10~4-11)
--	--	--	--	----------------------------------	--

					4-4.完成 3 件技術授權案簽訂(技轉收入 21,800 千元)和 7 件技術服務案簽訂(技服收入共計 4,264 千元)，以所研發之關鍵技術協助國內相關產業技術再升級。
--	--	--	--	--	--

三、細部計畫與執行摘要

細部計畫 1	原子能系統工程跨域整合發展計畫(第二期) (1/4)	計畫性質	一般科技施政計畫
主持人	徐献星	執行機關	核能研究所
細部計畫目標	1. 開拓核安分析能力並擴展應用於能源基礎設施，為國家維繫原子能領域之人力與能量(1/4) 2. 所內核設施除役清理及放射性廢棄物安全管理技術研發，於 TRR 法定除役期限(118 年 3 月)前完成 TRR 設施除役。並將累積之技術與經驗應用於核後端產業推廣(1/4) 3. 精進放射診療藥物製程及臨床試驗進程，並建立高階放射成像與醫材關鍵技術(1/4) 4. 開發原子物理新穎科技，拓展中子、量子與衍生光電技術之民生應用，促成產業共同投入關鍵技術發展(1/4)		
計畫投入 (Inputs)			
預算數 (千元)／決算數 (千元)／執行率	215,650(千元)/214,111 (千元)/ 99.3%		
其他資源投入	無		
主要工作項目	本年度重要成果		主要成果使用者/服務對象/合作對象

		象
1. 核電終期營運安全與用過核子燃料貯存技術發展	1. 完成「超越設計基準事件減緩(10 CFR 50.155)之法規論述研究」報告，INER-15593。(第一季) 2. 完成「核設施除役及場址復育規劃研究」報告，INER-15691。(第二季) 3. 完成「核一廠除役過渡期之洩水事故對爐心安全分析」報告，INER-15850R。(第三季) 4. 完成「放射性核種傳輸評估方法研究：以日本共通生物圈評估模型及參數之設定方法為例」，INER-16017R。(第三季) 5. 完成「30MeV 迴旋加速器鋰、鈹靶材之中子特性分析」研究報告，INER-15891R。(第三季) 6. 完成「10 CFR 50.155 法規之國際案例研究報告」，INER-16044。(第四季) 7. 完成「多重核設施危害相依性矩陣-於多機組輻射外釋源耦合參數方法論之基礎」報告，INER- 15883。(第四季) 8. 完成「用過燃料池循環冷卻水喪失引起的溫度變化及其對中子吸收材料行為的潛在影響研究報告」，INER-16002R；「國際用過燃料池洩漏案例研析報告」，INER-16057R；「國際上用過燃料池之洩漏管制要點研析報告」，INER-16116R；「國際上用過核子燃料池之水下檢測技術報告」，INER-16072。(第四季)	1. 核能研究所、原能會、核能電廠 2. 核能研究所、原能會、核能電廠 3. 核能研究所、原能會、核能電廠 4. 核能研究所、原能會、核能電廠 5. 核能研究所、原能會、核能電廠 6. 核能研究所、原能會、核能電廠 7. 核能研究所、原能會、核能電廠 8. 核能研究所、原能會、核能電廠

2. 核設施除役清理及放射性廢棄物處理技術開發與執行	1. 完成「012 館燃料池鋼板隔離工程規劃設計監造技術服務案」廠商提交之工程圖說、預算書及施工說明書審查。(第一季) 2. 完成熱室用高放射性粉塵集塵系統熱室外性能測試及熱室 90 高放射性粉塵集塵作業規劃。(第一季) 3. 完成液體場絕對過濾器更換，以及鍋爐年度檢查合格。(第一季) 4. 完成 25 組 INER-LRW-C1 容器製作規範及製作採購。(第二季) 5. 完成熔鑄廠內污染金屬減容熔鑄處理準備，建立污染鍍鋅金屬減容熔鑄前的除鋅處理程序與測試驗證。(第二季) 6. 完成「TRR 廢樹脂安定化設備安全評估報告」及「固化流程控制計畫書」，提送職安會審查。(第三季) 7. TRR 爐體拆解，完成水下濕式切割站水槽細部設計及執行上生物屏蔽 B 層、C、D 吊運作業。(第三季) 8. 小產源有機廢液，完成降解設備精進，降解處理試驗結果，達到總有機碳濃度低於液體場接收標準(<100ppm)。(第三季) 9. TRR 爐體拆解，完成生物屏蔽體拆解細部設計及上生物屏蔽 B 層、C、D 切割及裝箱。(如圖 2-1、圖 2-2、圖 2-3)(第四季) 10. DSP 清理廢棄物管理，完成 320 m³ 廢棄物偵檢、分類及整檢。(如圖 2-4、圖 2-5)(第四季) 11. 完成新增銅刷剷除裝置，加強熱室檯面放射性附著物質移除效果。達成熱室 90 內環境污染值<200 Bq/cm²。(如圖 2-12)(第四季)	1. 核能研究所、民間工程公司(業務外包) 2. 核能研究所 3. 核能研究所 4. 核能研究所 5. 核能研究所、核能電廠 6. 核能研究所 7. 核能研究所 8. 核能研究所、醫療機構(小產源廢棄物) 9. 核能研究所 10. 核能研究所 11. 核能研究所
3. 生醫科技輻射應用研究	1. 雙標靶腫瘤缺氧放療藥物開發及臨床前試驗：(1)對照組藥後快速經由腎臟排除，在腫瘤部位無訊號產生。(2)實驗組同樣會經由腎臟快速排除，腫瘤部位有藥物聚集，且可維持 72 小時。(3)鎇-177-DOTA-CA9-AAZ 治療組的存活時間比對照組延長 11-14 天。	1. 核能研究所、醫界、生技製藥公司

	(第一季) 2. AI 人工智慧應用於化學合成規劃與驗證：應用人工智慧技術、合成分組構思目標產物逆合成規劃及相關化學驗證程序進而提昇所內原料藥之研發品質。(第一季) 3. 完成攝護腺癌放療藥物鎢-177-PSMA-617 動物毒理之病理判讀試驗規劃一份。依照藥品查驗中心(CDE)之諮詢回覆意見，組織病理切片之分析項目應參考我國公告「藥品非臨床試驗安全性規範」之重覆劑量毒性試驗章節(第三章第 22 節, 44 頁)所列之全組織，規劃病理切片試驗計畫書，病理切片試驗結果與毒理試驗結果整併。(第一季)。 4. 完成 ^{18}F-α-synuclein(候選藥物前驅物三)標誌後之血清經時試驗，研究數據顯示分別在 0, 10, 30, 60 分鐘，以 iTLC 分析標誌後產物之放化純度介於 97.02%至 80.57%。(第一季) 5. 完成鎢-177-DOTA-CA9-AAZ 於小鼠體內 24 小時之血液清除率(%ID/g)分析試驗。本藥物實際達成平均值在小鼠體內 1 小時之血液濃度 0.96 %ID/g，24 小時之血液濃度 0.09 %ID/g，皆明顯優於現有藥物的清除標準(1 小時為 1.35 %ID/g，24 小時之血液濃度 0.15 %ID/g)。(第二季) 6. 完成 PCD-CT 訊號模擬器設計與參數傳輸格式制定及 2 能階 PCD 投影影像數據生成模組開發。(第二季) 7. 完成放射性同位素碘-123 之製程資料蒐整，並完成文件撰寫至 CTD 3.2.S.7 章節。(第三季) 8. 「核研氯化亞鉈(鉈-201)注射劑」、「核研美必鎔心臟造影劑」已接獲衛福部來函通知核准許可證展延。展延後有效期限分別為 115/07/12、 115/10/12。(如圖 3-5)(第三季)	2. 核能研究所、生技製藥公司 3. 核能研究所、醫界、生技製藥公司 4. 核能研究所、醫界、生技製藥公司 5. 核能研究所、醫界、生技製藥公司 6. 核能研究所、醫界、醫用器材開發產業 7. 核能研究所 8. 核能研究所
--	---	--

	9. 110/9/30 完成 110 年度第三季核醫製藥中心之無菌製劑(凍晶製劑、無菌試驗、放射性製劑、核醫藥物製劑)製造場所環境監測。(第三季) 10. 建立大腸直腸癌腫瘤缺氧標的雙標靶探針之自動化合成技術，時間可縮短 50%，產率提升 300%，成本節省 60%。(第三季) 11. 完成神經退化診斷造影劑氟-18-α-synuclein(候選藥物前驅物三)標誌後之血清安定性試驗，研究數據顯示氟-18-α-synuclein 配方研究回收率 90.1%，在血清中一小時的放射化學純度為 91.5%。(如圖 3-3)(第三季) 12. 完成神經退化診斷造影劑起始原料(+)-9-OH-α-DTBZ 擴量製程共五個步驟，歷時 40 個工作天(約 2 個月)，獲得前驅物 0.65 公克級/批次，非放射性標準品 1.75 克。(如圖 3-4)。(第三季) 13. 完成 PCD-CT 訊號模擬器的程式架構規劃與數據/參數傳輸溝通流程設計，並可利用向量化數值假體完成 PCD-CT 訊號模擬器各模組串接連結測試，可成功輸出 X 光模擬投影影像與 PCD-CT 重建影像。(第三季) 14. 持續生產提供核醫藥物服務國人，加速器當機率為 10.7%，年度藥物技服收入約為 61,480 仟元，年度藥物服務約為：65,500 人次，申訴件數為 0。(第四季) 15. 完成雙標靶腫瘤缺氧放療藥物鎢-177-DOTA-CA9-AAZ 於小鼠體內 72 小時之血液濃度(%ID/g)分析試驗。本研究腫瘤最高吸收值為 16.8 ± 3.7(%ID/g)(國際水準：1.9~2.3)，腫瘤血液比大於 25(國際水準：2.4~3.9)，腫瘤肌肉比大於 84(國際水準：5.0~9.6)，腫瘤肝臟比大於 25(國際水準：10.0~16.3)，腫瘤大腸比大於 37(國際水準：12.1~13.2)，均領先國際水準。(如圖 3-1)(第四季)	9. 核能研究所 10. 核能研究所 11. 核能研究所 12. 核能研究所 13. 核能研究所 14. 各醫院 15. 核能研究所、醫界、生技製藥公司
--	--	---

	16.完成攝護腺癌放療藥物鎢-175-PSMA-617 之 GLP 等級病理切片判讀與獸醫病理師撰寫判讀報告及同儕查核。判讀結果為主試驗動物和恢復動物在靜脈給予高劑量 (4340 µg/kg, 約為臨床人使用量的 100 倍), 均沒有發現由試驗物質“¹⁷⁵Lu-PSMA-617”所產生的病理變化與毒性證據。(如圖 3-2)(第四季)。 17.完成 AI 深度學習影像去雜訊技術設計與程式實作, 以非監督式學習法, 產生 1,000 筆不同雜訊程度的訓練影像, 建立 AI 雜訊萃取模型, 並與實際拍攝影像進行分析比對、循環修正後, 完成 X 光影像去雜訊技術。應用 X 光脊椎(骨科)影像臨床數據進行 AI 模型驗證, 結果顯示傳統演算法(median filter)的 SNR 為 28.74 dB, AI 去雜訊的 SNR 為 34.86 dB, SNR 提昇 21.29%, 相關成果完成 1 篇國外期刊投稿與 2 篇研究報告。(如圖 3-6) 18.完成 PCD-CT 訊號模擬器的程式架構規劃與數據/參數傳輸溝通流程設計, 並可利用向量化數值假體完成 PCD-CT 訊號模擬器各模組串接連結測試, 可成功輸出 X 光模擬投影影像與 PCD-CT 重建影像, 並完成模擬與實驗成像結果比對驗證(R-squared$\geq$0.91), 相關成果完成 2 件國內外發明專利申請、1 篇國外期刊投稿與 2 篇研究報告。(如圖 3-7) 19.以本所放射成像相關技術參加國內競賽獲國家肯定, 並簽署技術服務案 1 件:(1)獲「2021 台灣創新技術博覽會專利發明競賽」金牌獎;(2)獲 110 年度「衛福部/經濟部藥物科技研究發展獎」銀質獎;(3)獲「第十八屆國家新創獎精進續獎」, 並獲邀參加「台灣醫療科技展-InnoZone 創新技術特展」, 以提高本所研發成果能見度與技術媒合機會。(4)與○○簽訂「影像辨識示範程式」技術服務案 1 件, 簽約金新台幣 98 萬元整(如圖 3-8)	16.核能研究所、生技製藥公司 17.核能研究所、學研單位、醫界、醫用/非醫用器材開發產業、影像軟體廠商 18.核能研究所、學研單位、醫界、醫用/非醫用器材開發產業、影像軟體廠商 19.核能研究所、學研單位、醫界、醫用/非醫用器材開發產業、影像軟體廠商
--	---	--

4. 原子物理新穎技術開發與應用	1. 中子源開發與應用 (1)完成小型化百焦耳級 DPF 系統的輻防評估報告，與完成小型化百焦耳級 DPF 系統的組件尺寸設計、模擬計算(如表 4-1 和圖 4-12)，快中子產率最佳化。(第一季) (2)完成中子計算評估與建立中子通量測量方法，完成建立低電流質子束測試規畫與鈹靶站製作(如表 4-2 和圖 4-13)。(第一季) (3)完成中子動態影像擷取照相系統評估(如表 4-3)，並參考現有之太空元件質子照射平台完成中子測試平台設計(如圖 4-14)。(第一季) (4)完成小型化百焦耳級 DPF 系統的輻防評估報告修訂及送本所職安會審查，完成小型化百焦耳級 DPF 離型機的設計製造及購案驗收，進行組裝及系統功能組合電性測試(如圖 4-15~4-18)。(第二季) (5)完成 0.1 μA 質子束照射鈹靶產生中子在 0 度方向的能譜模擬計算，並執行迴旋加速器中子靶站先期測試，以 0.1 μA 質子束照射鈹靶產生中子，利用波那球量測在 0 度方向的中子能譜(如圖 4-19)，比較量測實驗數據與模擬結果(如圖 4-20)，二者相符。(第二季) (6)完成電子電路系統地球輻射效應的階段性文獻回顧報告撰寫，完成動態影像相機評估報告(如圖 4-21)及 sCMOS 相機採購案，完成 1 件中子照相技服案簽約。(第二季) (7)完成新設計的緊湊型 DPF 裝置廠商已製作及組裝，進行緊湊型 DPF 機構、電力系統以及真空系統配線組裝，進行短路測	1. 機械、太空、國安、3C 產業、清大。 (1)機械、太空、國安、3C 產業、清大。 (2)機械、國安等相關產業、學研單位。 (3)機械、太空、3C 及半導體等相關產業、學研單位。 (4)機械、太空、國安、3C 及半導體等相關產業、學研單位。 (5)機械、國安等相關產業、學研單位。 (6)機械、太空、3C 及半導體等相關產業、學研單位。 (7)機械、太空、國安、3C 及半
-------------------------	--	--

	試實驗，量測系統電感值與峰值電流。此緊湊型 DPF 之系統總電感由 280nH 降至 180nH，提昇峰值電流至 100kA 以上(註:原系統峰值電流約為 85 kA)。(第三季) (8)向原能會申請「放射性物質生產設施核研所迴旋加速器輻射安全評估—加速器中子源設備與應用」輻防報告乙案，於 7 月 30 日獲原能會審核通過同意安裝。(如圖 4-22)(第三季) (9)完成小電流鈹靶站及其射束線架設，執行 0.1 μA 質子照射鈹靶產生中子，在質子束正射方向(沒有 PE 擋板)，利用波那球測試中子能譜，完成快中子測試與比對驗證。(第三季) (10)完成緊湊型 DPF 系統改善，降低總電感值至 180 nH 及提昇放電峰值電流大於 10 萬安培，進行氙氣放電試驗，觀察到電漿捏縮衝擊波與記錄到中子劑量，並用中子閃爍體倍增管量測訊號波形以飛行時間(Time-Of-Flight, TOF) 方式驗證中子能量。(第四季) (11)完成 30MeV 迴旋加速器之質子射束線增加掃描磁鐵組件的安裝與測試(如圖 4-1)，可用以掃描質子束擴散靶使用面積避免熱源集中，以大幅提升靶散熱效能，進而可增加靶電流以提升中子產率，為後續中子源應用裝置效能的提升建立根基。(第四季) (12)計畫第 1 年，在計畫同仁的努力地拜訪廠商進行中子應用技術的說明與推廣下，已獲得良好成效(如圖 4-2)。在中子照相應技術方面，今年已完成 1 件技服案簽定。中子軟錯誤率應用技術方面，後續在與半導體產業進行洽談合作方案中。(第四季) 2. 量子新興技術開發	導體等相關產業、學研單位。 (8)機械、國安等相關產業、學研單位。 (9)機械、太空、3C 及半導體等相關產業、學研單位。 (10)機械、國安等相關產業、學研單位。 (11)機械、太空、3C 及半導體等相關產業、學研單位。 (12)機械、太空、國安、3C 及半導體等相關產業、學研單位。 2. 儲能及光電相關產業。
--	---	--

	(1)建置單源脈衝式電容電漿技術量子點鍍製平台及技服案 2 件簽訂(如圖 4-23)。(第一季) (2)完成異質界面鍍膜系統建置，薄膜消光係數 $\leq 10^{-3}$ 以下。及異質材料膜厚模擬最佳化計算，抗反射率$<5\%$(如圖 4-24)。(第一季) (3)完成摻雜濃度$>1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ P 型半導體技術開發(如圖 4-25)。(第一季) (4)完成金屬氧化物量子點導入鋰電池電解質層技術，離子電導值$>10^{-4} \text{ S/cm}$，1C 快充快放電容量維持率達 50%以上(如圖 4-26~4-27)。(第二季) (5)完成射頻/高功率磁控濺鍍複合型電漿鍍製兩層抗反射膜驗證，薄膜之可見光波段反射率$<7\%$及研發量子點製作技術，尺寸可小於 20 nm，並完成螢光光譜分析(如圖 4-28~4-29)。(第二季) (6)完成摻雜濃度$>1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ N 型半導體技術開發(如圖 4-30)。(第二季) (7)完成量子點導入鋰電池之電極層，1C 快充快放電容量維持率達 79.32%(如圖 4-31)。(第三季) (8)完成製作至少四層異質材料，其元件反射率在可見光波段$<5\%$及將量子點導入異質界面中，製作量子點抗反射膜，於單一波長 550 nm 之反射率$<5\%$(如圖 4-32)。(第三季) (9)完成低阻值穿隧二極體技術開發，P 型阻值$<10^{-1} \Omega\text{-cm}$，N 型阻值$<10^{-2} \Omega\text{-cm}$(如表 4-4)。(第三季) (10)完成 Fe_2O_3 量子點導入鋰電池充放電測試，並提升鋰電池於 1C 快充快放電容量維持率達 81%(如圖 4-3)。(第四季)	(1)儲能相關產業。 (2)光電相關產業。 (3)光電半導體及雷射相關產業。 (4)儲能相關產業。 (5)光電相關產業。 (6)光電半導體相關產業。 (7)儲能相關產業。 (8)光電相關產業。 (9)光電及雷射相關產業。 (10)儲能相關產業。
--	---	--

	(11)完成雙邊四層異質結構異質界面及量子點技術研發，應用於抗反射膜，降低單一波長 550 nm 之反射率至 0.9%，並完成簽訂相關技轉案 1 件(如圖 4-4)。(第四季) (12)完成在注入電流 20 安培條件下輸出功率 57.8 瓦波長(906 nm)之多重量子井紅外線雷射元件製作(如圖 4-5)。(第四季) 3. 原子能衍生技術於復健醫療領域之應用 (1)布拉格光纖光柵模擬模型與設計規格之建立(如圖 4-33~4-35)。(第一季) (2)肌肉力量與肌肉張力量測實驗規劃及硬體建置(如圖 4-36)。(第一季) (3)智能復健裝置原型規劃及智能分析硬體規劃(如圖 4-37)。(第一季) (4)完成截面積小於 1 mm² 之微型波導製作技術開發(如圖 4-38~4-39)。(第二季) (5)完成身體生理資訊量測實驗，包括體重、左右臂肌肉量、左右腿肌肉量、肌肉力量、肌肉張力，做為生理資訊之間關聯性分析參數(如圖 4-40~4-42)。(第二季) (6)完成智能復健裝置原型的軟硬體建置，此裝置包含復健裝置、智能分析硬體以及智能分析軟體三部分(如圖 4-43)。(第二季) (7)使用半導體元件製程之黃光微影技術製作布拉格光纖光柵翻模模具，光柵設計週期為 2~5μm，初步完成相關製程(如圖 4-44)。經過模擬結果，受力形變波長偏移量約 5nm~10nm。(第三季) (8)完成肌肉力量、肌肉張力數據分析，肌肉力量以單位重量之肌肉力量表示，肌肉張力則以頻率為單位，初步分析肌肉力	(11)光電及感測關產業。 (12)光電及雷射相關產業。 3. 醫院復健科、復健/體適能器材業者、學研單位。 (1)學研單位。 (2)學研單位。 (3)復健/體適能器材業者、學研單位。 (4)學研單位。 (5)學研單位。 (6)復健/體適能器材業者、學研單位。 (7)學研單位。 (8)學研單位。
--	---	---

	量與肌肉張力呈現正相關，相關係數約 0.72(如圖 4-45)。(第三季) (9)完成智能復健裝置之人機畫面功能測試，包括測試者登錄、16 點類比輸入生理資料讀取、儲存、智能分析及傳送等項目，以及腿部肌力感測值之波形分析。測試結果均能正確讀取、傳送、顯示及波形分析(如圖 4-46)。(第三季) (10)完成感測元件與智能裝置原型開發，包含復健裝置、智能分析硬體以及智能分析軟體。具備 16 組生理資訊擷取模組、無線通訊模組、語音模組以及控制模組(如圖 4-6~4-7)。(第四季) (11)採用反向傳播類神經網路建立智能分析及評價模式，此評價模型係收集人體肌力與肌張力等生理資訊，並透過 AI 加權分析，計算出一分數，提供患者與醫療人員作為量化復健成效之指標(如圖 4-8)。(第四季) (12)完成簽訂技術服務案「關節角度量測裝置」，利用本所建立的光學壓力感測器技術，開發關節角度量測裝置，提供關節彎曲角度訊號，作為關節活動度評估及動作分析，可應用於復健或體適能訓練(如圖 4-9)。(第四季)	(9)復健/體適能器材業者、學研單位。 (10)醫院復健科、復健/體適能器材業者、學研單位。 (11)醫院復健科、復健/體適能器材業者、學研單位。 (12)醫院復健科、復健/體適能器材業者、學研單位。
主要績效指標 KPI 達成情形		
原規劃	1. 國際期刊及國際研討會論文 40 篇 2. 研究報告 72 篇 3. 智慧財產申請 19 件 4. 技術報告及檢驗方法 86 篇 5. 技術服務(含委託案及工業服	達成情形 1. 國際期刊及國際研討會論文 45 篇 2. 研究報告 97 篇 3. 智慧財產申請 22 件 4. 技術報告及檢驗方法 105 篇 5. 技術服務(含委託案及工業服

	務) 97,160 千元		務) 138,975 千元
補充說明	各項績效指標均達到規劃值。		
本年度效益、影響、重大突破			
1. 研析美國業界針對 10 CFR 50.155 之要求所建立的解決方案，就廠內已安裝設備、策略用設備、廠外援助設備與資源等層面，提供建議供我國核能電廠參考。(子項一) 2. 研析核能電廠機組長期停機期間引發風險的肇始事件定義與篩濾準則，以及擬定國內核能電廠機組長期停機風險策略目標之建議。篩濾出的肇始事件可做為業者或管制單位審視除役過渡階段技術規範之參考；風險策略目標有助於管制單位對核能電廠機組長期停機風險控管之參考依據。(子項一) 3. 研析核一廠相關程序書，擬定與爐心安全分析有關之安全系統與設備清單，根據安全分析結果提出安全系統/設備放寬或移除之最適化條件研究，提供管制單位了解核能電廠安全系統/設備放寬或移除對爐心燃料安全的參考。(子項一) 4. 建立多重核設施天然災害耦合參數及外釋輻射源項模型，整合上述結果建立 MACCS 模式及分析結果，並參考 NUREG-0880 與 IAEA 之安全目標政策，評估可接受之民眾曝露與社會風險基準。此結果針對核能管制機關可貢獻於緊急應變計畫區評估與訂定法規時，提供做為技術評估之依據。(子項一) 5. 本計畫透過發展相關劑量傳輸技術研究，預期在計畫完成後取得數篇彙整之研究報告，以核設施與環境劑量之機制方程式，提升輻射安全防護機制，確保相關安全評估等同國際，在取得國際重要輻射傳輸參數資料的同時，亦站在民眾需求之立場確保核設施除役/核子事故對於環境之劑量影響評估皆符合法規要求，並在未來以技術層面滿足主管機關之管制需求。(子項一) 6. 研析國際水下非破壞檢驗技術發展趨勢，完成國內應用可行性評估，建立國內自主團隊，提供國內核能電廠高輻射區水下技術支援與協助。(子項一) 7. 建立 30MeV 迴旋加速器之 MCNP 分析模式，完成質子束撞擊不同靶材產生之中子特性分析，培植新血，落實技術傳承。(子項一) 8. 積極持續建立 TRR 爐體廢棄物拆解所需各項吊運及切割技術與機具，尤其是水下切割機具，並透過實體模擬測試，驗證機具可用性，降低未來執行拆解作業不確定性，現已陸續完成水下圓盤鋸及水下帶鋸機之原型機，110 年完成溼式割切水槽細部設計，預計 111 年 4 月完成製作。(子項二) 9. 完成 TRR 爐體廢棄物上生物屏蔽 B、C、D 層吊運出爐穴、使用鑽石索鋸切割及裝箱至 INER-LRW-C1 容器中，已運送至 012 館存放。(子項二) 10.DSP 清除所產生之廢棄物皆符合主管機關要求之物料管理規定，並如質如期完成 110 年度 320 m³ 廢棄物整檢目標，另利用 DSP 清除作業所建立之廢棄物量測及管理資訊系統，可有助於核設施拆解階段之廢棄物管理經驗傳承。(子項二)			

11. 完成 25 組低放射性廢棄物盛裝容器 C1 容器採購製作，供 TRR 爐體廢棄物之上生物屏蔽 B、C、D 層切割後之包裝使用；完成容器包裝運送之提籃與屏蔽傳送箱設計及分析，備供後續設備製作及測試依據。(子項二)
12. 完成放射性污染廢金屬減容熔鑄前的除鋅處理方法與驗證論著報告 INER-15651，建立污染鍍鋅金屬減容熔鑄前的除鋅處理程序。(子項二)
13. 積極開發地下水追跡技術與土壤調查技術，本年度完成所區中下游示蹤劑試驗，並完成 2 孔全取樣地質鑽探取得地下土壤樣本，此成果為本所首完成之大型現地追跡試驗，可作為評估模型之修正依據，提升復育技術信心度，並滿足主管機關之管制需求。(子項二)
14. 全數焚化處理完成年度接收及去年積存可燃廢棄物，提升處理效率，減輕貯存庫貯存壓力。(子項二)
15. 持續生產提供核醫藥物服務國人，加速器當機率為 10.7%，年度藥物技服收入約為 61,480 仟元，年度藥物服務約為：65,500 人次，並達成無申訴案件。(子項三)
16. 完成氟-18- α -synuclein (α -syn-3) 動物腦造影研究概念驗證，配方研究回收率 90.1%，在血清中一小時的放射化學純度為 91.5%，經配方處理及經 0.22 μ M，濾膜過濾後回收效率 98.78%，將可以接續進行離體血腦障壁的通透性試驗以加速動物試驗進程。(子項三)
17. 完成攝護腺癌放療藥物鎢-177-PSMA-617 動物毒理病理評估試驗報告，判讀結果為主試驗動物和恢復動物在靜脈給予高劑量，均沒有發現由試驗物質“鎢-175-PSMA-617”所產生的病理變化與毒性證據。接續已完成兩篇研究報告「大鼠毒性試驗之 175Lu-PSMA-617 試驗物質投藥劑量分析與確效」以及「175Lu-PSMA-617 在非齧齒類動物的最大耐受劑量毒性試驗和毒理動力學試驗」。(子項三)
18. 執行釷-89 八爪薄式靶照射，分析鉛-89 核種純度變化與理論計算之差異情形，並完成鉛-89 標誌抗體之鍵結製程優化。未來可申請原料藥 GMP 認證，提供國內 GMP 等級的新正子核種，搭配免疫治療抗體發展趨勢，帶動新研究領域。(子項三)
19. 建立起始物原料、標誌前驅物、非放射性標準品品質分析 SOP 及成本分析。建立標誌前驅物及非放射性標準品之量製程與品質規範，之後將持續創建前驅物及非放射性標準品等品質管理系統，讓核研所成為國內核醫藥物原料藥開發中心。(子項三)
20. 放射成像技術團隊與○○簽訂「影像辨識示範程式」技術服務案 1 件，簽約金新台幣 98 萬元整，本案運用計畫數位影像處理技術，協助中科院開發應用於國防影像自動化分析辨識技術，以達成國防自主目標。(子項三)
21. 放射成像技術團隊之「用於雙軸數位斷層合成造影系統的幾何校正方法及其系統」專利案榮獲「2021 台灣創新技術博覽會專利發明競賽」金牌獎，展現本所創新優質研發成果獲外界肯定。(子項三)
22. 建立 AI 影像去雜訊技術，使用 1,000 筆不同雜訊程度的訓練影像，完成 AI 雜訊萃取模型，並以 X 光脊椎影像臨床數據進行驗

證，結果顯示 SNR 由 28.74 dB 改善至 34.86 dB 達國際水準。可有效降低影像雜斑，使骨頭邊緣處更為清楚，未來可進一步研發低劑量影像處理技術，降低病患接收之曝露量並獲取高影像品質。(子項三)

23. 完成 2 能階 PCD-CT 模擬器，可成功輸出 PCD-CT 投影與重建影像，利用金屬假影標準假體代入 2 能階 PCD-CT 模擬器，生成 2 組獨立能階之正弦圖，進行模擬與實驗成像結果比對驗證，兩者相似度一致($R\text{-squared} \geq 0.91$)，未來可應用模擬器來加速 PCD-CT 技術的開發，與國際技術並駕齊驅。(子項三)

24. 在中子照相應用技術方面，今年已完成 1 件技服案簽定。(子項四)

25. 在量子點方面，完成三項技術研發，分別為完成電容脈衝式電弧電漿源鍍製高度 2.2nm 之 Fe_2O_3 量子點應用於鋰電池，有效提升鋰電池快速充放電特性。於抗反射膜方面，完成單一波長 550 nm 之反射率 0.9% 雙面四層異質薄膜開發。於光電元件方面，完成注入電流 20 安培條件下，波長 906nm 高功率紅外光雷射技術開發，兼具發散角度小、光斑集中等優點。(子項四)

26. 完成智能復健裝置原型開發與測試，並採用反向傳播類神經網路建立智能分析及評價模式，以肌力波形進行分析，經類神經網路的演算以及加權值運算，可得到復健成效參考評價之綜合指標，提供患者與醫療人員作為量化復健成效之參考。(子項四)

27. 完成 3 件技術授權案簽訂(技轉收入 21,800 千元)和 7 件技術服務案簽訂(技服收入共計 4,264 千元)，以所研發之關鍵技術協助國內相關產業技術再升級，如：協助國內機械廠商判別及改善陶瓷合金工件焊道品質，國內儲能與光電產業所需之鋰電池固態化技術和電致變色膜自有低成本技術，開發光學壓力感測技術與智能評價模式使復健裝置增加感測能力等之升級。(子項四)

遭遇困難與因應對策

1. 我國核能電廠之長期停機情境屬世界獨有，以致無法蒐集國外(美國)核能電廠之超越設計基準事件減緩策略再逕行套用。美國法規 10 CFR 50.155(超越設計基準事件減緩策略)已就運轉中、除役中、已除役等狀態分別訂定其適用條款範圍，並於最終法規之聯邦公告文件敘明其原因。目前正參照前述文件逐條研析我國長期停機情境於該法規條文內容之適用性。(子項一)

2. 熱室清理除污未達預期污染清除效果。目前正改進熱室除污作業，並建立合理抑低之除污準則，並與所內工程組及化工組研議除污改善措施。(子項二)

3. 中型迴旋加速器系統相當專業複雜且機齡已達 28 年，常因零組件老舊而故障當機，但仍須符合立法院要求使當機率小於 14%。目前為因應計畫目標要求，已導入 PRA 系統化評估，協助解決迴旋加速器設備老化與可靠度的問題。(子項三)

4. 利用 30 MeV 迴旋加速器建立類單能中子靶站(台積電需求條件：類單能中子能量 26-28 MeV，通率 $> 10^8 \text{ n}/(\text{cm}^2 \cdot \text{sec})$)，但目前加速器因生產核醫藥物滿載，故仍須時間安排進行相關設備建置。目前正規劃中的中子通量仍需評估是否符合台積電需求(子項三)

貳、 經費執行情形

一、經資門經費表（E005）

單位：千元；%

	110 年度					111 年度 預算數	112 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	215,650	199,512	14,599	214,111	99.3	209,049	301,877	
一、經常門小計	125,209	117,156	2,851	120,007	95.8			
(1)人事費	-	-	-	-	-			
(2)材料費	-	-	-	-	-			
(3)其他經常支出	-	-	-	-	-			
二、資本門小計	90,441	82,356	11,748	94,104	104			
(1)土地建築	-	-	-	-	-	-	-	
(2)儀器設備	-	-	-	-	-	-	-	
(3)其他資本支出	-	-	-	-	-	-	-	
		108 年度 決算數	109 年度 決算數	110 年度 決算數 (執行率)	111 年度 預算數	112 年度 申請數	備註	
綱要計畫總計				215,650	209,049	301,877		
一、細部計畫 1	小計			214,111 (99.3%)				

	經常支出			120,007 (95.8%)			
	資本支出			94,104 (104%)			

二、經費支用說明

- i. 本年度編列經常門業務費 125,209 千元，估計畫總經費 58.06%。主要用途為支應計畫執行所需之實驗物品材料、設備設施維護、水電清潔、國內外公差、委託學術單位研究等費用。**累計至 110.12.31 預算執行率為 95.8%。**
- ii. 本年度編列資本門設備費 90,441 千元，估計畫總經費 41.94%。主要用途為支應購置計畫執行所需之機器設備，資訊軟體設備、系統開發費、雜項設備費。**因經常門部分預算流用至資本門，故累計至 110.12.31 預算執行率為 104%。**
- iii. 截至 110.12.31，經常門與資本門合計之**執行率為 99.3%**。

三、經費實際支用與原規劃差異說明

- (1) 「027 館廁所管路更換暨周邊整修工程及委託規劃設計監造」110/10/19 訂約，履約期限至 111/01/15(因疫情影響，導致部份材料缺貨，承商已來文申請停工，現簽辦中，預計約 60 天後復工)，全案總預算約 5,154 千元(含第一次變更設計追加金額)，依契約 110 年 12 月承商得申請估驗計價一次，已排定 1/6 上午估驗，預計結報約 4,171 千元，其餘辦理預算保留。
- (2) 「溼式切割水槽」因水槽建置需較長時間，分成三個階段分別進行查驗或驗收，第一階段為細部設計文件交付，第二階段主要為水槽 2 公尺高的初步組裝，最後於本所進行水槽組立交貨。前兩次查驗程序已於 110 年 12 月完成，依合約分別於 110 年 9 月及 12 月各支付契約金額 15%及 35%。目前廠商組裝及測試設備，預計 111/4/8 完成履約，故辦理保留契約金額 50%計 8,950 千元。
- (3) 「水下放射性金屬切屑收集及水質淨化設備」履約期限為 110/10/28，依合約廠商於第一階段設計審查後 100 天內完成製作及安裝，因廠商第一階段回覆設計審查時程有延誤，且第一階段設計資料審查還未通過(第一期

款 20%)，故本案須辦理保留 2,720 千元。

- (4) 「074 館 TRR 生物屏蔽體拆除工程委託設計及監造技術服務」本案為一次發包分年執行，110/7/29 日決標，細部設計履約期限 110/10/31 日，廠商依期限繳交細部設計報告，目前進行細部設計文件第三版審查，因審定期程較長無法順利於本年度完成。110 年度未執行預算數 1,946 千元辦理保留至下年度繼續執行。

第二部分

註：第一部分及第二部分（不含佐證資料）合計頁數建議以不超過 200 頁為原則，相關有助審查之詳細資料宜以附件方式呈現。

壹、成果之價值與貢獻度

一、學術成就(科技基礎研究)

110 年度：

1. 透過研蒐國際文獻，取得國際於核設施廠址復育之相關策略及輻射偵檢方法等，並完成研究報告 1 份，作為後續台灣核設施除役階段之輻射劑量及核種傳輸等研究之參考。(子項一)
2. 協助完成本所 052 館 30 MeV 迴旋加速器中子應用設計及輻安評估報告，本報告是中子應用試運轉前必須完成的重要工作，已於 110 年 7 月通過原能會審查。(子項一)
3. 研析美國法規 10 CFR 50.155 及美國業界 FLEX 策略之執行議題，提升我國核能電廠長期停機情境之 FLEX 策略實施的周延性，強化於發生超越設計基準事故時之核能電廠安全，完成研究報告 2 份，可作為國內核能電廠 FLEX 策略之研修參考。(子項一)
4. 以核一廠為評估標的，提出除役過渡階段前期廠內事件風險評估方法論，完成「A Risk Approach to the Management for the Pre-defueled Phase in the Decommissioning Transition Period」SCI 論文 1 篇，投稿至 Nuclear Technology。(子項一)
5. 在核電風險管理方面，針對廠外事件危害分析其中之地震事件重要議題，完成「壓水式反應器之用過核子燃料池在超越設計基準地震事件下的後果研究 (The Consequence Study of a Beyond-Design-Basis Earthquake for PWR Spent Fuel Pool)」SCI 論文 1 篇，投稿至 Nuclear Technology。(子項一)
6. 在劑量管理方面，累積成果與技術開發已貢獻於核子事故緊急應變劑量評估及民眾風險溝通之應用，並完成「MELCOR 桌上型核電廠模擬器及大氣擴散劑量評估系統 A2CDOSE 於核子事故緊急應變之應用 (Development of MELCOR Desktop Simulator for Kuosheng BWR/6 NPP Using MELCOR2.2/SNAP and Emergency Response Dose Evaluation System A2CDOSE)」SCI 論文 1 篇，投稿至 Nuclear Engineering and Design。(子項一)
7. 「LOCA analysis of BWR-4/Mark-I nuclear power plant with TRACE」(KERN-2020-0065)，110 年 4 月刊登於 Issue 02 of volume 86 of KERNTECHNIK，本論文使用 TRACE/CONTAN 程式，建立反應器冷卻劑系統與圍阻體耦合的模式(RCS-Containment coupled model)。並將此耦合模式用於冷卻劑流失事故的短程和長程(LOCA)分析。(子項二)

8. 針對 TRR 爐體金屬廢棄物的拆解策略、拆解工法及相關機具設計，以及支撐上熱屏蔽的載具與支撐帶鋸機的載具應力分析，撰寫國際研討會論文「TRR Reactor Upper Thermal Shield Segmentation Plan and Equipment Design」投稿至國際研討會 13th Asian Structure Integrity of Nuclear Components。(子項二)
9. 完成「Study on Volume Reduction of Radioactive Thermal Insulation Wastes by Heat Treatment with Potassium Carbonate」論文，並投稿至 SCI 期刊(1738-5733 Nuclear Engineering and Technology)，本文主要有鑒於未來核能電廠除役的放射性廢棄保溫材數量與體積龐大，應提早規劃減容處理方式，以增加低放貯存庫之貯存彈性。本文以高溫熔融執行廢保溫材的減容研究，藉由研磨真珠岩及添加助熔劑，降低減容處理真珠岩之溫度，以氮氣氣氛管狀爐，675 與 700 °C 持溫 2 小時，減容率分別達 7.63 與 11.2，具良好的減容效果。(子項二)
10. 「The evaluation of TRACE/PARCS model for BWR-4 nuclear power plant by startup test transient analyses」(KERN-2021-0009)，110 年 10 月刊登於 Issue 05 of volume 86 of KERNTECHNIK，本文使用 TRACE/PARC 程式，建立反應器熱水流與爐心中子動力學體耦合的模式(Thermal Hydraulic (TH) - Neutron Kinetics (NK) coupled model)，使用起動測試暫態資料驗證此耦合模式準確性，應用於爐心時域方法穩定性分析。(子項二)
11. 完成「Separation anion and cation exchange resins using fluidization and adjusted NaOH solution density methods」論文，並投稿於 PROGRESS IN NUCLEAR ENERGY 國際期刊。本文章以流體化方法將樹脂浸入適當密度溶液中，進行混合樹脂中的陰陽離子交換樹脂分離，驗證 TRR 放射性廢樹脂分離出陰離子交換樹脂後，原先相比，可以減少具有較高輻射和長半衰期核種的廢棄物體積，對於屏蔽需求、貯存與處置成本可大幅降低。(子項二)
12. 本計畫的雙靶向放射診療藥物相關論文「以鈾 111 標記的 CA9 雙靶向探針作為核醫造影劑用於偵測缺氧性結腸直腸癌之動物研究」已發表於 Eur J Pharm Biopharm 期刊，有效彰顯本藥物具有腫瘤缺氧位置的標的能力，且藥物對於大腸癌患者臨床組織切片，同樣具有標的能力。(Eur J Pharm Biopharm 168:38-52, 2021)。(子項三)
13. 本計畫之關節炎緩釋藥物相關論文「建構以透明質酸負載的地塞米松-雙氯芬酸脂質體奈米顆粒治療局部骨關節炎」，發表於 International Journal of Molecular Sciences 期刊，有效彰顯本藥物在關節炎治療效果。(Int J Mol Sci. 22(2):665, 2021) (子項三)

14. 本計畫的 T 淋巴細胞抵禦腫瘤細胞研究 Nicotine exhausts CD8+T cells against tumor cells through increasing miR-629-5p to repress IL2RB-mediated granzyme B expression 已發表於 Cancer Immunol Immunother 期刊，在本文中說明尼古丁會透過增加 miR-629-5p 來抑制 IL2RB(IL-2 受體 B 次體)，從而消耗 CD8+ T 細胞抑制 HCC827 肺癌細胞的功能，這也闡述了吸菸後容易罹患肺癌的部分機制。(Cancer Immunol Immunother 70:1351-1364, 2021) (子項三)
15. 本計畫的放射治療研究 Cerenkov Radiation Induced Photodynamic Therapy with ¹⁸F-FDG for Disseminated Intraperitoneal Ovarian Cancer 已發表於 Int J Mol Sci 期刊，在這項研究中證明結合使用氟-18 之氟化去氧葡萄糖發射的切倫科夫輻射組合作為腫瘤的內部光源，並能有效提升抗腫瘤功效。(Int J Mol Sci, 6;22(9):4934, 2021) (子項三)
16. 投稿「Copper-mediated nucleophilic radiofluorination of [(18) F]beta-CFT for positron emission tomography imaging of dopamine transporter」，發表於 J Labelled Comp Radiopharm 期刊，這項研究開發一種透過以銅為媒介的合成[18 F]β-CFT 新策略。此種嶄新的放射性標記程序很簡單，很容易適應未來臨床使用。(J Labelled Comp Radiopharm 64:228-236, 2021) (子項三)
17. 本計畫的神經元保護效應研究伊卡利汀對於腦缺血性中風小鼠在 ROS/RNS 誘導的損傷與 ECM 蓄積之神經元保護效應已投稿至國際學術期刊 PHYTOMEDICINE。(子項三)
18. 投稿「Evaluating The Effects of Traditional Herbal Medicine X-911 on Cytokine Expression and Glucose Uptake in LL2 Cells With 18F-FDG/MicroPET」，發表於 Am J Biomed Sci & Res 期刊，在本文中探討一種從傳統中藥的萃取物 X-911 應用在腫瘤治療及細胞激素表達的效果。本文結論為 X-911 的蓄積能抑制腫瘤生長，並通過增加 Th1 相關細胞激素表達改變輔助 T 細胞 1 (Th1)和殺手 T 細胞(Th2)之間的平衡，從而抑制腫瘤生長。本研究確定了中藥的功能形象和生物學作用機制，並論證了其對身體的療效。(Am J Biomed Sci & Res. 14(1), ID.001954, 2021) (子項三)
19. 本計畫的雙靶向放射診療藥物相關論文研究一種新型 Lu-177 標誌的 CA9 雙靶向診療放射性藥物用於缺氧性結直腸癌的診斷和治療已投稿至國際學術期刊 EUROPEAN JOURNAL OF NUCLEAR MEDICINE AND MOLECULAR IMAGING。(子項三)
20. 與清○大學合作發表「Time-of-flight Dual-photon Emission Computed Tomography」於 Scientific Reports, 10(1), pp1-13。利用

模擬全環形的正電子發射斷層攝影偵測系統，偵測兩個級聯衰變光子的同符訊號，透過 stochastic origin ensemble 演算法驗證飛行時間雙光子斷層掃描系統實現之可行性。(子項三)

21. 投稿「Tomosynthesis of thoracolumbar spine to diagnose vertebral compression fractures」，投稿於 INJURY (INTERNATIONAL JOURNAL OF THE CARE OF THE INJURED) 期刊。傳統上脊椎壓迫性骨折以 X 光當作第一線診斷工具，但 X 光是將所有的解剖構造壓縮呈現於單一平面上，對於骨質嚴重疏鬆、軟組織較厚的患者往往難以準確判斷骨折嚴重的程度及追蹤其復原。在本研究中，本所開發之 Taiwan TomoDR 利用數位斷層合成技術，提供三維影像可準確的以序列呈現椎體從左至右的構造；除了上下邊緣外，X 光上往往成像不佳的前後緣、內部海綿骨以至後側椎弓，TomoDR 皆提供了臨床上足堪診斷的影像品質，並在追蹤檢查時顯示骨痂癒合的程度明顯優於 X 光，成功驗證於脊椎壓迫性骨折之診斷能力。(子項三)
22. 「拉伸式光波導於復健應用之研究」刊登於國內「休閒與運動管理學刊」，7 卷 1 期，P15~24。本研究提出一利用拉伸式光波導量測關節角度之方法，作為關節活動度評估及動作分析，可應用於復健或體適能訓練。(子項四)
23. 「Dipole Emission Characteristics near a Topological Insulator Sphere coated with a Metallic Nanoshell」獲國際期刊「Results in Physics」刊登(Results in Physics 23, 104014 (2021)) (IF: 4.476)。本研究係針對拓樸絕緣體與金屬奈米球之電偶極特性與國外學者合作進行相關模擬研究，提供未來拓樸絕緣體實際應用之先期特性評估依據。(子項四)
24. 「Nanostructure distortion improvement of Al doped spinel LiMn₂O₄ films deposited by RF magnetron sputtering for flexible high-voltage lithium ion batteries」獲國際期刊「MATERIALS RESEARCH BULLETIN」刊登 (Volume 140, August 2021, 111313) (IF: 4.641)。本研究係針對射頻磁控濺鍍沉積奈米結構改進的鋰錳氧薄膜於可撓式薄膜鋰電池之應用進行鍍膜最佳化電性及材料特性研究，提供未來於薄膜鋰電池儲能元件實際應用之依據。(子項四)
25. 「Surface plasmon resonance in the presence of topological insulators」獲國際期刊「Optik」刊登 (Vol. 251, p. 168424, 2022) (IF: 2.443)。本研究係以拓樸絕緣體存在下之表面電漿共振模態理論定量分析，提供未來量子磁性拓樸元件研發之設計評估依據。(子項四)
26. 本計畫生物檢測晶片先期研究成果「K-series approximation of

vectorial optical fields for designing diffractive optical elements with subwavelength feature sizes」,獲國際期刊「Optics Express」接受(IF: 3.894)。本研究提供一以波函數級數近似設計繞射光學元件之方法,提供未來生物檢測晶片先期研究之結構設計參考。(子項四)

27. 「Plasmonic hybridization in the presence of topological insulators」已投稿至「JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS」期刊(IF: 3.488)。本研究係以拓樸絕緣體存在下之金屬奈米球殼耦合電漿子的混成模型理論定量分析,提供未來量子磁性拓樸元件研發之設計評估依據。(子項四)
28. 「Effect of target poisoning ratios on the fabrication of titanium oxide coatings using superimposed high power impulse and medium frequency magnetron sputtering」獲國際期刊「SURFACE & COATINGS TECHNOLOGY」刊登(Vol. 421, p. 127430, 2021) (IF: 4.158)。本研究係應用高功率磁控電漿技術製作二氧化鈦薄膜應用於多層抗反射膜之研發成果,提供未來多層抗反射薄膜研發之結構評估及電漿源選擇參考。(子項四)
29. 「The High areal capacity of lithium cobalt oxide as cathode prepared by atmospheric plasma spraying (APS) for lithium battery」已投稿至「APPLIED PHYSICS LETTERS」期刊(IF: 3.597)。本研究係以大氣電漿噴塗技術應用鋰電池正極技術之研發成果,突破現有鋰電池正極無法達成之高面積電容量瓶頸。(子項四)
30. 「A solid-state semiconductor battery with TiO₂/SiO₂ core-shell energy storage nanoparticles for rechargeable device application」已投稿至「APPLIED PHYSICS LETTERS」期刊(IF: 3.597)。本研究係以量子點作為儲能粒子之物理電池研發成果,提供未來量子物理電池研發之先期元件結構評估依據。(子項四)
31. 「智慧復健步道裝置開發」論文發表於2021年5月27日2021資訊科技應用學術研討會。本研究之智慧復健步道裝置可提供復健患者步伐軌跡、每步跨距等量測與資料儲存功能,以提醒患者跨距是否足夠,並可查詢步伐軌跡歷史資料及軌跡顯示,俾協助復健師執行復健工作。(子項四)
32. 「The progress of a roll-to-roll polymer electrolyte production technique for lithium batteries」論文發表於2021年11月15~18日TACT2021年國際鍍膜科技研討會。本研究之研究成果提供鋰電池用膠固態電解質技術於卷對卷生產之實際驗證結果,提供技術導入現有鋰電池之評估依據。(子項四)
33. 「In-situ lithium and magnesium ion doping Tantalum conductor with

- Pulse Arc Plasma Source (Pulse-APS) for electrochromic devices」論文發表於 2021 年 11 月 15~18 日 TACT2021 年國際鍍膜科技研討會。本研究之成果為採用脈衝式電弧電漿技術進行固態鎂離子電解質膜之研發，提供未來低成本電化學元件之評估依據。(子項四)
34. 「Machine Learning Test for Complementary Electrochromic Device」論文發表於 2021 年 11 月 16~19 日 The 5th IEEE International Future Energy Electronics Conference。本研究之成果為藉由機器學習方法訓練電致變色元件之正、負極電荷量與上退色光譜變化率之關係，可提供後續元件製程優化及判讀之依據。(子項四)
35. 「The Current Status of INER's 30 MeV Cyclotron-Based Neutron Sources」論文發表於 2021 年 11 月 19~20 日 2021 台灣中子年會暨中子散射技術研討會。本研究之成果為說明 30MeV 迴旋加速器中子源應用規畫內容，已提出輻防評估報告，通過原能會審核，為後續中子設施建置工程取得許可。(子項四)
36. 「The High Energy Neutron-Induced Soft Errors and the Corresponding Neutron Sources for Measurement Needs」論文發表於 2021 年 11 月 19~20 日 2021 台灣中子年會暨中子散射技術研討會。本研究之成果為說明中子軟錯誤率的最新國際規範 JESD89B 內容，以及相關的三種中子源規格，及介紹本所 30MeV 迴旋加速器中子源之中子軟錯誤率應用平台規畫。(子項四)
37. 「The Quality Evaluation of Thermal Neutron Imaging with Various Types of Digital Cameras」論文發表於 2021 年 11 月 19~20 日 2021 台灣中子年會暨中子散射技術研討會。本研究之成果為分析不同 CCD 相機用於熱中子照相時之影像品質考量，因時間解析度與空間解析度兩者有一連動關係，並以實際靜態與大於 1 FPS 的動態物件拍攝比較提供佐證。(子項四)
38. 「Development of INER's Compact Dense Plasma Focus Device」論文發表於 2021 年 11 月 19~20 日 2021 台灣中子年會暨中子散射技術研討會。本研究之成果為說明透過多代 DPF 裝置的實驗改善，降低了 DPF 整體系統的電感，優化 DPF 裝置的電極結構，以獲得中子產率提昇。(子項四)
39. 「Radiation Safety Analysis for a Compact Dense Plasma Focus Device」論文發表於 2021 年 11 月 19~20 日 2021 台灣中子年會暨中子散射技術研討會。本研究之成果為就規劃執行的小型 DPF 系統提出輻防評估報告，說明變更項目例如 DPF 系統縮小尺寸、採用新耐高溫的鎢合金電極材料及提出相對應之活化評估數據，確保後續實

驗操作符合安全規範。(子項四)

40. 「Development of a Portable Dense Plasma Focus Device」論文發表於2021年12月9~11日第十二屆亞太電漿科技國際研討會(APSPT-12)。本研究之成果為說明在小型可移動式DPF裝置的研發改善過程中，用中子閃爍體倍增管量測訊號波形以飛行時間(Time-Of-Flight, TOF)方式驗證中子能量，提供中子脈衝輻射量測技術研究成果。(子項四)
41. 「Thermal Decomposition Prediction of Carbon Tetrafluoride Using Argon-Water Plasma」論文發表於2021年12月9~11日第十二屆亞太電漿科技國際研討會(APSPT-12)。本研究之成果為利用高溫電漿火炬，以氫與水蒸氣為工作氣體，進行強效溫室氣體四氟化碳去除的實驗模擬與數據驗證，為國內半導體業的減碳技術提供評估數據。(子項四)
42. 完成中子源鈹鈾之散熱數值模擬及可行操作條件分析研究報告，為30MeV迴旋加速器之質子射束撞擊金屬鈹鈾等機構特性如靶材厚度、結構熱應力變化、散熱水道設計的相關參數提供詳細的計算及分析，評估其可行的操作條件範圍，藉以提供相關中子源工程設計參考及折衷建議。(子項四)

二、技術創新(科技技術創新)

110 年度：

1. 4月14日「用於核設施除役的自動污染偵檢設備」，已通過所內審查，進行專利申請，中華民國專利申請案號：110113417。本專利主要因應未來國內核能電廠除役產生廢棄物表面污染偵檢需求，消除人為手持偵檢所造成量測速度或距離不穩定因素，提升量測準確度。(子項二)
2. 4月15日「羧酸鹽、其作為製備具奈米結構金屬硫化物之用途、具奈米結構金屬硫化物之製備方法、液態媒介之用途、以及氣態硫源之用途」已通過所內審查，進行專利申請，中華民國專利申請案號：110113632。本專利是用於小產源有機廢液降解之可行性方法。(子項二)
3. 8月12日「可連續進料及出料之輻射量測裝置」，已通過所內審查，進行專利申請，中華民國專利申請案號：110129773。本技術可應用於我國放射性混凝土廢棄物之輻射量測，協助現場作業人員快速且大量量測混凝土廢棄物之輻射污染值，提升作業效率。(子項二)
4. 8月16日「水下翻轉大型圓筒狀物之傾轉裝置及其傾轉方法」，已

通過所內審查，進行專利申請，中華民國專利申請案號：110130123。本專利提出方法為克服 TRR 反應槽獨特幾何結構，配合水下圓盤鋸及水下油壓剪以進行水下拆解，提升本所水下切割技術之能力。(子項二)。

5. 9月27日「一種容器吊具」，已通過所內審查，進行專利申請，中華民國專利申請案號：110135852。本專利應用於 INER-LRW-C2 低放射性廢棄物盛裝容器的吊掛搬運作業，藉由特殊設計的氣壓驅動機構，可達成遠端操作的功能，除有助於降低作業人員暴露劑量外，也增進 C2 容器吊掛作業的效率。(子項二)
6. 腦神經藥物開發研究“巴金森氏症造影劑之前驅物及其製備方法”申請中華民國專利，目前審查中(申請號：110134444)。(子項三)
7. 放射性同位素開發研究“自銅-64 製程回收鋅-68 同位素之方法”申請中華民國專利，目前審查中(申請號：110134882)。(子項三)
8. 動脈粥狀硬化藥物開發研究“複合物、造影劑及治療與 CXCR4 接受體相關疾病的用途”申請歐盟專利，目前審查中(申請號：EP21201791.7)。(子項三)
9. 動脈粥狀硬化藥物開發研究“複合物、造影劑及治療與 CXCR4 接受體相關疾病的用途”申請日本專利，目前審查中(申請號：2021-164751)。(子項三)
10. 放射性診療藥物開發研究“膽囊收縮素 B 受體靶向複合體及其造影劑”申請中華民國專利，目前審查中(申請號：110135534)。(子項三)
11. 腦神經藥物開發研究“多巴胺正子造影劑之前驅物及其製備方法”申請中華民國專利，目前審查中(申請號：110114563)。(子項三)
12. 完成「用於雙能量 X 光成像系統之有效原子序計算方法(Calculation Method For A Dual-energy X-ray Imaging System)」中華民國(申請號：110111112)與印尼(申請號：P00202105011)發明專利申請。此技術可克服雙能量 X 光成像在計算有效原子序時，所採用主流之多項式近似法限制，本技術有效原子序計算精準度可提升約 40%，進一步提升塑膠炸彈等違禁品檢測能力，協助提升我國飛航、邊境與國土安全。(子項三)
13. 放射成像技術團隊以專利「用於雙軸數位斷層合成造影系統的幾何校正方法及其系統」榮獲「2021 台灣創新技術博覽會專利發明競賽」金牌獎。(子項三)

三、經濟效益(經濟產業促進)

110 年度：

1. 執行 TRR 設施除役相關工作，需長期投入勞務人力，並依本所發展的工法及程序書，執行核設施除污、拆除、可外釋廢棄物偵檢及放射性廢棄物處理等作業，在本所工作人員之外，另提供 33 人年之就業機會，促進產業經濟發展。(子項二)
2. C1 與 C2 容器已向主管機關申請及取得使用許可，並已實際應用於 TRR 爐體拆除廢棄物處理作業，其中 C1 容器已完成國內一家廠技轉授權，有機會達成我國核設施除役產業中，容器設計本土化、製造在地化之目標，未來則持續向台電公司推廣，亦可應用於國內核能電廠除役工作需求。(子項二)
3. 為執行 TRR 爐體拆解，除活度較高之爐內組件由本所自行開發設計機具及工法，針對爐體外圍活度較低之生物屏蔽體，因拆解工法可以技術較成熟之鑽石索鋸及鑽孔機作業，因此委託專業技師進行拆解細部工程設計，後續將由委外由具相關經驗之工程或營造公司，分階段執行拆解工程，可增進核設施除役本土化，提升相關產業經濟發展。(子項二)
4. 完成雙標靶腫瘤缺氧放射診療藥物臨床前試驗所需 DMF、CMC 文件及啮齒類動物毒性試驗報告，佐證腫瘤放射診療藥物之安全性及建立臨床試驗申請基本資料，進入臨床試驗(IND)階段。(子項三)
5. 建立本所自行發展之鉛-89 放射性同位素製程與品管文件以及釷-89 固體靶體與氧-18 液體靶體相關技術，未來可申請原料藥 GMP 認證，提供國內 GMP 等級的新正子核種，搭配免疫治療抗體發展趨勢，帶動新研究領域。(子項三)
6. 應用 AI 技術快速建構起始物原料、標誌前驅物、非放射性標準品等相關精進製程與擴量製程、結構圖譜分析及品質分析等 SOP 文件，建立標誌前驅物及非放射性標準品之擴量製程與品質規範，建立前驅物及非放射性標準品等品質管理系統，讓核研所成為國內核醫藥物原料藥(非放射性)研發中心。(子項三)
7. 放射成像技術團隊與○○完成「影像辨識示範程式」技術服務簽約，簽約金新台幣 98 萬元整。本案運用計畫數位影像處理技術，協助中科院開發應用於國防影像自動化分析辨識技術，以達成國防自主目標。(子項三)
8. 放射成像技術團隊以「低劑量三維 X 光造影儀開發」為題，受邀參加「台灣醫療科技展-InnoZone 創新技術特展」，此展為全球首個『橫跨醫療、電子資通訊、科技、生技製藥、醫材，串聯大健康產業完整生態鏈的專業規模會展』，總統、副總統及衛生福利部長皆到場致詞，期間本所研發成果吸引多家廠商、醫師、放射師與學生

參觀討論，同時也觀摩國內電子資通訊、生技醫療產業及各大醫院間最新研發資訊，有助於後續成果推廣與技術媒合。(子項三)

9. AI 深度學習影像去雜訊技術，具有影像雜訊抑低、影像解析度提升、成像演算法精進及影像品質提升等優勢，能在低劑量下保有診斷之影像品質，奠定可攜式 X 光機拍出 CT 影像之基礎。(子項三)
10. PCD 成像關鍵技術研發，具有提升雙能量至多能階潛力，使材質解析更準確，完成多能階材質解析演算法開發，站穩彩色 CT 發展的腳步。(子項三)
11. 「具抗濕功能的陽光控制膜及其製造方法」：一種含金屬合金及非金屬提升陽光控制膜抗濕性的方法。本案運用濺鍍 Ag、Pd、Ti、N 的合金增進抗濕性，減少因為環境潮溼造成陽光控制膜的外觀缺陷。(美國專利申請號：17/366,010)(子項四)
12. 「光學式關節角度感測器」：本發明係一種光學式關節角度感測器，其包含光敏電阻、發光二極體以及光學矽膠，光敏電阻與發光二極體設置於相對位置，並置放於光學矽膠內，以塑膠卡榫固定光波導於護具。利用光學波導製作光學式關節角度感測器，製程簡易，可運用於不能常到復健中心的病患，於家中關節復健時更了解自己的關節彎曲程度和復健情況。(中華民國專利申請號：110111112)(子項四)
13. 「電漿噴塗鋰離子正極膜層製作方法」：一種電漿噴塗鋰離子正極膜層製作方法，利用大氣電漿噴塗技術製備之正極膜層不具有高分子黏合劑，其活性物質比例甚至可達 100%，而且利用大氣電漿噴塗製備之正極膜層具有孔隙之特性，搭配液態電解質時，可提供電解質滲透路徑，大幅增加可反應面積，因此，其膜層之有效厚度較厚，電池之電容量可隨之增加，目前以大氣電漿噴塗技術製備之鋰鈷氧化物膜層厚度可達 100 微米以上，單位面積電容量最大可達 6 mAh/cm²，從而具有可提升後續固態鋰離子電池性能表現以及放量生產降低製造成本之功效。(中華民國專利申請號：110133639；美國專利申請號 17/485,620)(子項四)
14. 「雷射二極體反射器及其製備方法」：本專利可利用電子束蒸鍍系統或其他鍍膜系統，製作膜層數量至低為三層之高度反射面，且各膜層厚度精準度之要求較為寬鬆，即可達到雷射二極體反射器的效能。另經由實驗數據證明，以本專利方式鍍製形成高度反射面之膜層時，鍍膜時不需加熱，以後續熱處理之方式取代之，同樣可得高效能之雷射二極體反射器，進一步降低整體製程所需時間，提升產能。(美國專利申請號：17/459,182)(子項四)

15. 「一種複合型膠固態電解質鋰電池結構製造方法」：針對固態儲能元件所需之固態電解質技術，導入自行研發之膠固態電解質於現有隔離膜形成複合膜技術，提供現有電池廠在不更改設備的情境下直接導入所研發之膠固態電解質，並進一步提供更佳薄膜機械特性，初步研究結果顯示以此複合膜組裝之電池可具正常充放電特性。(中華民國專利申請號：110140508)(子項四)
16. 「一種提升固態鋰電池充放電特性的改質方式」：針對固態儲能元件所需之快速充放特性導入自行研發之金屬氧化物量子點技術於電池正極表面，進一步改變電極表面之電場分布型態以提升離子於介面之傳輸能力，初步研究結果顯示可於 1C 充放電時達成 70% 以上之電容量維持率。(中華民國專利申請號：110140509)(子項四)
17. 「智慧復健步道裝置」：本發明所提智慧復健步道裝置透過光學科技及數據記錄，利用模組化步道可依應用情境改變尺寸及光學壓力感測器數量，且可同步傳輸數據到電腦供顯示繪圖並儲存步伐軌跡及跨距，能讓不同中風程度及不同場域（如家庭或醫院）的患者可於復健時，具有即時發出語音鼓勵或提示復健患者的跨距進步或待加強程度之智慧功能。(中華民國專利申請號：110146301)(子項四)
18. 完成 30MeV 迴旋加速器之質子射束線增加掃描磁鐵組件的安裝與測試，用以掃描質子束擴散靶使用面積避免熱源集中，以大幅提升靶散熱效能，進而可增加靶電流以提升中子產率，為後續中子源應用裝置效能的提升建立利基。(子項四)
19. 完成布拉格光纖光柵製作技術開發，透過雙光束干涉與熱熔性變性樹脂轉印，可製作可見光波長週期之布拉格光纖光柵(如圖 4-47~4-48)。此光纖光柵可應用於壓力感測。(子項四)
20. 建立智能分析及評價模式，採用反向傳播類神經網路，是一種具有學習能力的多層前授型網路，也是一種與最優化方法結合使用的類神經網路，以肌力波形進行分析，經類神經網路的演算以及加權值運算，可得到復健成效參考評價之綜合指標。(子項四)

四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

110 年度：

1. 透過環境劑量傳輸機制及相關參數之研究，可提升核子事故緊急應變期過後，長期的環境衝擊評估，包含土壤、水文及生物圈等，提升國內事故輻射劑量評估之應用範圍及層面，確保民眾之輻射安全。(子項一)

2. 分析綜整生物圈環境核種傳輸參數，延伸應用於大氣及海洋擴散劑量評估程式，可作為劑量評估系統滾動修正/精進使用。累積成果與技術開發已貢獻於核子事故緊急應變劑量評估及民眾風險溝通之應用，具體成果展現如下例：大氣擴散劑量評估系統即為輻射劑量評估技術發展之實際使用者端(應用面)；該系統於我國進行核安演習及緊急事故整備時，特別於輻射劑量評估領域，廣泛為核能主管機關所應用，以期提升災害應變及輻安管制效能，及透過更完善的災害應變整備技術，展現政府站在民眾角度，增進民眾對於輻安與核安之信心。(子項一)
3. 012 館完成 TRR 相關設施清理後，依 TRR 除役計畫書之廠館再利用規劃，將作為放射性廢棄物貯存場所，現設施已依「放射性物料管理法」規定，變更取得「放射性廢棄物貯存設施運轉執照」，針對廢棄物貯存區規劃輻防改善強化措施，以提供 TRR 爐體拆解廢棄物貯存需求，使 TRR 除役工作順利執行及符合「核子反應器設施管制法」規定。(子項二)
4. 乾貯場(DSP)清除作業已進入實務營造工程執行階段，本所已針對清除過程產生之廢棄物同步進行偵檢分類，使整體清除作業在安全與合法原則下如質如期完成，除可降低民眾對本所之放射性廢棄物之貯放疑慮外，並達成 DSP 廠房或土地再利用，同時保障本所員工及附近民眾健康安全，以維持環境及生態之健全為目標。(子項二)
5. 附屬設施執行除役作業前藉由冷、熱測試結果不斷精進修正作業方法以確保除役作業時現場工作人員安全與周遭環境免受輻射影響。(子項二)
6. 焚化處理國內及所內放射性可燃固體廢棄物，有效降低廢棄物數量，延長貯庫使用年限。(子項二)
7. 液體場完成絕對過濾器更換，以及鍋爐年度檢查合格，並持續執行無機廢液之減容處理，可有效減少低放射性液體廢棄物體積，並確保環境安全。(子項二)
8. 放射化學分析實驗室完成參與核種能力試驗比對，維持能力、品質與 TAF 認證，並將建立之分析技術應用於本所之除役作業及廢棄物分類等分析及研發需求，確保符合法規，並提升民眾對本所輻射相關作業安全的認同。(子項二)
9. 衛福部於 109 年將本所產製之核研氯化亞鈾[鈾-201]注射劑列入藥事法之必要藥品清單中，並於 110 年 04 月 21 日來函將「核研氯化亞鈾(鈾-201)注射劑」核准許可證有效期限展延至 115 年 07 月

12 日。(子項三)

10. 分年完成本所產製放射性原料藥之主檔案(DMF)系統，以利後續新藥臨床試驗及查驗登記。(子項三)
11. 持續精進符合 PIC/S GMP 標準之系統設備與設施及建立操作標準作業程序，進行人員教育訓練、設施(備)年度校正確效、原物料採購、法規研析與精進、環境監測與維持，以符合與日俱進之製藥法規及國際潮流。(子項三)
12. 原子能教育為科普教育之一環，以使原子能知識深耕於校園、或因應多元族群及數位學習之趨勢，計畫期望能持續配合原能會原子能科普展規劃，每年依業務需求檢視並滾動修正開發科普教材及運用新興載具的遊戲，將多元、淺顯易懂的原子能知識，進行分眾推廣與傳播。(子項三)
13. 放射成像技術團隊以研發成果「低劑量三維 X 光造影儀開發」榮獲「第十八屆國家新創獎精進續獎」，展現脊椎壓迫性骨折診斷學術臨床試驗成果，驗證本所醫學領域應用實力。(子項三)
14. 放射成像技術團隊以研發成果「低劑量三維 X 光造影儀—Taiwan TomoDR 」榮獲 110 年度「衛福部/經濟部藥物科技研究發展獎」銀質獎，展現本所低劑量三維 X 光造影儀系統研發、軟硬體技術創新、脊椎壓迫性骨折診斷之學術臨床試驗成果以及產業與健康促進效益。(子項三)
15. 本計畫研發之儲能電池所需關鍵阻燃性電解質膜技術，除原物料已於 2021 年 3 月 23 日通過 SGS 之 RoHS2011/65/EU Annex II 暨其修正指令 (EU) 2015/863 之限值規範認證(無所規範之 10 種有害物質)外，可進一步提升現有儲能電池之安全性，並符合環保之要求。(子項四)
16. 本計畫研發之具節能效益之電致變色膜製程技術「電弧電漿特製化系統鍍製大面積三氧化鎢薄膜技術」技轉國內電致變色製造廠商，可提供具節能特性之車用與建築商品，進一步減少車內與室內空調及照明用電，擴大節能及環保效益。(子項四)
17. 移動式 DPF 中子源搭配快中子照相應用技術的開發，可應用於如飛機船舶葉片檢測、鋼材焊道檢測、橋樑結構檢測、機場核敏感材料及塑膠炸藥檢測等必需在現場執行的重要安全檢測工作，有助於社會維安及民生保全。(子項四)
18. 技術轉移「固態電解質膠/膜及固態電池」技術，新增電解質材料合成及電解質膜等產品，額外投入 1 名之專業工程師之人力，增加國民就業機會。(子項四)

19. 本計畫由觸覺感測機能出發，以加值(add on)之方式在既有復健裝置增加施力感測及關節角度感測等功能，並透過數據蒐集分析，建立裝置智能判斷能力，同時將患者生理數據提供給醫療人員，提升醫療服務品質。(子項四)

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)

110 年度：

1. 完成 10 CFR 50.155 法規論述報告，以及研析美國業界針對該法規要求所擬定之解決方案(FLEX)。根據前述基礎可作為核一、二廠長期停機期間情境之參考及後續相關研究基礎。(子項一)
2. 完成核一廠長期停機期間安全系統/設備放寬或移除對爐心安全影響之最適化條件評估報告。此分析結果可供管制單位了解核能電廠之安全系統/設備放寬或移除對於爐心燃料安全的參考。(子項一)
3. 透過系統化方法分析肇始事件，其成果可做為後續風險評估使用及檢驗除役過渡階段基準事故之應用。參考國內外核能電廠大修停機量化風險評估結果，建立核能電廠長期停機之風險策略目標，其效益可供管制單位對國內核能電廠機組長期停機風險管制參考依據。此外，透過此項目的研究，培育工作同仁俱備核能電廠風險分析技術。(子項一)
4. 盤點國內自主燃料束池邊檢驗設備與技術人力，建立國內高輻射區水下非破壞檢驗技術團隊。(子項一)
5. 藉由 MCNP 課程訓練、實務操作及報告撰寫等規劃，培養新人使用 MCNP 程式，建立模擬分析質子迴旋加速器中子源之能力。(子項一)
6. 為建立低放射性廢液處理場及焚化爐之運轉技術規範，分別完成「低放射性廢液處理場運轉技術規範」及「低放射性實驗型焚化爐運轉技術規範」報告，於 110 年 4 月 22 日獲主管機關以物一字第 1100001237 號函同意備查。(子項二)
7. 本報告針對設施概述、引用法規及相關技術規定、安全限值及基準、運轉條件與基準及監測之要求、設計特性，及行政管制等作詳細說明，提升設施運轉作業之工安、環安及輻安，使民眾安心。(子項二)
8. 針對 TRR 燃料乾貯場 (DSP)大量清除廢棄物，完成廢棄物管理資訊系統改善精進，除原有具有廢棄物貯存容量即時顯示、資料保存及履歷追蹤等功能，新增輻防管制功能，可有效提升放射性廢棄物

- 貯存設施安全管理，符合「放射性物料管理法」規定。(子項二)
9. 完成 Ni-59 與 Nb-94 分析技術之建立，該分析技術建立後可使本所滿足法規要求放射性廢棄物必要分析項目之需求。(子項二)
 10. 完成舉辦 2021 核設施除役技術研討會，邀請國內專家，包含原能會、清華大學、台電公司、核一廠、工研院及相關產業界參加，3 大議題研析包含「除役拆除工程規劃、放射性廢棄物管理、劑量評估及輻射量測」，創造交流平台與合作機會。(子項二)
 11. 完成迴旋加速器運轉人員訓練課程規劃獲原能會核定，新增三位同仁加入設施系統訓練課程，預定明年完成運轉實務操作訓練及獲得運轉證書，為 30MeV 迴旋加速器經驗傳承，且進一步儲備未來 70MeV 迴旋加速器運轉人力。(子項三)
 12. 30 MeV 中型迴旋加速器精進計畫藉由引進新穎迴旋加速器技術，充份研製與生產醫用重要放射性同位素與核醫藥物，提供國內醫院需求，同時亦可利用此設施從事中子應用，推廣在半導體業、機械工業、航天工業、醫藥產業、國土安全工業和農業等領域之應用與服務，建立專用模擬太空輻射試驗之設施及標準度量技術，培育輻射驗證人才，解決台灣太空元件輻射驗證設施能量不足的技術缺口，進而建立我國太空產業供應鏈，促進關鍵元件自主化，完善國內太空科技研究與產業發展所需基礎設施。(子項三)
 13. 碘-123-MIBG 臨床藥物供應傳承，目前碘-123 MIBG 生產製程為半自動化設備，產製過程人員手部劑量偏高。為因應未來大量藥物之產製，規劃於 111 年建置製程自動化設備以降低工作人員手部劑量。(子項三)
 14. 篩選出一項氟-18 腦神經退化正子造影劑，驗證發展潛力，未來可因應本國已屬超高齡老年化國家而衍生腦神經退化疾病患攀升，可能造成的社會成本負擔隱憂，新一代高專一性造影劑可提供極具腦神經退化之進程發展之診斷價值資訊。(子項三)
 15. 放射成像技術團隊以「X 光影像材質解析技術」參加「台灣創新技術博覽會(TIE)」技術交易區展覽，榮獲 110 年行政院科技會報公布之「評鑑科技計畫成果機制」優良項目肯定；藉由稀疏角度掃描策略，搭配材質解析與影像重建演算法優化，在不更動造影系統硬體配置情況下，提升能階式 CT 材質解析效能，並可廣泛應用於醫學診斷與工業用非破壞性檢測領域。(子項三)
 16. 參加 2021 北美放射學會(Radiological Society of North America, RSNA) 國際研討會(線上會議)，該研討會為放射科學頂級國際會議，議程包含放射醫學、醫學影像、輻射安全與人工智慧等領域，

- 並有專家學者發表最新研究與技術應用趨勢，參與會議蒐集相關資料有助於本所掌握相關領域最新動向與培育高階人才。(子項三)
17. 完成提升影像品質之 AI 演算法及多能階 PCD-CT 模擬器，使本所在高階放射影像醫材之以可攜式 X 光機拍出 CT 影像品質技術與彩色 CT 成像技術可以迎頭趕上世代潮流。(子項三)
 18. 加入國際組織小型加速器中子源聯盟 (Union for Compact Accelerator neutron Source, UCANS)，成為其成員。並參與 2021 年的國際線上研討會(2021 UCANS Web-Symposium)與國際相關中子專家交流，獲得相關加速器中子技術資訊，有助中子計畫執行。(子項四)
 19. 藉由國際合作與分工，建立研發團隊，持續針對拓樸材料相關之量子技術進行拓樸材料先期表面電漿混層及共振模擬與計算，除加速相關領域之研發速度外，並共同發表研究成果於國際期刊。(子項四)
 20. 藉由中子源開發與應用及量子新興技術開發計畫編列之學界合作研究案，與學界共同合作進行技術研發，培育在校技術高階碩博士人才，共計培育 3 名博士和 1 名碩士。更進一步在研發過程中引入業界資源，藉由技術授權與技術服務案的執行，培育企業在職跨領域之研發人才。(子項四)
 21. 在推動中子源開發與應用計畫，也同時培訓本所有關中子技術的專業人員與建立中子合作團隊，計畫相關人員另亦參與本所 70MeV 迴旋加速器建置計畫負責中子國家實驗室的相關規劃與計畫書撰寫，有助於本所爭取到此建置計畫。(子項四)

貳、檢討與展望

1. 「核電廠停機期間相關法規研究」研究計畫所探討之國內核一、二廠長期停機現象為國際獨有，因此並無國際案例可參考，僅能依循美國業界針對超越設計基準事件減緩策略所提之解決方案、美國核管會檢視個廠所提相關規劃之檢查重點、視察指引等，再根據我國現況加以調整並提供建議。本研究計畫之走向與國內核一、二廠長期停機期間的機組組態息息相關，若核能電廠長期停機的機組組態變動，則此計畫之研究方向亦須隨之調整。(子項一)
2. 核能電廠長期停機之風險評估導則研究在後續的年度工作中將針對核一、二廠進行長期停機情境下緊要安全功能之確認，配合已完成之風險策略目標，分析長期停機期間核能電廠組態，建構核一、二廠風險燈號判定準則。(子項一)
3. TRR 爐體拆解為 TRR 除役後期主要工作，本所依據輻射特性調查開發拆解機具及工法，並完成拆解計畫書經主管機關核可，整體拆解主要區分為由本所執行之爐內組件拆除，及規劃委由專業廠商執行之外圍生物屏蔽體拆除，各項工作因配合輻防要求及拆解工序，需進行介面整合及時程規劃，期能順利完成拆解作業。(子項二)
4. 配合 TRR 除役廢棄物貯存需求，針對已開發並取得主管機關許可之 INER-LRW-C1 與 INER-LRW-C2 盛裝容器，依據 TRR 爐體拆解規畫時程，適時建置廢棄物貯存容量需求，並發展廢棄物包件運送容器，以利拆解廢棄物運送及貯存作業。(子項二)
5. 本年度示蹤劑施放成果加入後即完成所區全域模型之建構參考，後續工作構想將以此全域模型作為地下水溶質傳輸基礎模型，配合材料試驗建構多溶質預測模型。(子項二)
6. 改進熱室除污作業並建立合理抑低之除污準則，加速實驗室設施與重要機具設備之維護，配合檢驗計畫任務之執行。(子項二)
7. TRR 廠房(012 館)原具有「核子燃(原)料貯存設施運轉執照」，108 年完成燃料池清理並符合再利用標準，依 TRR 除役計畫書再利用規劃，並遵循放射性物料管理法規定，申請變更為「放射性廢棄物貯存設施運轉執照」，規劃貯存 TRR 爐體拆解廢棄物，針對燃料池廢棄物貯存區，完成加裝不銹鋼內襯之輻防改善措施，強化放射性廢棄物貯存安全，後續配合 TRR 爐體拆解進行廢棄物管理相關作業。(子項二)
8. TRR 燃料乾貯場 (DSP)清除工程，現場清除作業因地質堅硬、疫情影響及現況與原始設計圖誤差大等因素，導致施工進度大幅延後，目前已依現況調整清除工法及時程規劃，依最新施工進度估算，預計 113 年底完成清除，後續將依主管機關要求，同步修訂「TRR 核子燃料乾貯場(DSP)清除

計畫書」及「台灣研究用反應器(TRR)設施除役計畫書」，以符合規定。(子項二)

9. 「生醫科技輻射應用研究」子項計畫將分年完成本所產製放射性原料藥之主檔案(DMF)系統，以符合後續新藥臨床試驗及查驗登記須依循之藥事法規。(子項三)
10. 持續精進符合 PIC/S GMP 標準之系統設備與設施及建立操作標準作業程序，並通過 111 衛福部兩年一次 PIC/S GMP 查廠作業，以符合與日俱進之製藥法規及嘉惠國人。(子項三)
11. 每年依業務需求檢視並滾動修正開發科普教材，期望能持續配合原能會原子能科普展規劃，因應多元族群及數位學習之趨勢進行分眾推廣與傳播，以使原子能知識深耕於校園或民眾。(子項三)
12. 「生醫科技輻射應用研究」子項計畫預期完成雙標靶腫瘤缺氧放射治療藥物鎢-177-DOTA-CA9-AAZ 臨床前試驗之所需 DMF、CMC 文件及啮齒類動物毒性試驗報告，佐證腫瘤放射治療藥物之藥物安全性以及建立申請臨床試驗申請之藥物基本資料，以期朝向進入臨床試驗(IND)階段，邁進治療大腸直腸癌之開發目標。(子項三)
13. 建立本所自行發展之鎢-89 放射性同位素製程與品管文件以及釷-89 固體靶體與氧-18 液體靶體相關技術，未來可申請原料藥 GMP 認證，取得新放射性同位素許可證，可預見的未來是提供國內產學研醫界 GMP 等級的新正子核種，搭配免疫治療抗體發展趨勢，帶動與開創一新研究領域。(子項三)
14. 應用 AI 技術快速建構起始物原料、標誌前驅物、非放射性標準品等相關精進製程與擴量製程、結構圖譜分析及品質分析等 SOP 文件，創建前驅物及非放射性標準品等品質管理系統，讓核研所成為國內核醫藥物原料藥研發中心。(子項三)
15. 本年度完成(1)去雜訊之深度學習神經網路模型技術使 X 光影像之對比訊雜 SNR 為 34.86 dB，提昇 21.29%，111 年會進一步完成 CT 影像逆生成造影數據技術，以及影像解析度提升之 AI 深度學習模型，應用於骨科 X 光影像，使解析度提升 2 倍。(2) 2 能階 PCD-CT 模擬器技術，可成功生成 2 組獨立能階之正弦圖，以模擬與實驗成像結果比對驗證，兩者相似度一致($R\text{-squared} \geq 0.91$)，111 年會以此為基礎完成 4 能階 PCD-CT 成像模擬器，可生成 4 組完全獨立能階之 CT 重建影像。(子項三)
16. 「中子源開發與應用」研究計畫：在中子源設施的規劃與建立方面，完成小型 DPF 移動式裝置的開發與測試，30MeV 迴旋加速器中子源設施規劃的輻安評估報告通過原能會審查及進行施工中；另在中子的應用與推廣方面，完成一件項中子照相委託案，中子軟錯誤率應用目前正與半

導體公司洽談中，國內產學界對中子應用技術確有需求。後續將加速本所中子源開發與中子應用技術平台的建立，以提供相關之中子服務予國內產業界，以提升其產業競爭力。(子項四)

17. 「量子新興技術開發」研究計畫：持續針對所研發之核心技術進行產業推廣，加速產業導入關鍵技術驗證速度及建立國內自有關鍵技術研發能量，以利下世代產品及關鍵人才布局。(子項四)
18. 「原子能衍生技術於復健醫療領域之應用」研究計畫：(1)建立智能分析及評價模式，採用反向傳播類神經網路，是一種具有學習能力的多層前授型網路，並以肌力波形進行分析及演算，提供復健成效參考評價之綜合指標，未來將進行場域驗證，除了驗證智能裝置原型功能外，並蒐集大量的人體生理資訊，進行分析及模式驗證。(2)完成感測元件與智能裝置原型開發及整合測試，包含復健裝置、智能分析硬體以及智能分析軟體。具備 16 組生理資訊擷取模組、無線通訊模組、語音模組以及控制模組。未來此智能裝置原型將與具 GMP 醫療器材相關製造廠商合作申請第一等級醫療器材，並可加值醫療器材公司相關健康運動器材，提升商品附加價值。(子項四)

參、其他補充資料

一、 跨部會協調或與相關計畫之配合

1. 計畫團隊與中研院執行前瞻計畫之鋰電池技術團隊合作，針對中研院所研發之鋰電池正負極極片及粉末材料，朝固態電池所需固態電解質薄膜與大氣電漿噴塗技術，分別進行合作研發。藉由以本計畫團隊所具有之高分子電解質薄膜及大氣電漿噴塗技術，雙方並於 110 年 6 月 9 日簽訂 1 件技術服務案，並於 11 月 3 日順利達成技服案內容，加速國內自有固態鋰電池技術之研發。(子項四)
2. 復健醫療領域主要與國家衛生研究院(國衛院)建立長期合作關係，結合核研所光電半導體技術與國衛院醫療專業開發智能復健裝置，接續於 111 年度亦規劃共同於醫療院所進行復健裝置之場域驗證。(子項四)

二、 大型科學儀器使用效益說明

無

三、 其他補充說明(分段上傳)

無

附表、佐證資料表

空白

附錄、佐證圖表

子項一：核電終期營運安全與用過核子燃料貯存技術發展

1.1.2 核能電廠長期停機之風險評估導則研究

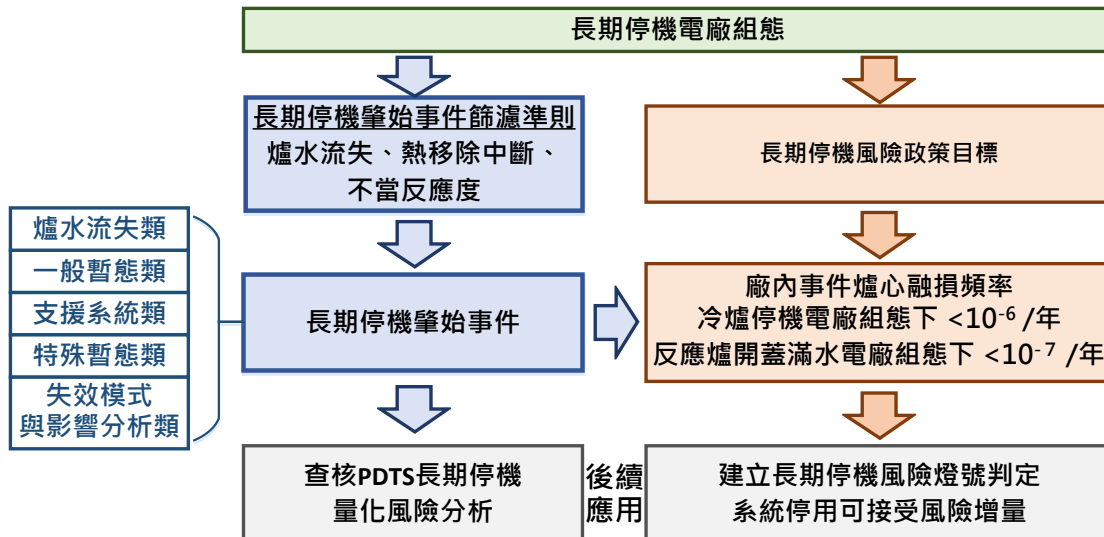


圖 1-1、長期停機肇始事件分析及風險政策目標研究

1.1.3 核電廠停機期間安全系統與設備放寬或移除之最適條件量化研究

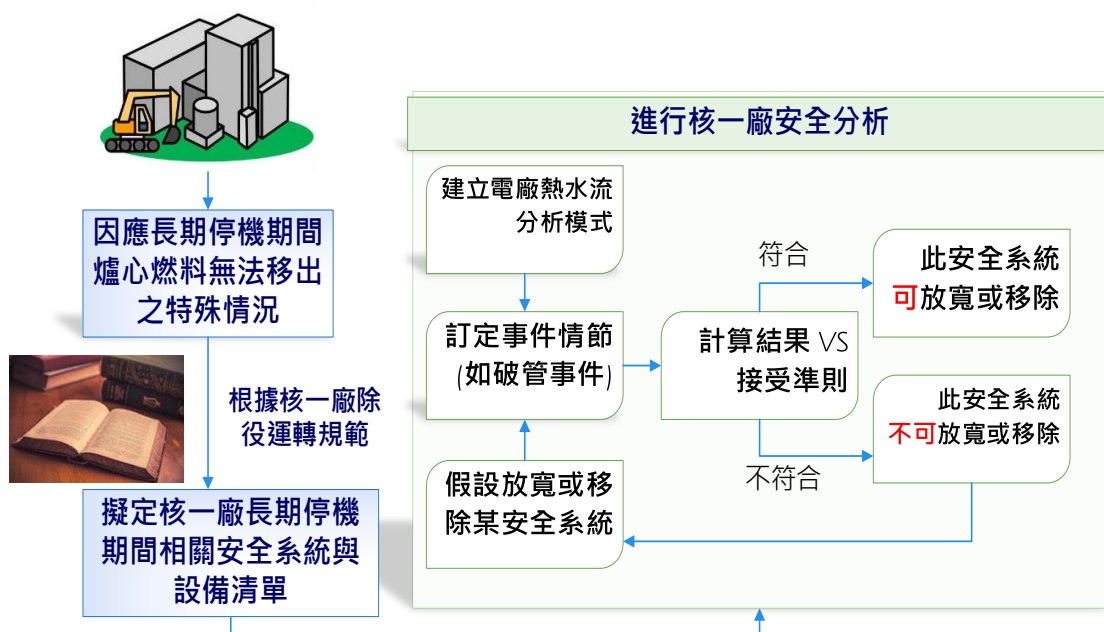


圖 1-2、長期停機期間安全系統與設備放寬或移除最適化條件評估方法

1.2.1 多重核設施廠址之廠外民眾風險評估技術建立

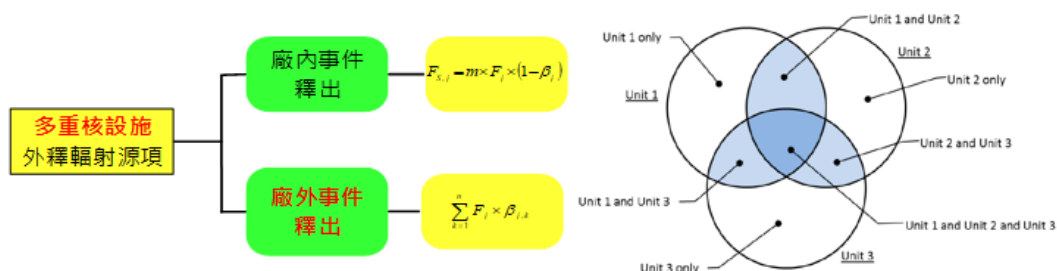


圖 1-3、多重核設施風險評估方法論建立

1.2.2 環境輻射劑量與風險評估技術研究

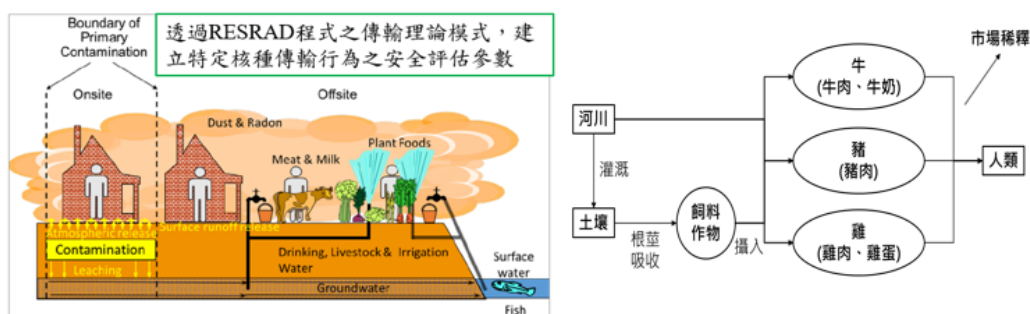


圖 1-4、放射性核種傳輸行為與劑量安全評估參數之研究

1.3.1 用過燃料池組件安全評估及劣化檢驗



圖 1-5、Miz-28 渦電流檢測系統

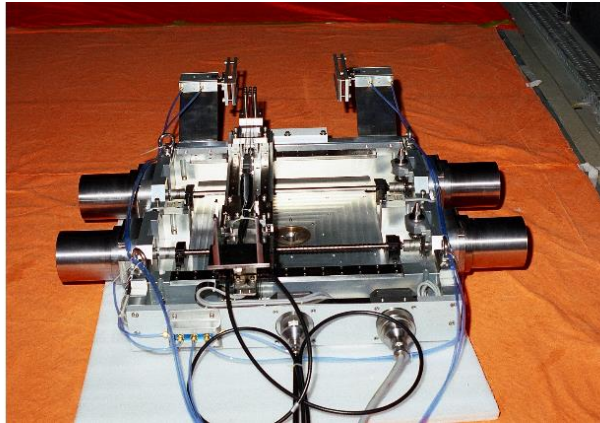


圖 1-6、渦電流檢測平台

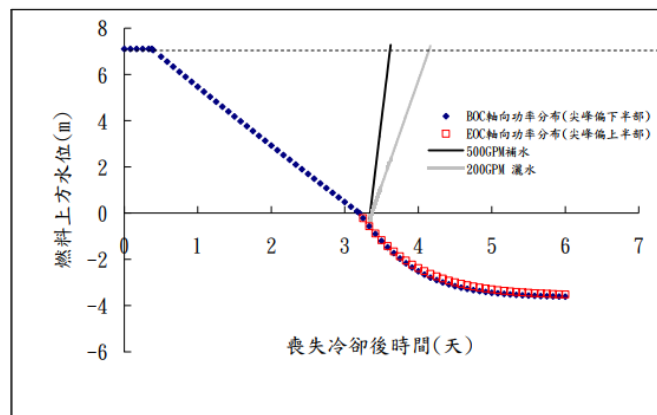


圖 1-7、核一廠用過核子燃料池冷卻失效下之池水水位變化

1.3.2 質子轉中子之模擬分析技術研究

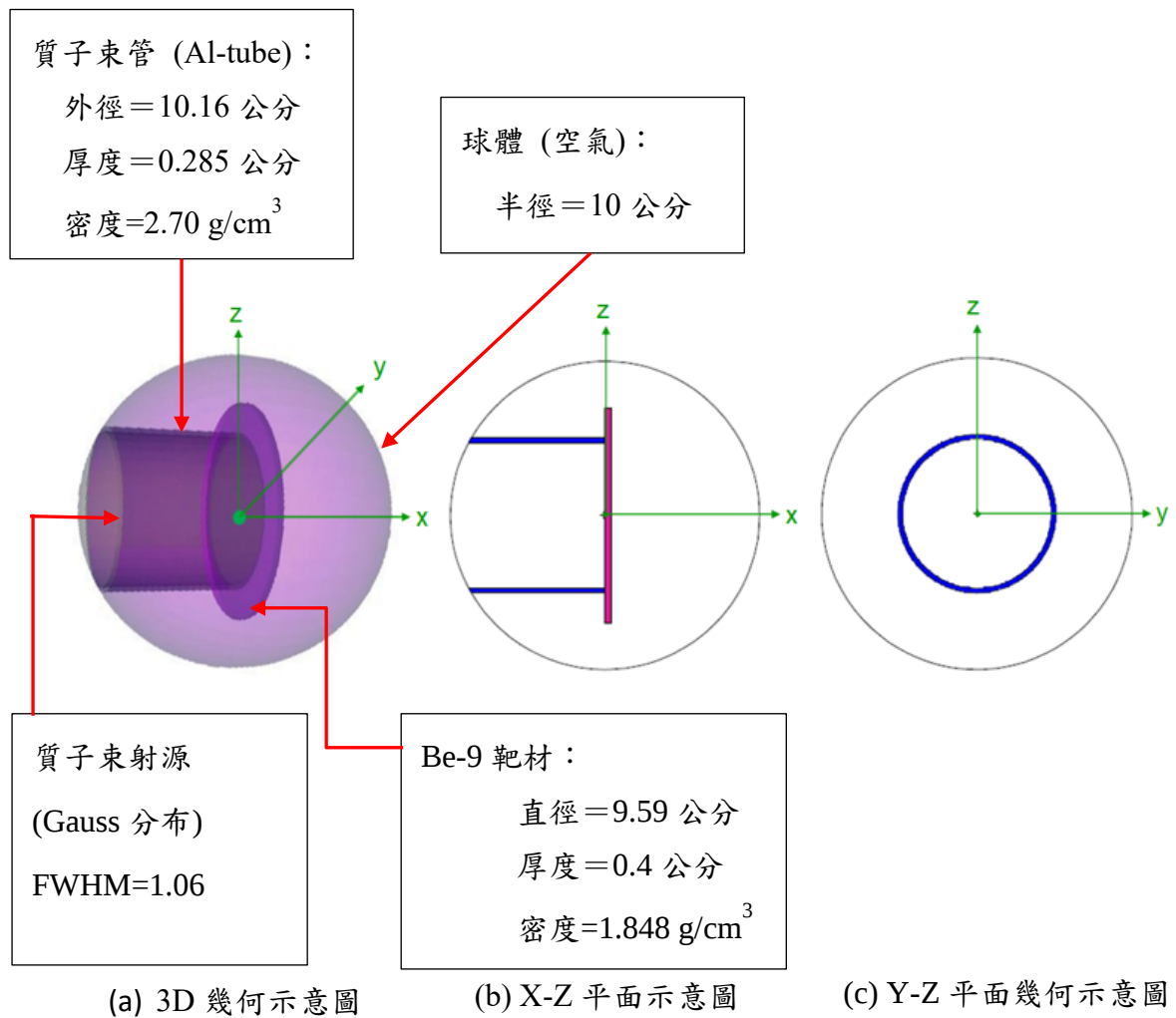


圖 1-8、MCNP 分析模式示意圖

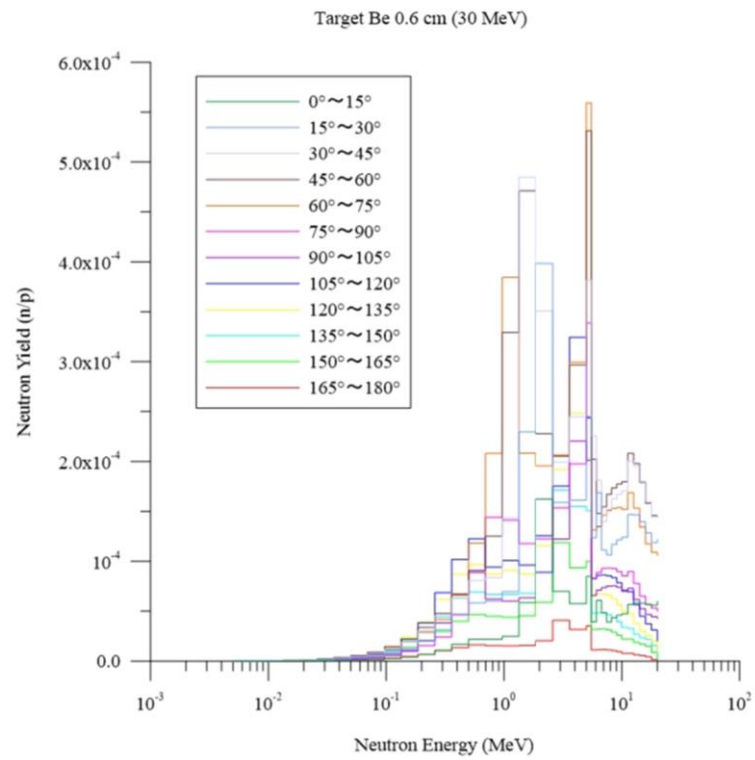
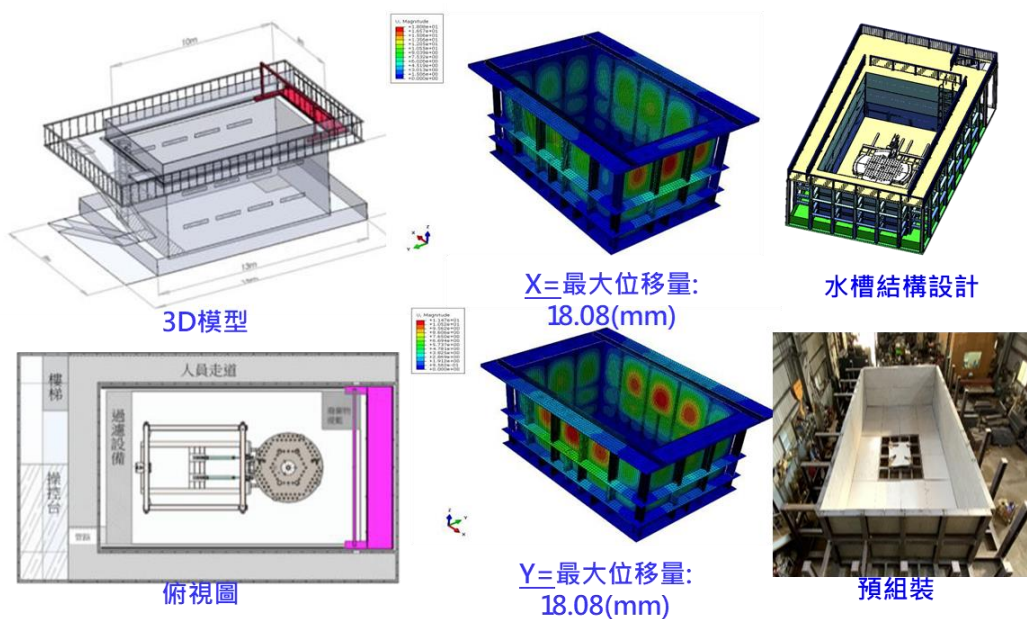


圖 1-9、質子束與鈹(Be)靶作用後在各方向之誘發中子能譜特性

子項二：核設施除役清理及放射性廢棄物處理技術開發與執行

2.1.1 爐體廢棄物除役技術開發及清理作業



1

圖 2-1、溼式切割站水槽設計及製作

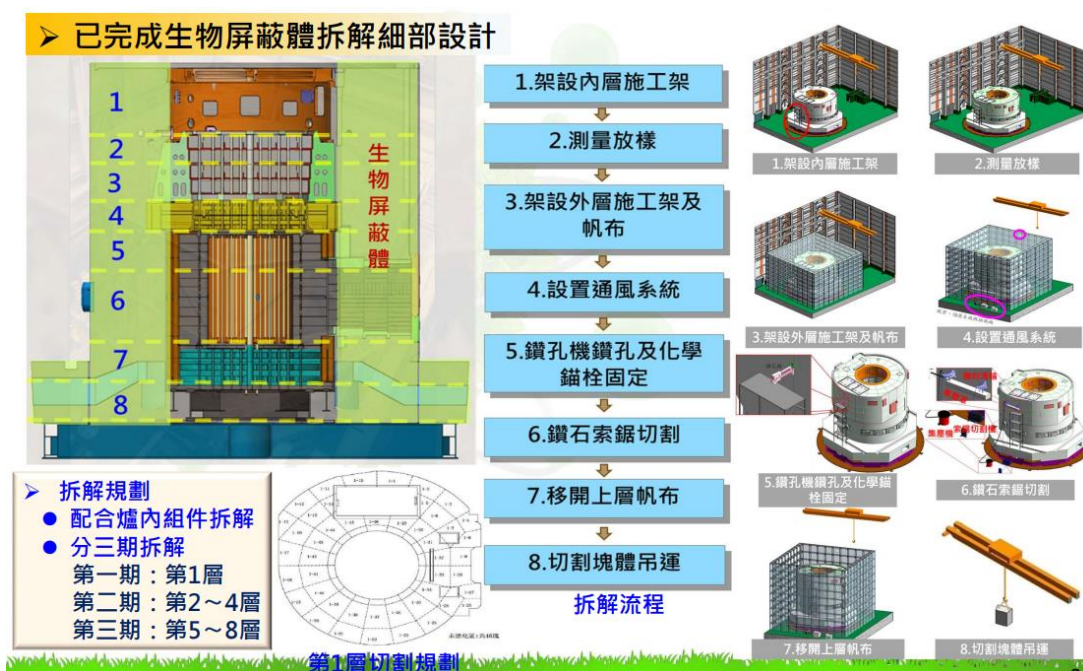


圖 2-2、TRR 生物屏蔽體拆解細部設計及工程作業規畫

➤ 已完成上生物屏蔽B、C、D層吊運、切割及裝箱



圖 2-3、上生物屏蔽 B、C、D 層吊運、切割及裝箱

2.1.2 燃料乾貯場除役技術開發及清理作業



圖 2-4、廢棄物量測整檢作業-1



圖 2-5、廢棄物量測整檢作業-2

2.1.3 附屬設施清理及除污作業

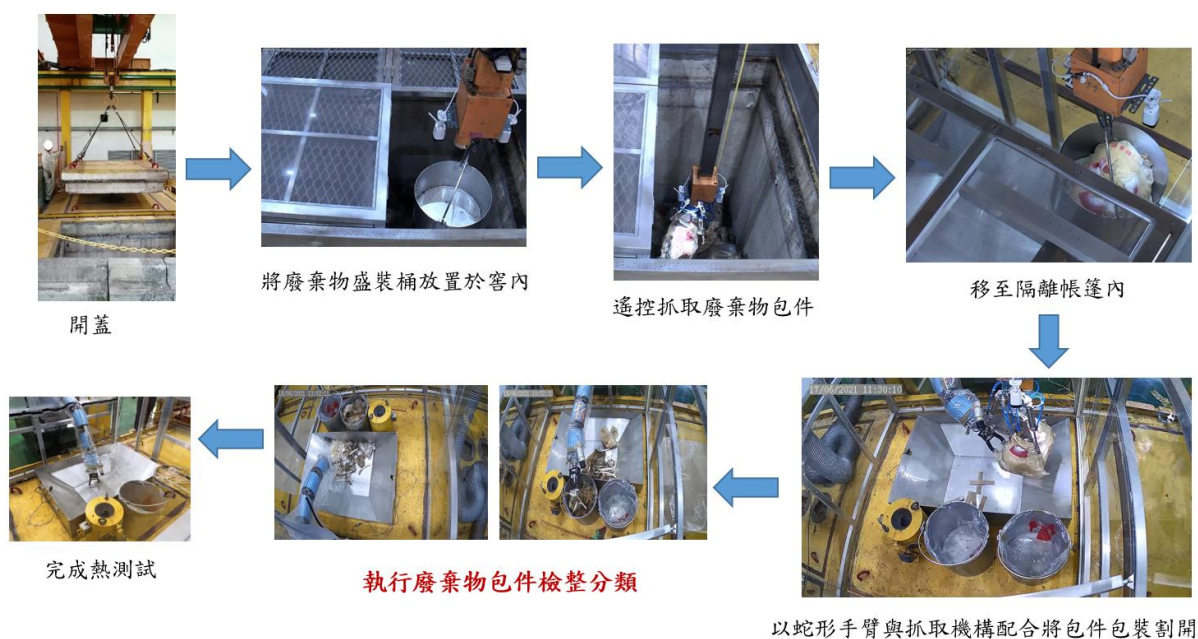


圖 2-6、完成 015D 冷、熱測試作業

檔 號：110/060605/ / /
保存年限：30年

行政院原子能委員會核能研究所 函(稿)

地址：32456 桃園市龍潭區文化路1000號
承辦人：林
電話：03-4711400 分機：
傳真：03-4711411
電子信箱：

受文者：如正、副本行文單位

發文日期：中華民國110年11月19日
發文字號：核化工字第1100010731號

類別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：高活度廢棄物地下貯存庫(015D)除役計畫書、高活度廢棄物地下貯存庫(015D) 除役計畫書審查意見表(請至附件下載區<https://attach.iner.gov.tw/AttachmentCenter>以文號：1100010731及認證碼：C5FE8E6D12下載附件檔案)

主旨：檢送本所「高活度廢棄物地下貯存庫(015D)除役計畫書」修訂版及貴局第一次審查意見回復各一份，請查照。

說明：依貴局110年10月20日物三字第1100003360號函辦理。

正本：行政院原子能委員會放射性物料管理局
副本：本所化學工程組(含附件)

所長 陳 〇 〇

會辦單位：
第一層決行

圖 2-7、015D 除役計畫書完成第一次審查意見函覆

行政院原子能委員會核能研究所 函(稿)

地址：32456 桃園市龍潭區文化路1000號
承辦人：陳
電話：03-4711400 分機：
傳真：03-4713840
電子信箱：

受文者：如正、副本行文單位

發文日期：中華民國110年12月13日
發文字號：核化工字第1100011358號

類別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：可燃性廢棄物貯存庫(015F)除役計畫書_第二次審查意見回覆修正版、審查意見表_第二次審查意見回覆、可燃性廢棄物貯存庫(015F)除役相關標準作業程序書清冊

主旨：檢送本所「可燃性廢棄物貯存庫(015F)除役計畫書」修正版、貴局第二次審查意見回覆表及除役相關作業程序書清冊各1份，請查照。

說明：依貴局110年11月19日物三字第1100003697號函辦理。

正本：行政院原子能委員會放射核性物料管理局
副本：本所化學工程組(含附件)

所長 陳 0 0

會辦單位：
第一層決行

圖 2-8、015F 除役計畫書完成第二次審查意見函覆

2.1.4 TRR 廢棄物除污及減量



測 試 報 告 報告編號：CML-SWAM2-110002					
測 試 結 果					
樣品代號	樣品名稱	分析核種/放射性	比活度值	計測不確定度(1σ)	單位
I-369	鐵	總加馬活度	2.0	0.1	Bq/kg
I-370	鐵	總加馬活度	41.9	1.7	Bq/kg
I-371	鐵	總加馬活度	56.8	2.3	Bq/kg
I-372	鐵	總加馬活度	73.2	2.9	Bq/kg
I-373	鐵	總加馬活度	92.1	3.7	Bq/kg
I-374	鐵	總加馬活度	55.2	2.2	Bq/kg
I-375	鐵	總加馬活度	31.6	1.3	Bq/kg
I-376	鐵	總加馬活度	32.0	1.3	Bq/kg
I-377	鐵	總加馬活度	42.6	1.7	Bq/kg
I-378	鐵	總加馬活度	3.8	0.2	Bq/kg
I-379	鐵	總加馬活度	70.9	2.8	Bq/kg
I-380	鐵	總加馬活度	34.8	1.4	Bq/kg
I-381	鐵	總加馬活度	51.8	4.7	Bq/kg
I-382	鐵	總加馬活度	44.2	4.0	Bq/kg
I-383	鐵	總加馬活度	<MDA(1.1)		Bq/kg
I-384	鐵	總加馬活度	<MDA(1.0)		Bq/kg

測 試 報 告 報告編號：CML-Q2-110001					
測 試 結 果					
樣品代號	樣品名稱	分析核種/放射性	比活度值	計測不確定度(1σ)	單位
I-381	鐵	Mn-54	<MDA(1.9)	----	Bq/kg
		Co-58	<MDA(1.9)	----	
		Co-60	10.5	0.6	
		Cs-134	<MDA(1.9)	----	
		Cs-137	3.9	0.3	
I-382	鐵	Mn-54	<MDA(1.6)	----	Bq/kg
		Co-58	<MDA(1.6)	----	
		Co-60	7.9	0.5	
		Cs-134	<MDA(1.7)	----	
		Cs-137	2	0.1	
I-383	鐵	Mn-54	<MDA(1.1)	----	Bq/kg
		Co-58	<MDA(1.4)	----	
		Co-60	<MDA(0.7)	----	
		Cs-134	<MDA(1.3)	----	
		Cs-137	3.4	0.2	
I-384	鐵	Mn-54	<MDA(1.2)	----	Bq/kg
		Co-58	<MDA(1.3)	----	
		Co-60	<MDA(1.0)	----	
		Cs-134	<MDA(1.4)	----	
		Cs-137	3.1	0.2	
I-385	鐵	Mn-54	<MDA(1.2)	----	Bq/kg
		Co-58	<MDA(1.3)	----	
		Co-60	<MDA(1.1)	----	
		Cs-134	<MDA(1.4)	----	
		Cs-137	3.4	0.2	
I-386	鐵	Mn-54	<MDA(1.2)	----	Bq/kg
		Co-58	<MDA(1.2)	----	
		Co-60	<MDA(1.1)	----	
		Cs-134	<MDA(1.3)	----	
		Cs-137	2.6	0.2	

圖 2-9、完成 10.2 公噸廢金屬偵檢、機械除污及解除管制量測，經量測驗證總比活度及核種比活度均小於外釋限值

2.1.5 除役低放射性廢棄物盛裝容器開發建置



圖 2-10、25 組 C1 容器採購製作

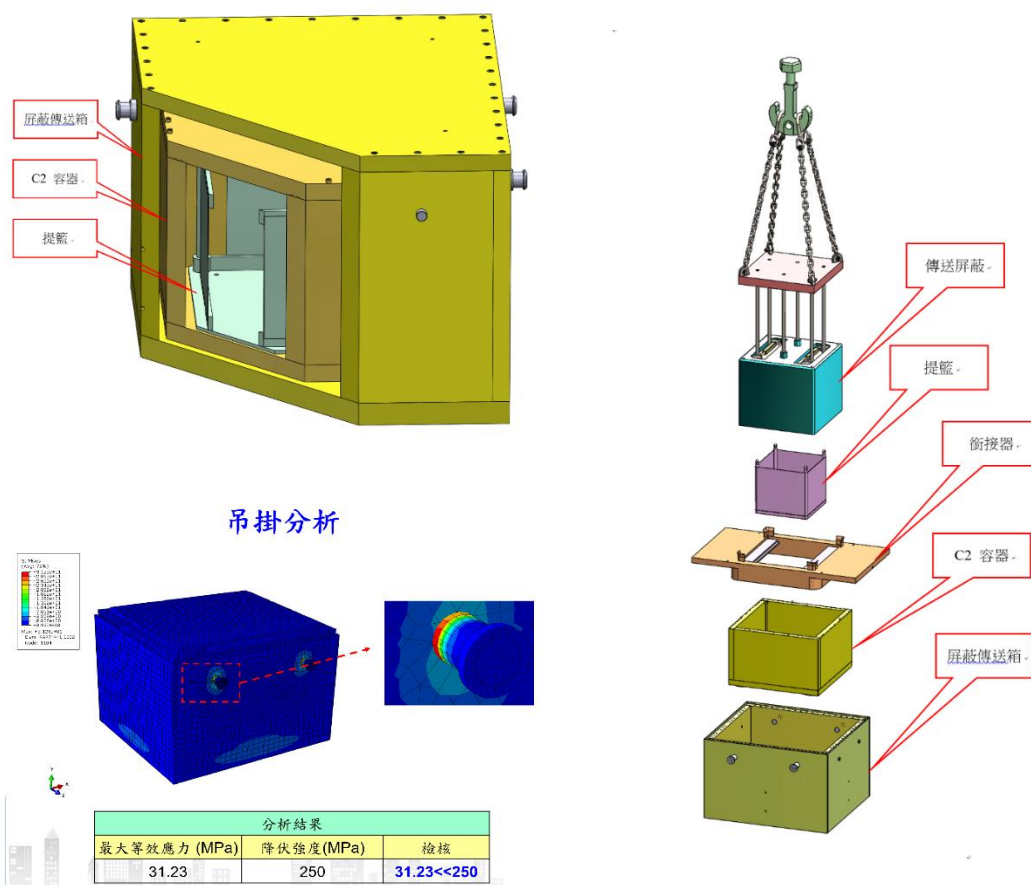


圖 2-11、容器包裝運送之提籃與屏蔽傳送箱設計及分析

2.2.1 熱室廢棄物清理

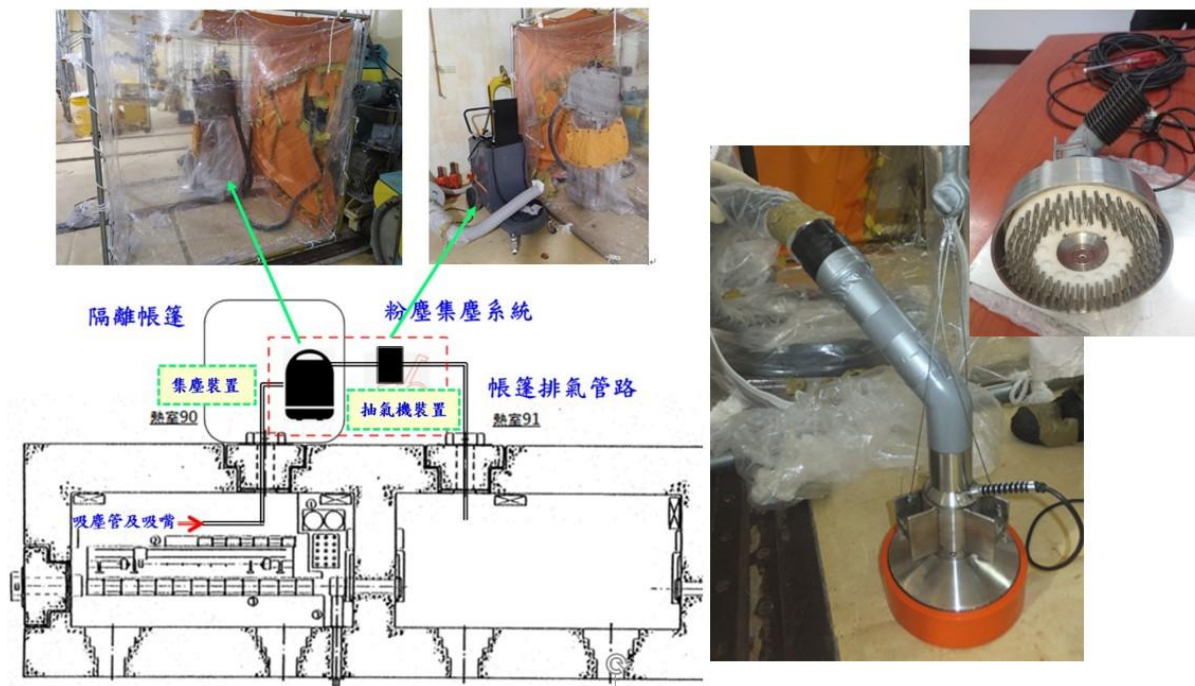
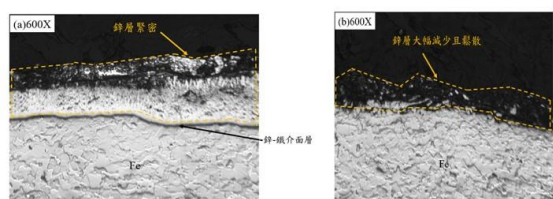


圖 2-12、熱室粉塵集塵系統建置於隔離帳棚內，吸塵管與刨刷裝置經由熱室傳送口傳入內執行吸塵除污

2.2.2 金屬熔鑄廠技術開發及減容作業



(a)除鋅處理前 (b)24 小時空氣中高溫氧化處理噴砂除鋅後金相

	除鋅前	24小時氧化 後噴砂	48小時氧化 後噴砂
Zn(%)	76.78	6.97	0.83
Fe(%)	19.55	93	99.16



圖 2-13、污染廢金屬減容熔鑄前的除鋅處理與熔鑄減容

2.2.3 場址水文地質復育技術開發

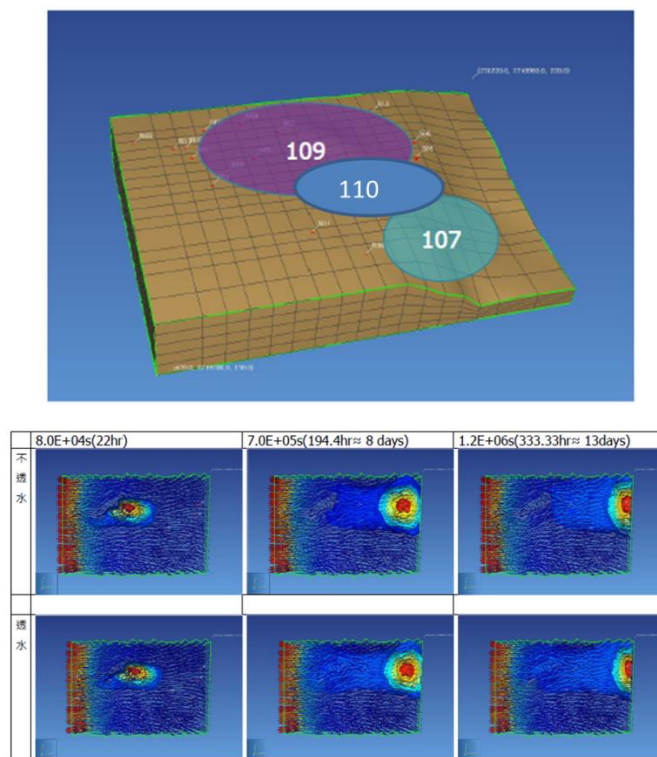


圖 2-14、110 年度所區中下游示蹤劑施放成果模擬

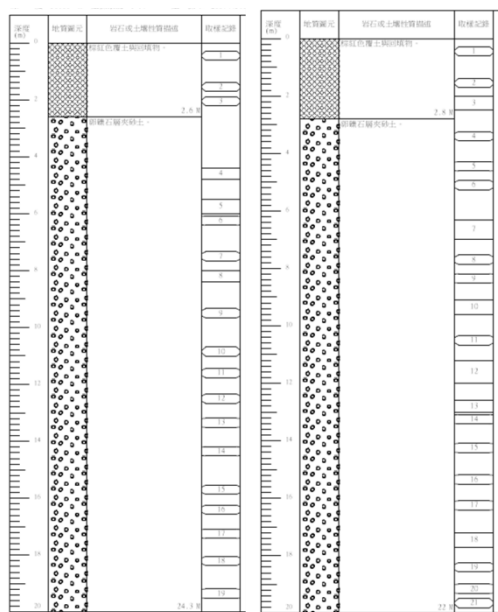


圖 2-15、110 年度地質全取樣土壤取樣深度紀錄表

2.3.1 放射性液體廢棄物處理

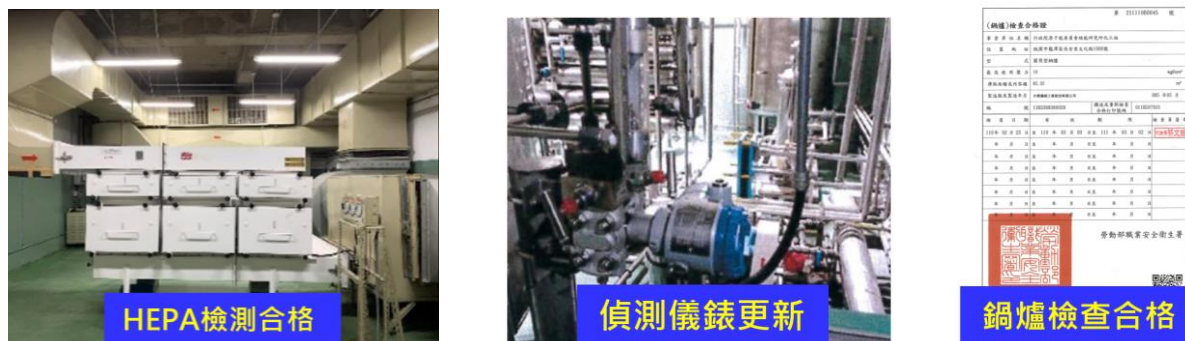


圖 2-16、完成液體場絕對過濾器、偵測儀錶之更新及鍋爐年度檢查



圖 2-17、放射性有機廢液總有機碳(TOC)降解實體設備

2.3.2 放射性固體廢棄物處理



圖 2-18、可燃放射性廢棄物焚化處理



圖 2-19、絕對過濾器壓縮處理

2.3.3 高活度樹脂廢棄物處理



圖 2-20、完成建置遙控與自動化樹脂安定化設備

行政院原子能委員會核能研究所工程組書函

地址：32546 桃園市龍潭區佳安村文化路 1000 號

承辦人：

連絡電話：03-4711400 分機

E-Mail：

受文者：工程組

發文日期：中華民國 110 年 10 月 18 日

發文字號：組程字 110014 號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：普通

附件：「TRR 廢離子交換樹脂固化流程控制計畫書」及「012 館建置廢樹脂安定化設備安全評估報告」各乙份

主旨：檢送「TRR 廢離子交換樹脂固化流程控制計畫書」及其附件「012 館建置廢樹脂安定化設備安全評估報告」，請惠予審查。

說明：

- 一、為執行 TRR 廢離子交換樹脂安定化作業，本所需提送「TRR 廢離子交換樹脂固化流程控制計畫書」向物管局申請安定化許可。
- 二、擬於審查同意備查後，函送物管局。

正本：職安會

副本：工程組

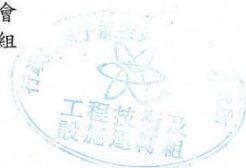


圖 2-21、完成「TRR 廢離子交換樹脂固化流程控制計畫書」及「012 館建置廢樹脂安定化設備安全評估報告」並提送本所職安會審查

2.3.4 放射性廢棄物放射化學分析

表 2-1、通過 110 年 TAF 能力試驗測試

核種	受測單位 量測值 $A_t \pm u_t$ (Bq/g, k=1)	NRSL 參 考值 $A_s \pm u_s$ (Bq/g, k=1)	比值 (A_t/A_s)	比值(A_t/A_s) 允許範圍	ζ 商數 ($\zeta < 3$)	量測標 準不確 定度 ($\leq 10\%$)	結果
H-3	1,083 $\pm$ 34	1,105 $\pm$ 7	1.069	0.8-1.25	0.62	3.2	通過
Sr-89	1,920 $\pm$ 85	1,870 $\pm$ 39	1.041	0.75-1.33	0.54	4.9	通過
Sr-90	725 $\pm$ 33	697 $\pm$ 2	0.999	0.85-1.18	0.86	4.5	通過
Fe-55	2,050 $\pm$ 125	1,733 $\pm$ 29	0.911	0.8-1.25	2.47	6.3	通過
Fe-59	2,410 $\pm$ 143	2,509 $\pm$ 19	0.960	0.8-1.25	0.69	1.9	通過
Na-22	2290 $\pm$ 45	2,414 $\pm$ 14	0.991	0.8-1.25	2.64	2.0	通過
Cs-134	1,870 $\pm$ 34	1,956 $\pm$ 8	1.000	0.85-1.18	2.44	4.2	通過
Cs-137	3,450 $\pm$ 69	3,522 $\pm$ 39	1.020	0.8-1.25	0.91	2.4	通過
Co-60	1,544 $\pm$ 27	1,570 $\pm$ 17	1.012	0.8-1.25	0.84	7.2	通過
Ni-63	2,020 $\pm$ 81	1,810 $\pm$ 25	0.922	0.8-1.25	2.49	4.2	通過
Tc-99	1,510 $\pm$ 32	1,519 $\pm$ 19	1.040	0.8-1.25	0.24	2.4	通過
Am-241	997 $\pm$ 70	993 $\pm$ 16	0.975	0.8-1.25	0.06	7.2	通過

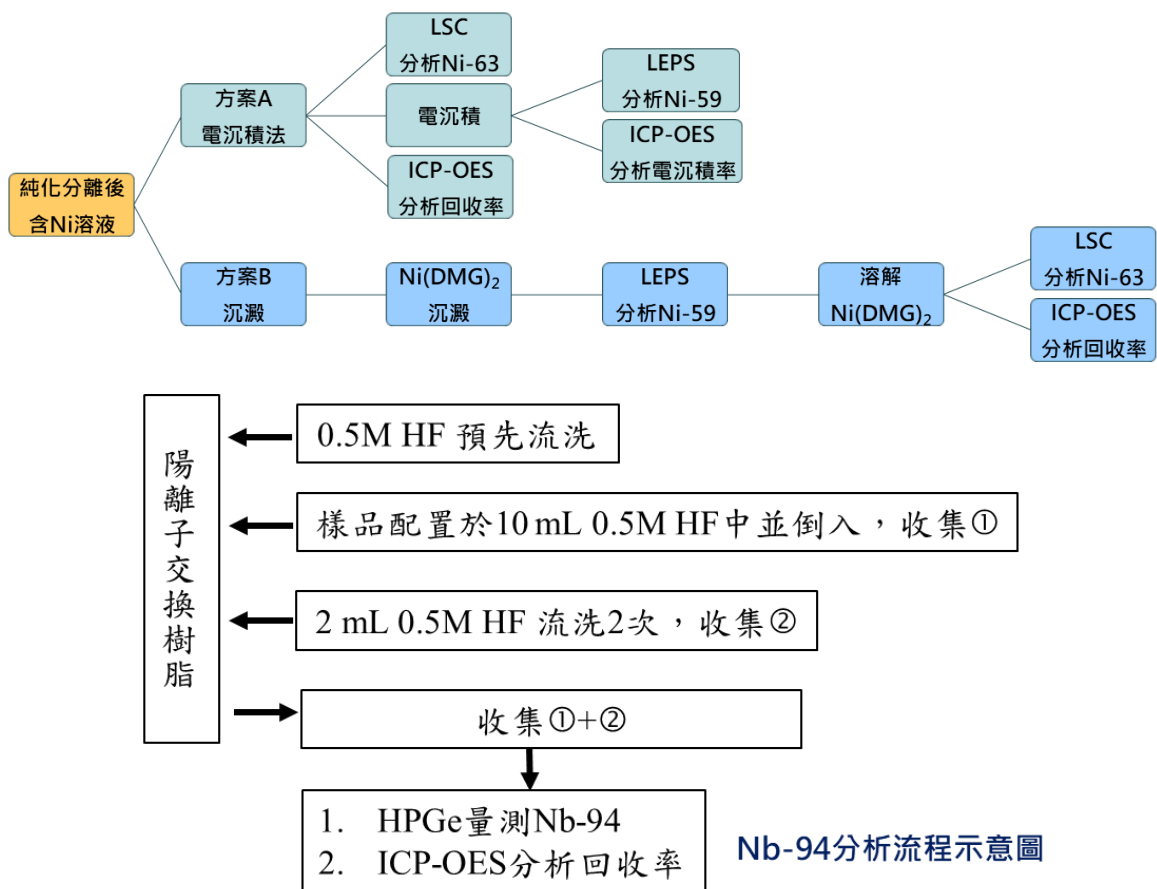


圖 2-22、完成 Ni-63 及 Nb-94 分析技術之建立

2.3.5 除役廢棄物活度量測校正技術開發

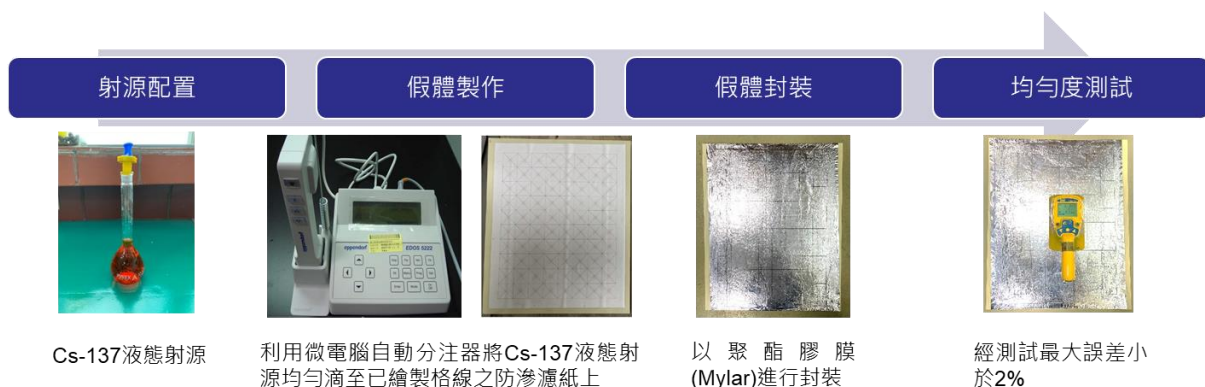


圖 2-23、表面污染偵檢器校正用標準射源配置與均勻度測試

子項三：核子醫藥及材與儀器之應用研究

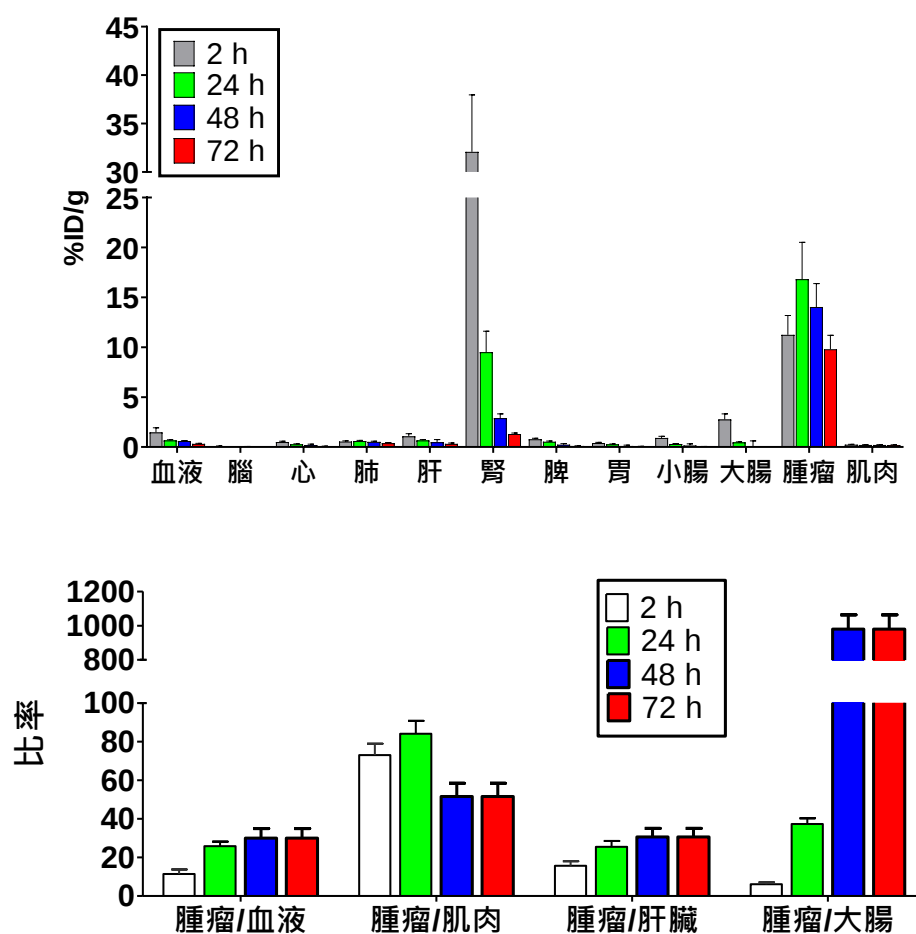


圖 3-1、完成雙標靶腫瘤缺氧放療藥物鎢-177-DOTA-CA9-AAZ 於小鼠體內 72 小時之血液濃度(%ID/g)分析試驗。本研究腫瘤最高吸收值為 16.8 ± 3.7 (%ID/g) (國際水準：1.9~2.3)，腫瘤血液比大於 25 (國際水準：2.4~3.9)，腫瘤肌肉比大於 84 (國際水準：5.0~9.6)，腫瘤肝臟比大於 25 (國際水準：10.0~16.3)，腫瘤大腸比大於 37 (國際水準：12.1~13.2)，均領先國際水準

Protocol Amendment No. 1	
Amended contents and reasons:	
Added texts were <u>bolded and under lined</u> .	
Item 1. Histopathology	
Add <u>12.8.8 Microscopic examination</u>	
<u>[SOPs: CTPS-TE00514, CTPS-TE00470 and CTPS-TE00502]</u>	
<u>Microscopic examination will be performed by the study pathologist for the following tissues:</u>	
• <u>All tissues listed under section 12.8.7 (except for animal identification) from Groups 1 and 4 animals.</u> • <u>Suspected target in all study animals</u>	
<u>After fixation, representative section of the tissues described above will be trimmed, processed, embedded in paraffin, sectioned and stained with hematoxylin and eosin (H and E). The remaining tissues will be preserved in 10% neutral buffered formalin. If additional examinations are being conducted, a protocol amendment will be issued. The pathology report will be included in the final report as addendum.</u>	
Reason	
Upon sponsor's request.	
Sponsor Approval	

圖 3-2、完成：GLP 等級病理切片判讀與獸醫病理師撰寫判讀報告，同儕查核。判讀結果：主試驗動物和恢復動物在靜脈給予高劑量 (4340 µg/kg，約為臨床人使用量的 100 倍)，均沒有發現由試驗物質“¹⁷⁵Lu-PSMA-617”所產生的病理變化與毒性證據

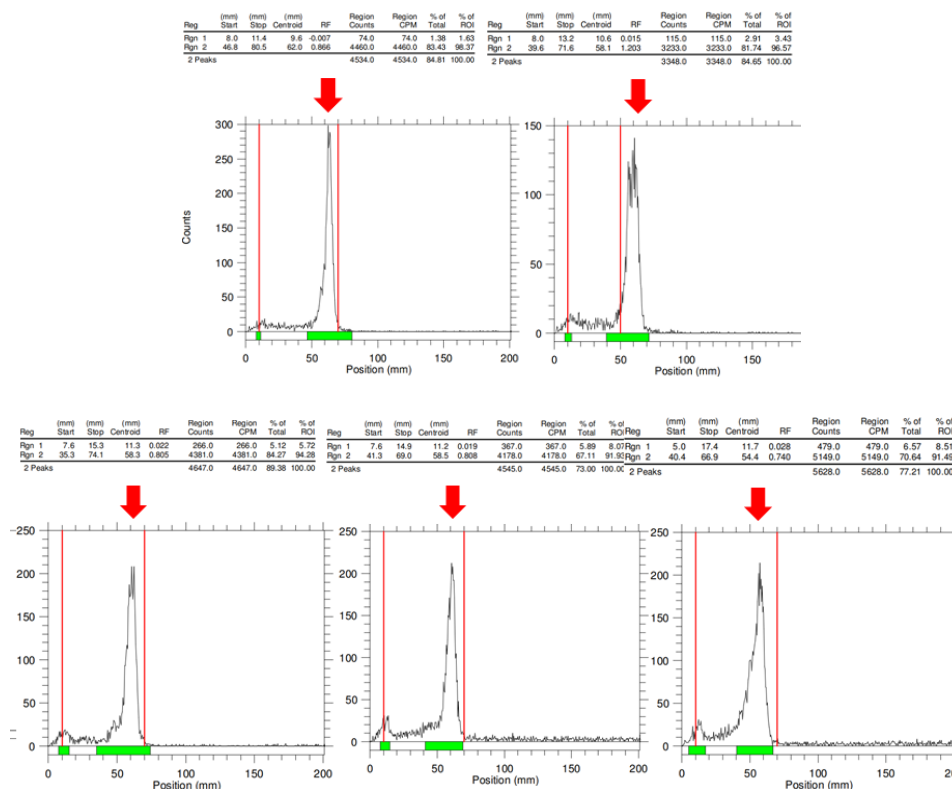


圖 3-3、完成氟-18-α-synuclein(候選藥物前驅物三)配方研究回收率 90.1%，在血清中一小時的放射化學純度為 91.5%

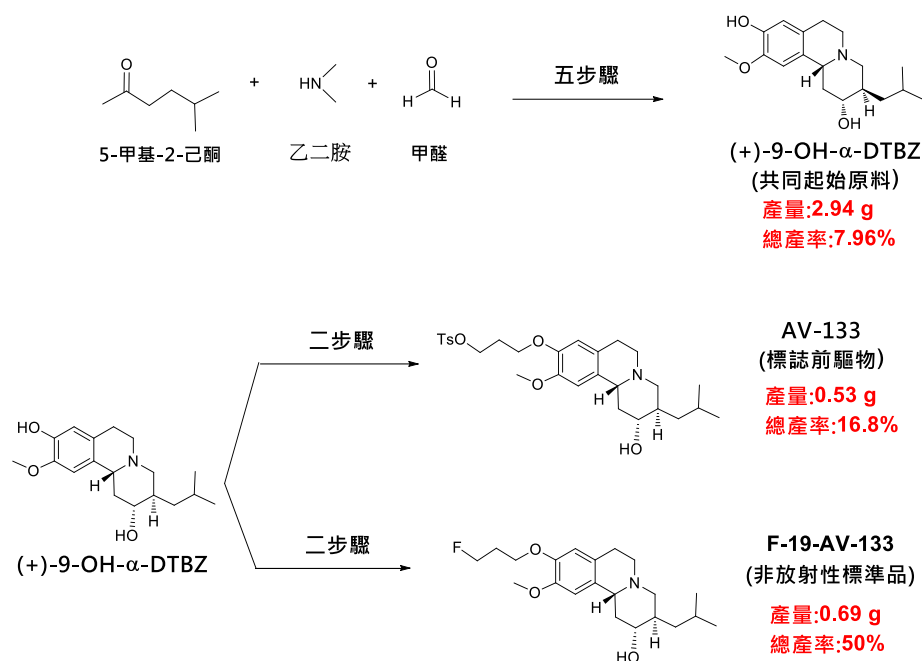


圖 3-4、完成起始原料(+)-9-OH- α -DTBZ 擴量製程共五個步驟，歷時 40 個工作天(約 2 個月)，獲得前驅物 0.65 公克級/批次，非放射性標準品 1.75 克

正本

衛生福利部 函

機關地址：11558 台北市南港區忠孝東路六段488號
傳真：
聯絡人及電話：
電子郵件信箱：

325
桃園縣龍潭鄉佳安村文化路1000號

受文者：行政院原子能委員會核能研究所核醫製藥中心

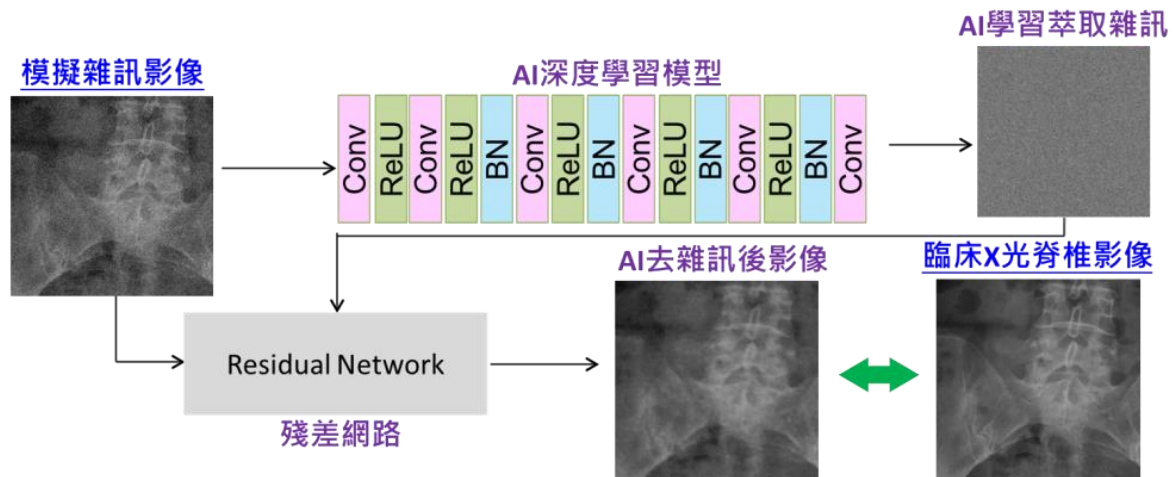
發文日期：中華民國110年4月21日
發文字號：衛授食字第1106006093號
類別：普通件
密等及解密條件或解密期限：
附件：「藥品查驗登記申請書」及「藥品許可證」影本各1份
主旨：貴公司申請藥品許可證展延及換發新證一案(案號：1106006093)，業經審定換證，請於110年7月16日前持本通知來部辦理領證手續，逾期視同自願放棄，予以註銷，請查照。

說明：
一、復貴公司110年3月3日核同字第1100001723號函。
二、領證時請檢附：
(一)證書費新台幣1,500元整。
(二)申請人私章及公司行號圖章。【請於本函空白處用印，無須攜帶至本部】
(三)「藥品查驗登記申請書」及「藥品許可證」影本，請於領證時繳交二影本以憑登錄及校核。
三、核准展延及換發之品名、許可證字號及有效期限：「核研氯化亞鉈(鉈-201)注射劑」(衛署藥製字第R00012號)，有效期限至民國115年7月12日。

正本：行政院原子能委員會核能研究所核醫製藥中心
副本：

部長陳時中

圖 3-5、04 月 21 日「核研氯化亞鉈(鉈-201)注射劑」接獲衛福部來函通知核准許可證展延，展延後有效期限至 115 年 07 月 12 日，並於 3 月 31 日完成 110 年度第一季核醫製藥中心之無菌製劑製造場所環境監測



AI 雜訊萃取模型之骨科 X 光影像驗證

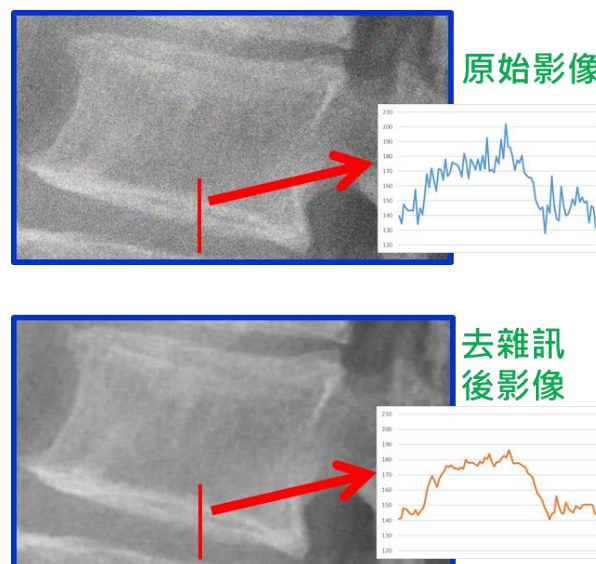


圖 3-6、完成低劑量影像 AI 去雜訊技術，以非監督式學習法，建立 AI 雜訊萃取模型，並應用臨床拍攝之 X 光脊椎影像進行驗證，分析結果顯示傳統演算法(median filter)的 SNR 為 28.74 dB，AI 去雜訊的 SNR 為 34.86 dB，提昇 21.29%，達國際水準提昇 16.57%之上(IEEE Access., vol. 8, pp. 67519 – 67529, 2020.)

模擬與實驗訊號型態一致

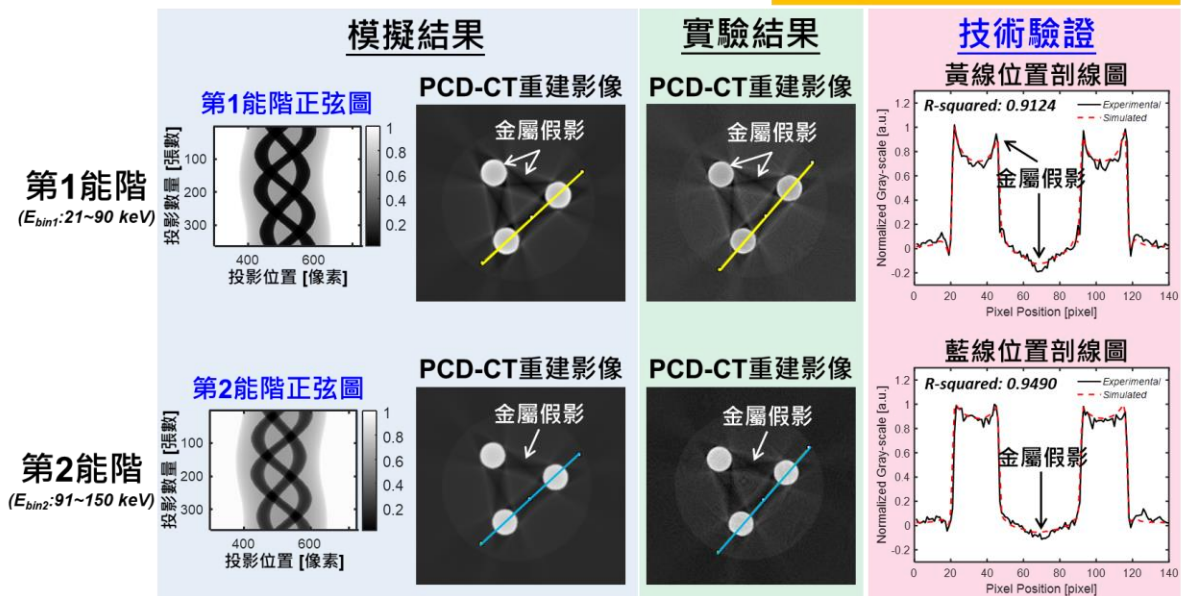


圖 3-7、完成 2 能階 PCD-CT 模擬器開發與驗證，以金屬假影標準假體代入 2 能階 PCD-CT 模擬器，成功生成 2 組獨立能階之正弦圖，並進行模擬與實驗成像結果比對驗證，(R-squared ≥ 0.91)

競賽獲金牌獎



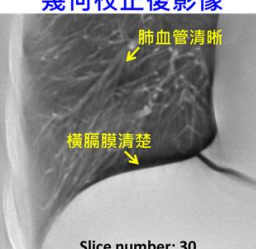
本專利包含**迭代式幾何校正方法**及**特殊設計之假體**等關鍵技術，快速可靠**提升造影系統成像品質**。

幾何校正前影像



Slice number: 30

幾何校正後影像



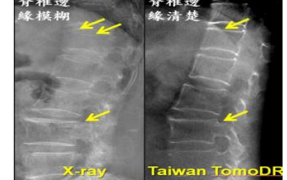
Slice number: 30

獲2項國家獎項殊榮

國家新創精進續獎 藥物科技研究發展獎銀質獎



TomoDR造影系統

X-ray Taiwan TomoDR

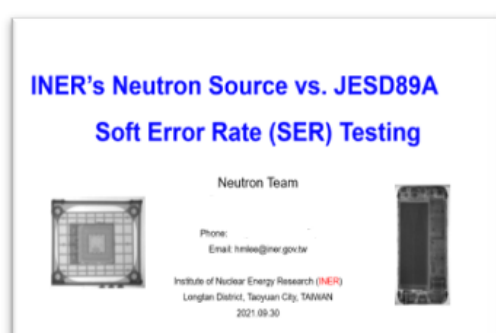
脊椎壓迫性骨折診斷學術臨床試驗成果獲臨床醫師肯定

圖 3-8、以本所放射影像相關技術參加國內競賽獲國家肯定，包含(1)獲「2021 台灣創新技術博覽會專利發明競賽」金牌獎；(2)獲 110 年度「衛福部/經濟部藥物科技研究發展獎」銀質獎；(3)獲「第十八屆國家新創獎精進續獎」，提高本所研發成果能見度

子項四：原子物理新穎技術開發與應用



圖 4-1、加速器中子源射束線組件掃描磁鐵組



對產業界簡報(09.30)



中子年會(11.19)



太空輻射環境驗測研討會(10.20)



軟錯誤率測試XY平台

圖 4-2、中子軟錯誤率對產學界的三場推廣演講及軟錯誤率 XY 移動平台測試

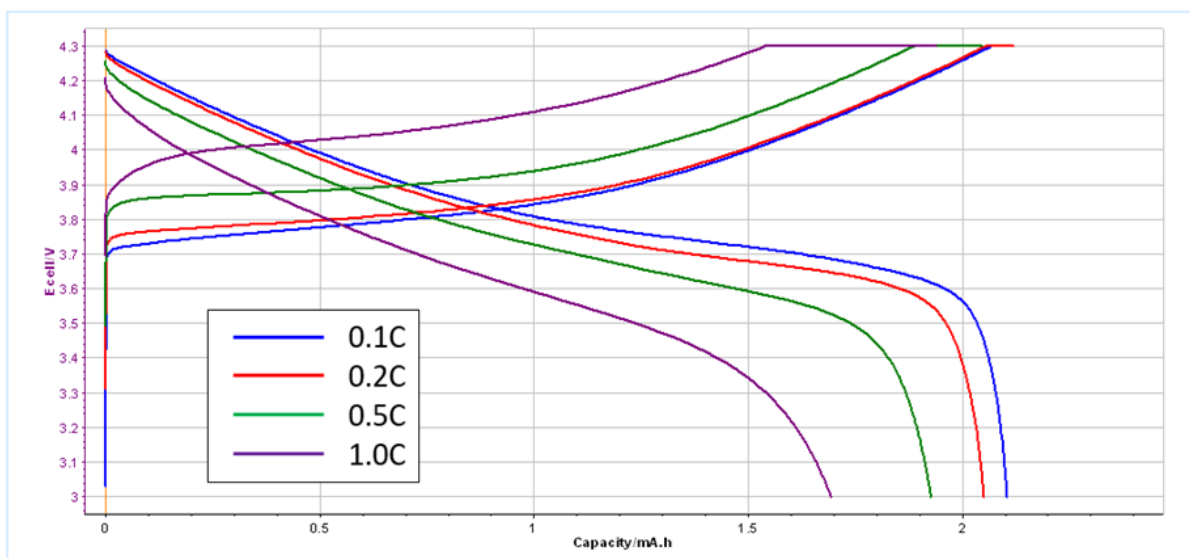
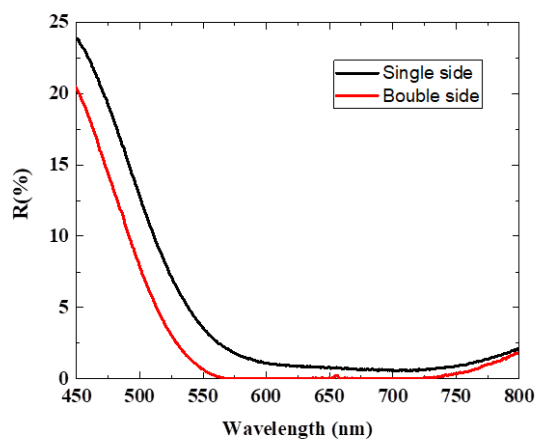


圖 4-3、完成運用電容脈衝式電弧電漿源鍍製氧化鐵奈米點於鋰電池正極極板鎳鈷錳上，並組裝為電池進行電性量測，1C-rate 電容量維持率 81%



Single side → Double side

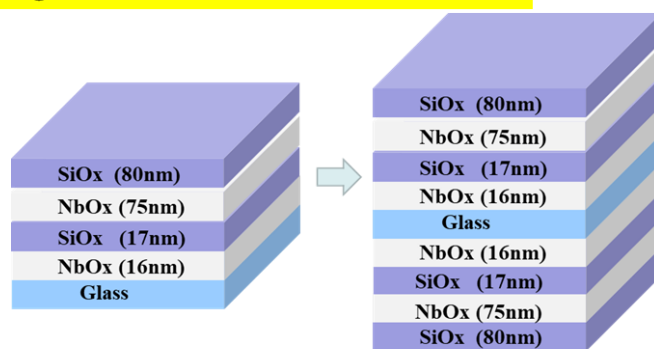


圖 4-4、完成雙邊四層異質結構異質界面及量子點技術研發，應用於抗反射膜，降低單一波長 550 nm 之反射率至 0.9%

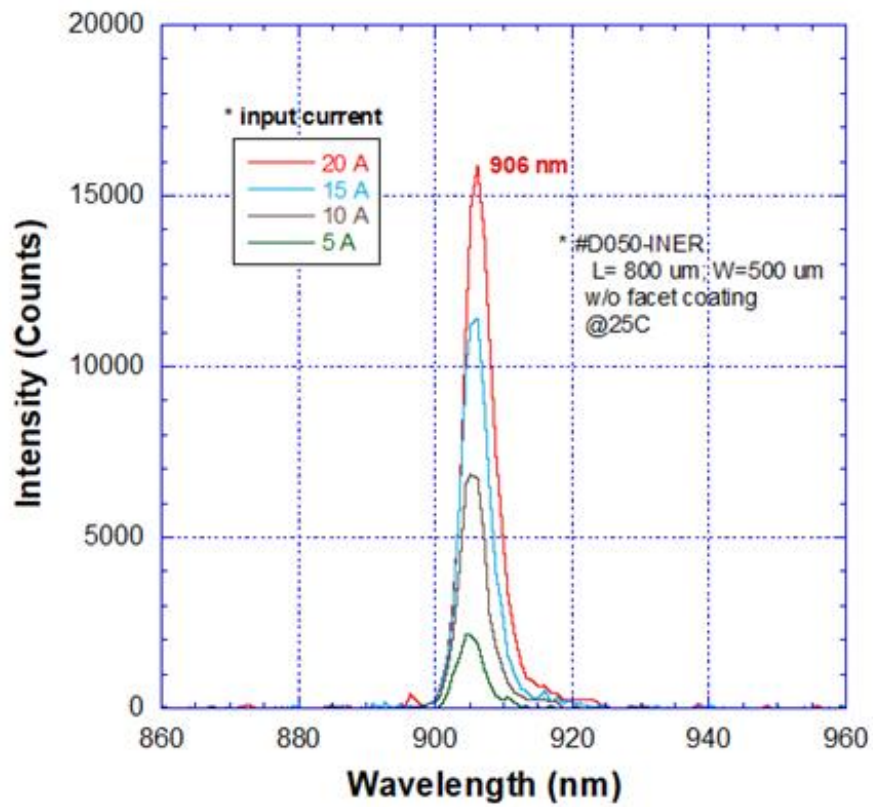


圖 4-5、完成在注入電流 20 安培條件下輸出功率 57.8 瓦波長 906 nm 之多重量子井紅外線雷射元件製作

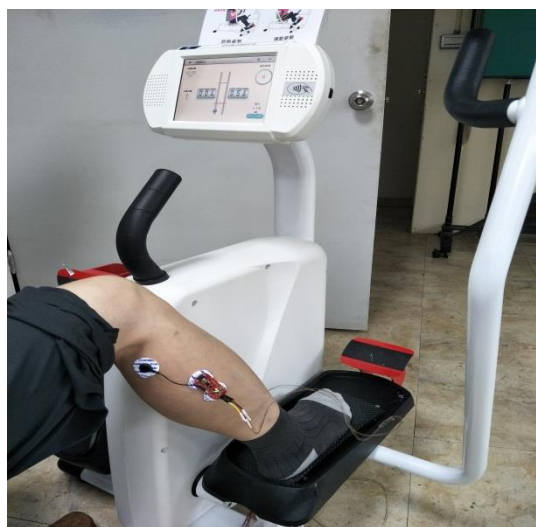


圖 4-6、利用智能裝置量測肌電圖與足底施力

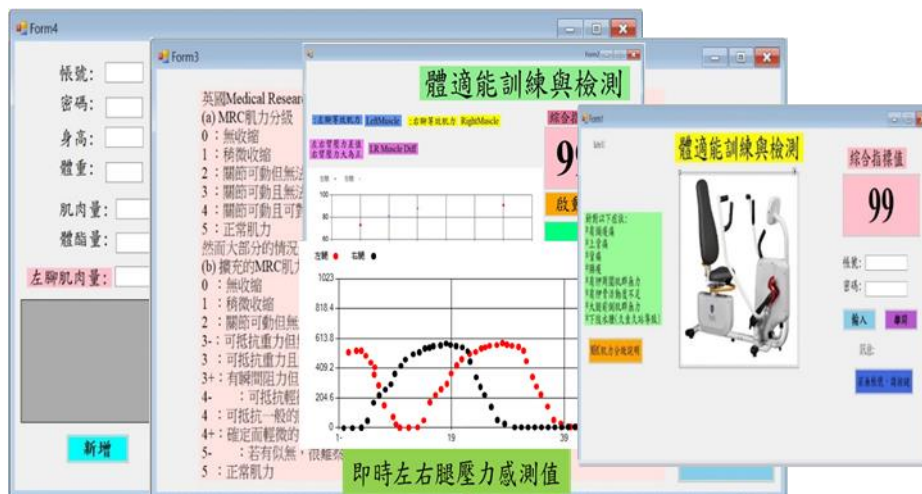


圖 4-7、人機操作畫面

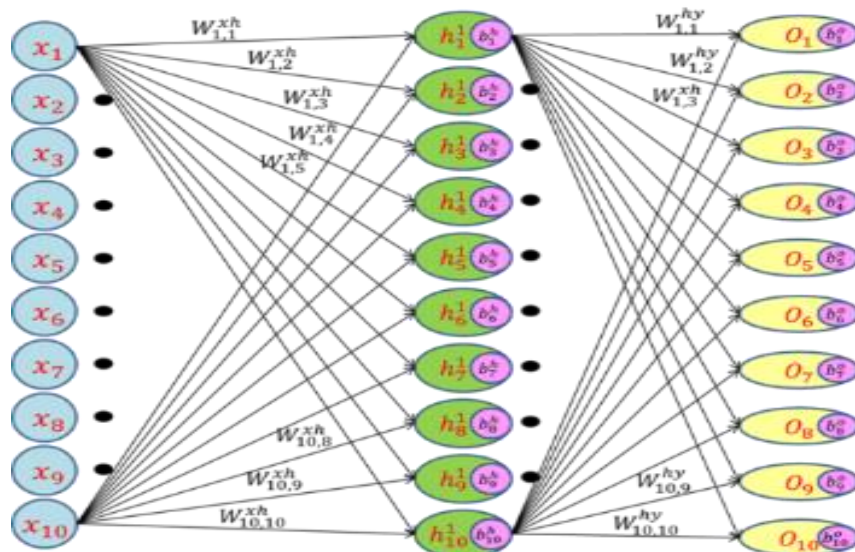


圖 4-8、三層結構之反向傳播類神經網路

行政院原子能委員會核能研究所
物理組
技術服務報價單

桃園市龍潭區佳安里文化路 1000 號
物理組 聯絡人：_____
TEL: (03) 4711400 分機：_____
FAX: (03) 4711415

編號：_____ 工作類別：☒訂製 ☐繪圖 ☐驗證 ☐量測 ☐其他

委託單位：國家衛生研究院 (全 衛)	地址：苗栗縣竹南鎮科研路 35 號	TEL: 037-206166 ext. _____ FAX: 037-586440
負責人：郭_____	聯絡人：_____	

項次	服務項目	內 容	數量	單 價	金 額
1	關節角度量測裝置	一套關節角度量測裝置，功能如右： 提供關節彎曲角度訊號，作為關節活動度評估及動作分析。 規格： 機封長寬：20cm x 11cm ±1cm 感測長度：16cm ±1cm 感測材質：光學彈性砂膠 量測角度範圍：0-120 度 輸出訊號形式：電阻(歐姆) 輸入電源：DC 5V	1	80,000	80,000

委託日期：110 年 9 月 29 日 預定完工日期：111 年 3 月 30 日 交貨地點：國家衛生研究院

合計：新台幣 捌萬零千零百零元整 (不含稅)

備註：本報價單之有效期間，自本所報價日(民國 110 年 10 月 12 日)起 90 日曆天內有效。

*** 委託單位確認 ***

委託單位同意後，公司及負責人用印，本報價單視同合約書，送回本所。

委託單位：_____ (印信)

代表人：_____ (簽章) 日期：110 年 10 月 20 日

備註：
一、收到本所收票通知單後依規定期限付款，未如期支付者，每逾二日，按滯納數額加徵百分之一之滯納金，但以滯納數額之百分之十五為上限。
二、本報價單經委託單位同意及完成啟用印信回傳本所後，本所即開始執行計畫(含相關準備作業)，倘委託單位於結案前因故中止委託，委託單位應負擔本所已投入之相關費用。

圖 4-9、「關節角度量測裝置」技服案簡易契約



圖 4-10、智能復健裝置原型圖

$$\varepsilon(t) = \frac{\sum_{n=1}^{10} W_{en} \times Y_n(t)}{\Delta t} + W_M \times M(t)$$

$Y_n(t)$ 是肌力波形輸出

$(W_{e1} \sim W_{e10})$ 為波形輸出的加權值

$M(t)$ 是生物阻抗分析之肌肉量/體重

W_M 為肌肉量的加權值

Δt 代表使用幾個波形作為平均數

圖 4-11、綜合指標數學模型。復健裝置評價模型係收集人體肌力與肌張力等生理資訊，並透過 AI 加權分析，計算分數介於 0-100 的綜合指標，提供患者與醫療人員作為量化復健成效之參考

表 4-1、小型化百焦耳級 DPF 系統的中子產率優化模擬

參數	現有 10 千焦耳設備	最佳化 1 千焦耳設備
a (厘米)	2.75	1.4
b (厘米)	4.6	2.6
z ₀ (厘米)	15	3
L ₀ (奈亨利)	10	10
C ₀ (微法拉)	24	6
r ₀ (毫歐姆)	10	10
V ₀ (千伏特)	30	18
P ₀ (托)	5	3
Y _n (#/脈衝)	1.879×10^8	2.323×10^7
Y _n /kJ (#/脈衝/能量)	1.879×10^7	2.323×10^7

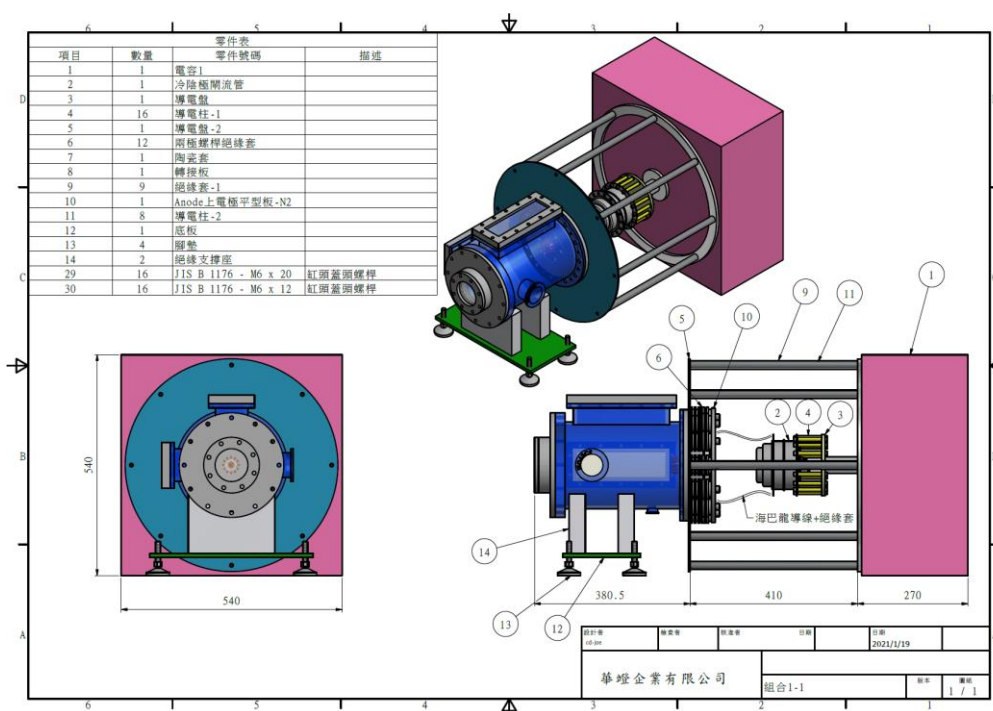


圖 4-12、小型化百焦耳級 DPF 系統設計

表 4-2、鈹靶的中子源能譜模擬

(質子能量 30 MeV、質子電流 100 μA)

中子能量範圍(MeV)		中子通量率($\text{n cm}^{-2} \text{s}^{-1}$)	
		0°	90°
0.00E+00	3.35E-03	1.62707E+01	3.33322E+01
3.35E-03	1.11E-01	7.31813E+03	2.11559E+04
1.11E-01	5.50E-01	5.87306E+04	3.53384E+05
5.50E-01	1.11E+00	5.90977E+04	1.84919E+05
1.11E+00	1.83E+00	3.08915E+05	1.44645E+05
1.83E+00	2.35E+00	9.07479E+04	1.16526E+05
2.35E+00	2.46E+00	8.32200E+03	2.40268E+04
2.46E+00	3.01E+00	3.21184E+04	9.74389E+04
3.01E+00	4.07E+00	5.75952E+04	4.25008E+05
4.07E+00	4.97E+00	6.31533E+04	2.02082E+05
4.97E+00	6.36E+00	1.95561E+05	3.03248E+05
6.36E+00	8.19E+00	1.53084E+05	3.83284E+05
8.19E+00	1.00E+01	1.50025E+05	3.37774E+05
1.00E+01	1.22E+01	1.82670E+05	3.16942E+05
1.22E+01	1.50E+01	2.23976E+05	2.51566E+05
1.50E+01	2.50E+01	6.62601E+05	3.67669E+05
2.50E+01	4.00E+01	1.47103E+05	4.29603E+00

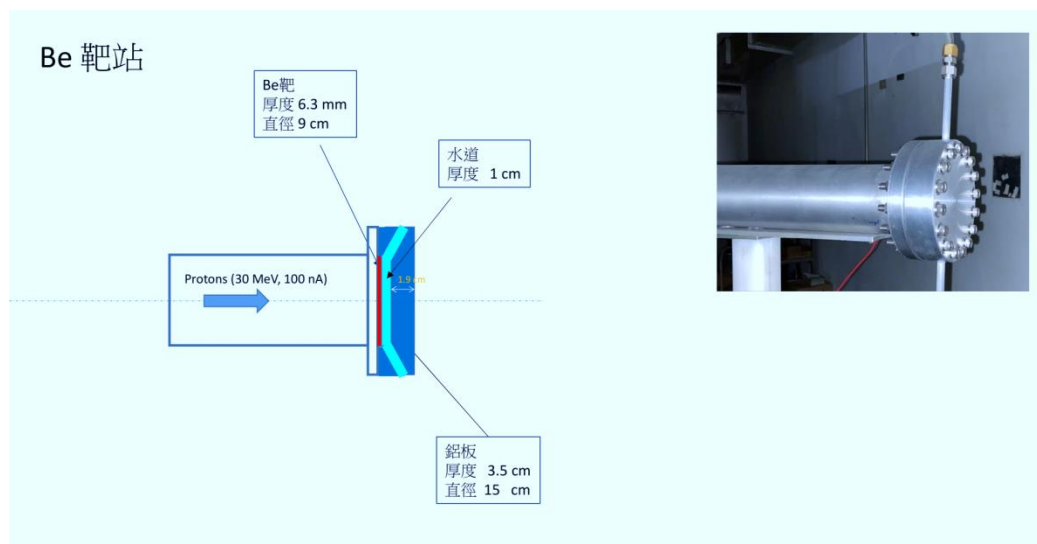


圖 4-13、規畫低通量中子源-鈹靶的中子量測

表 4-3、中子動態影像擷取照相系統評估

	高空間解析度	高時間解析度
準直器	● L/D 越大越好(≥ 200) ● Flux 越高越好($\geq 10^3 \sim 10^4 \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$) ● γ 背景輻射越低越好	● L/D 越大越好(≥ 50) ● Flux 越高越好($\geq 10^5 \sim 10^6 \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$) ● γ 背景輻射越低越好
閃爍體	● 使用 Gd enriched 閃爍體 ($\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S:Tb}$) ● 厚度較薄 ($\sim 5 \text{ m}$)	● 使用 $^6\text{LiF/ZnS}$ 閃爍體 ● 厚度較厚 ($\sim 100 \text{ m}$) ● 發光衰減數值低
鏡頭	● 微距鏡頭(光圈儘量大)	● 大光圈廣角鏡頭
相機	● 感光元件最高 QE 值波長需對應閃爍體出光波長 ● 高像素 ● 大動態範圍 ● 低雜訊(CCD 感光元件)	● 感光元件最高 QE 值波長需對應閃爍體出光波長 ● 高擷取速率(sCMOS 感光元件並使用全域快門)

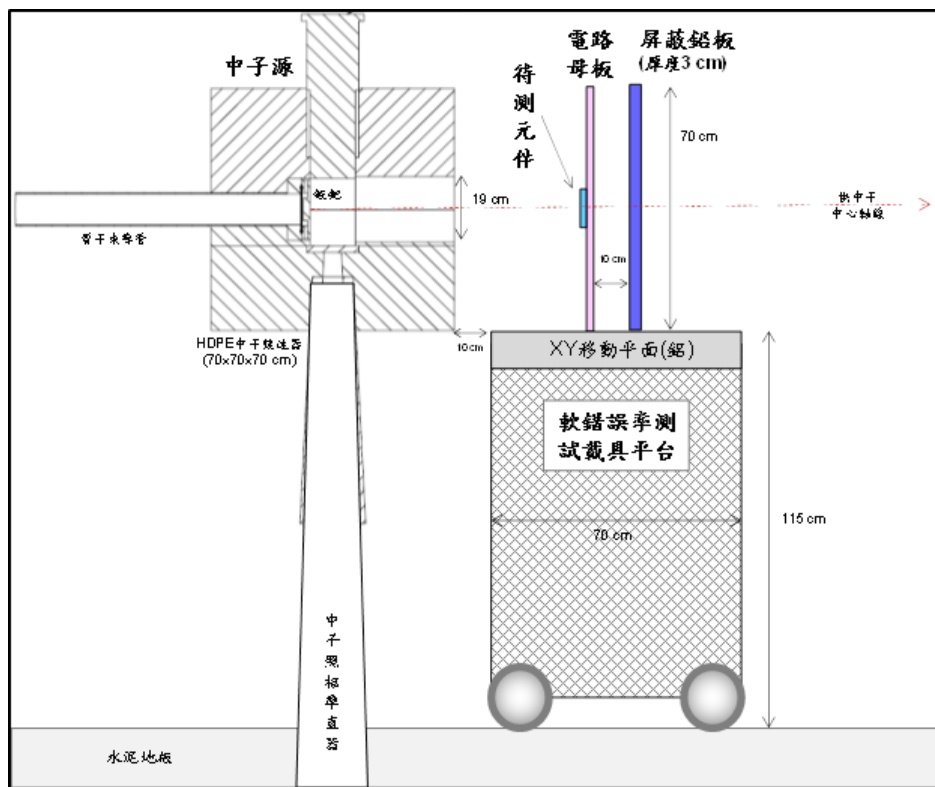


圖 4-14、中子軟誤率加速測試系統平台

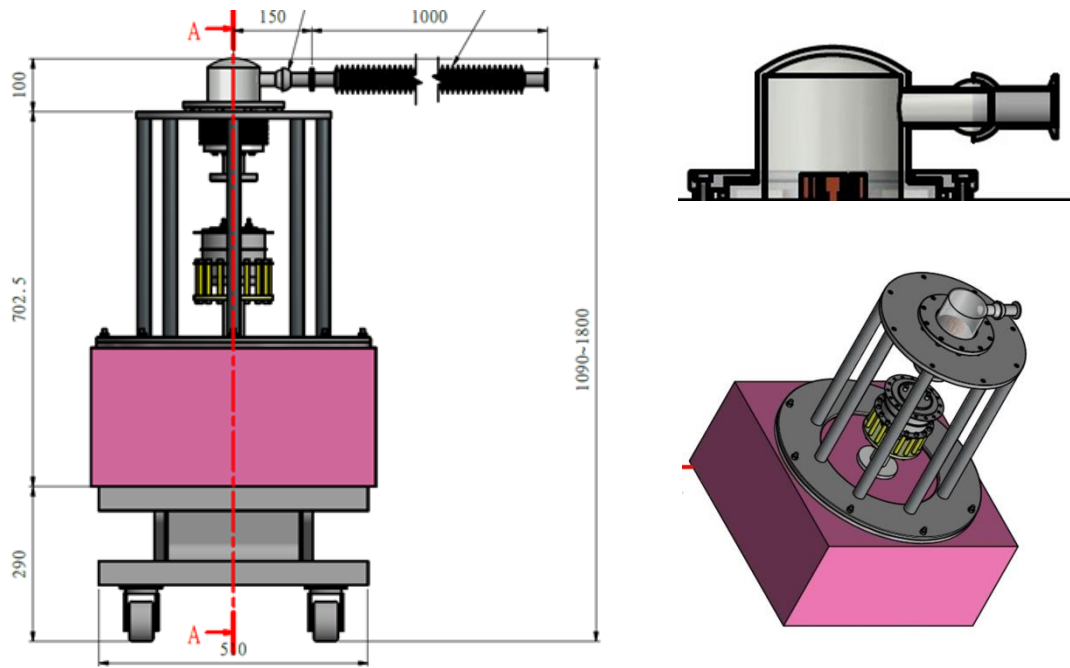


圖 4-15、小型化可移動式 DPF 裝置整體結構設計圖

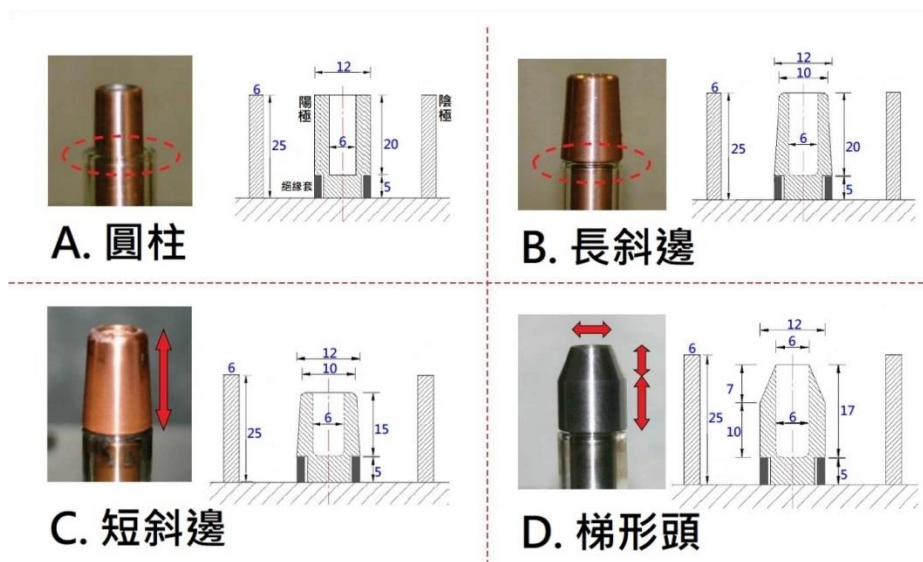


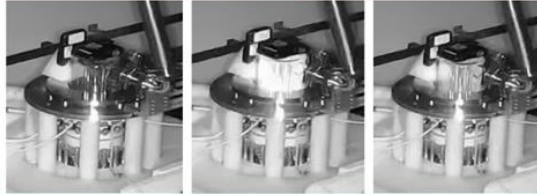
圖 4-16、小型化可移動式 DPF 裝置擬使用之各種測試電極形狀



小型第二代DPF裝置



第三代DPF裝置

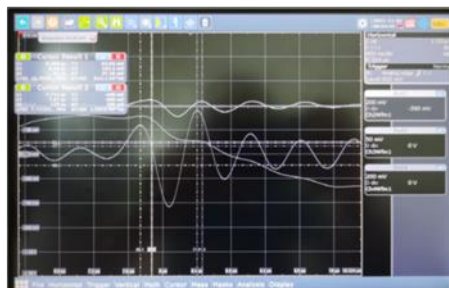


DPF的氣體放電過程，依序為前(左)、強光(中)、後產生的餘光(右)

圖 4-17、小型化第二代及第三代 DPF 裝置的開發及測試



兩台閃爍體PMT偵檢器在不同距離的量測



兩台閃爍體PMT偵檢器的量測波形: TOF method，中子能量2.45MeV，距離約1.2米，時間約60 nsec (第二組游標差值)

圖 4-18、小型化 DPF 裝置中子的偵測

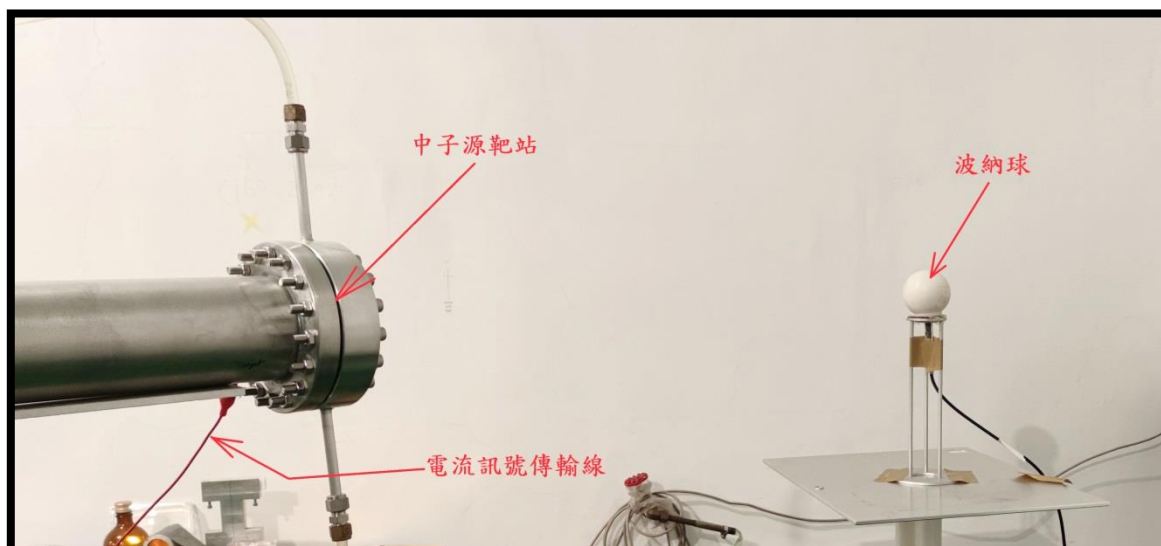


圖 4-19、利用波那球(Boner Sphere)測量中子能譜

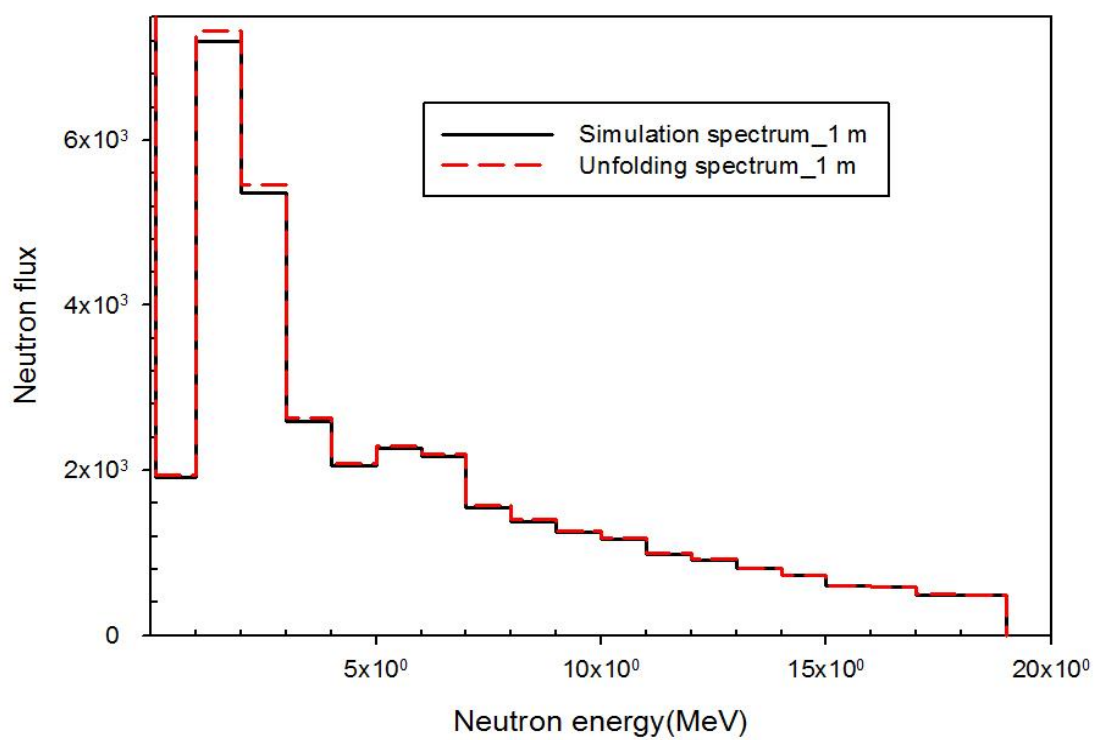
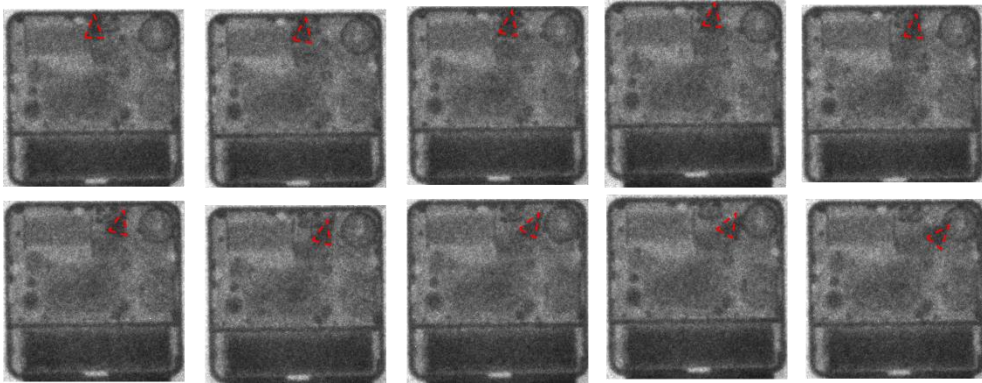


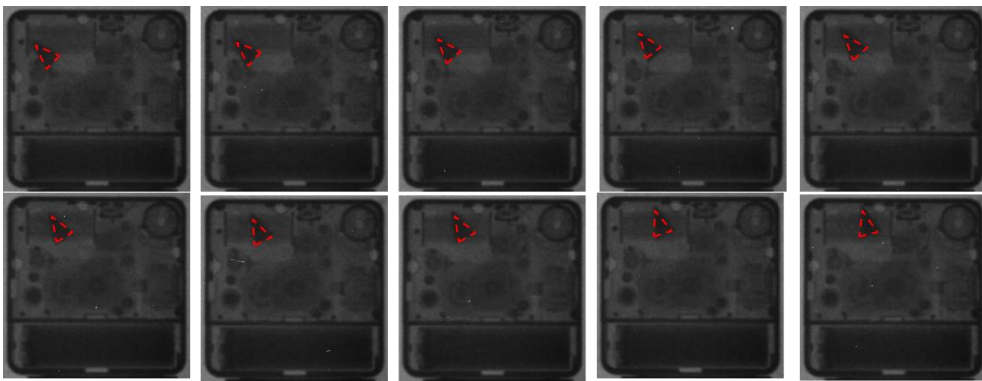
圖 4-20、中子能譜模擬結果與波那球量測結果比較



(a)

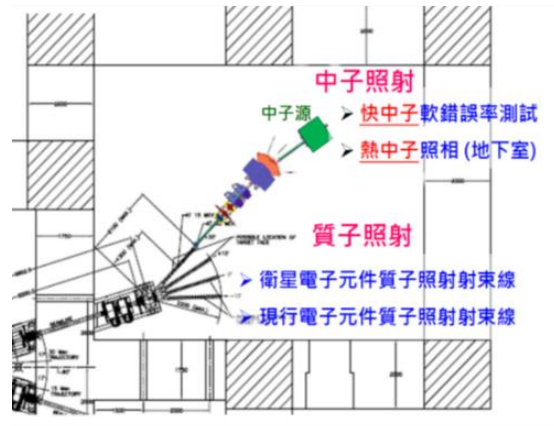


(b)



(c)

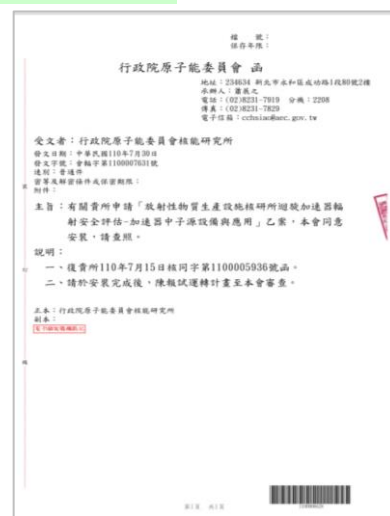
圖 4-21、鬧鐘中子動態影像: (a)鬧鐘外觀、(b)ICCD 相機(曝光時間: 1 秒)及(c) sCOMS 相機(曝光時間:0.5 秒)



054 館迴旋加速器 154 室中子源規劃



輻射安全評估報告



輻射安全評估報告核准函

圖 4-22、「加速器中子源設備與應用」的輻射安全評估報告於 110 年 7 月 30 日通過原能會審查，同意中子源設備及中子照相與軟錯誤率應用裝置安裝

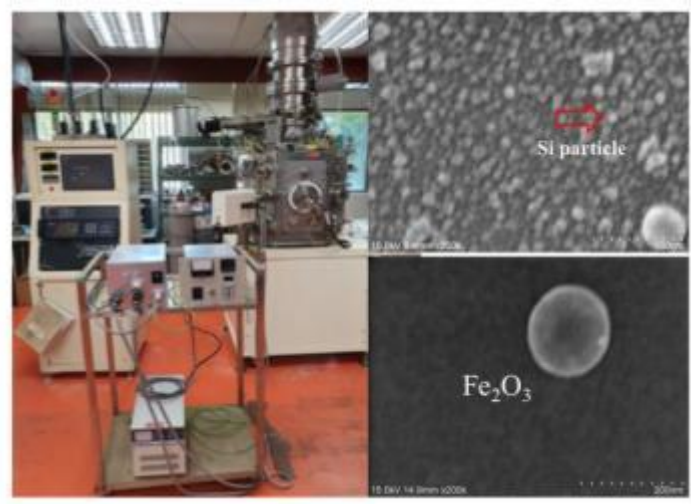


圖 4-23、完成建置單源脈衝式電容電漿技術量子點鍍製平台

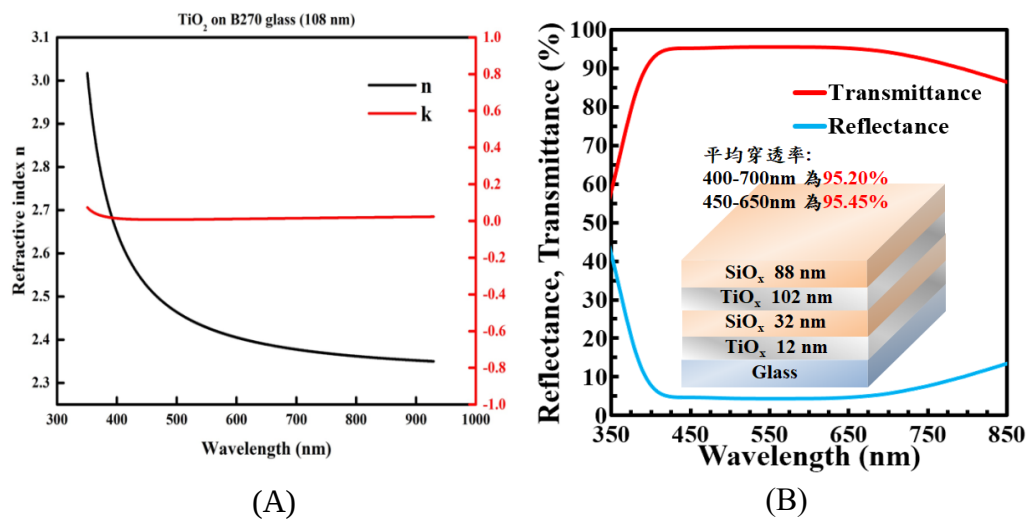


圖 4-24：(A)完成以高功率脈衝式磁控濺鍍沉積 TiO₂ 薄膜，消光係數 k 為 4.6×10^{-4} 及 (B)異質材料膜厚模擬最佳化計算，波長範圍 400 nm 至 700 nm 的單面抗反射設計平均穿透率約 95.2%。抗反射率<5%

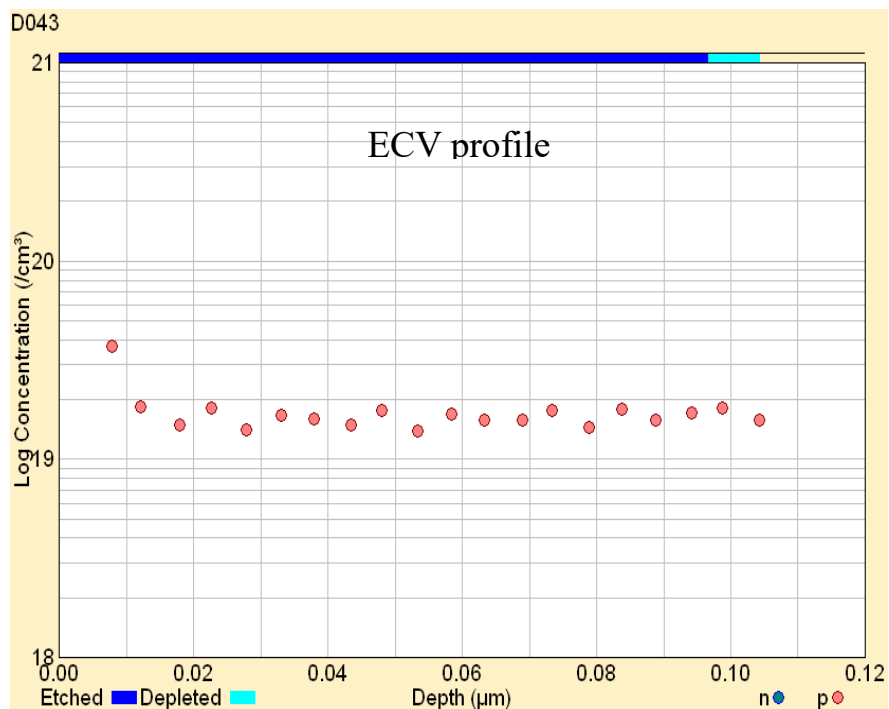


圖 4-25、完成摻雜濃度 $>1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ P 型半導體技術開發

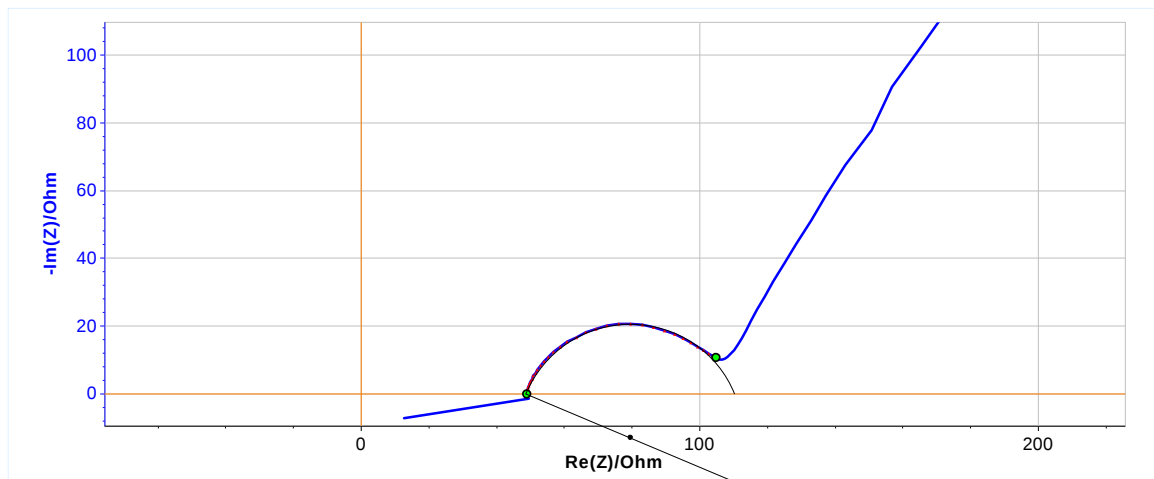


圖 4-26、完成將 10nm 金屬氧化物量子點核殼型二氧化鈦-二氧化矽奈米粒子導入鋰電池電解質層，於比例 1.5 wt.% 所得之最佳離子電導值達 $1.57 \times 10^{-4} \text{ S/cm}$

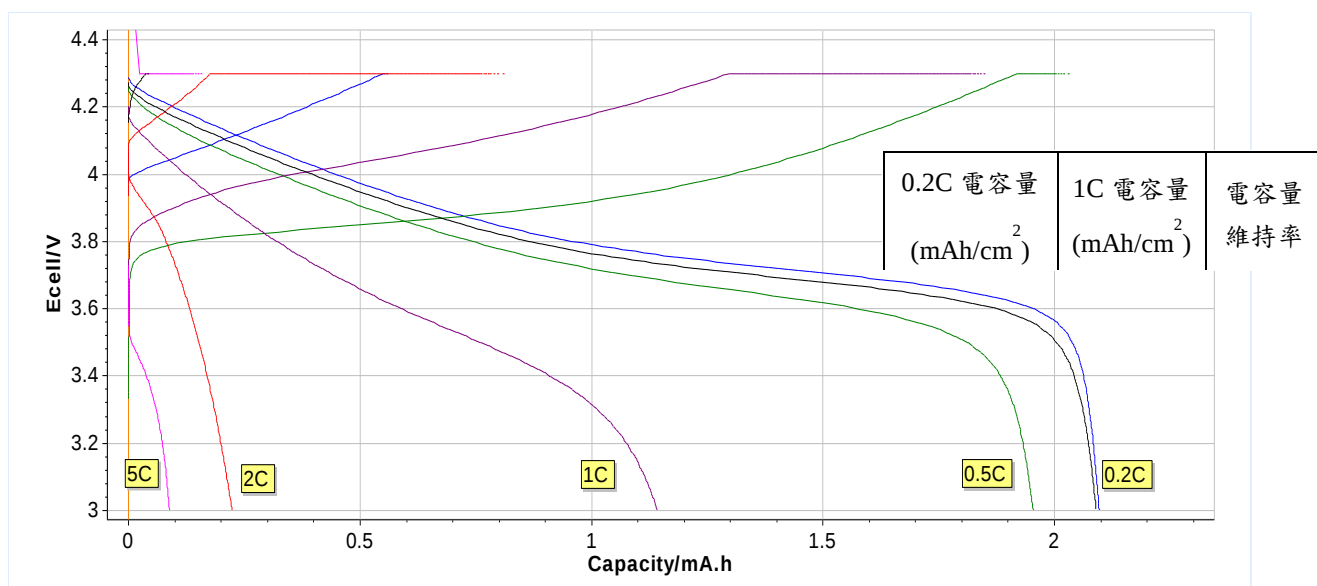


圖 4-27、完成將 10nm 金屬氧化物量子點核殼型二氧化鈦-二氧化矽奈米粒子導入鋰電池電解質層，於比例 1.5 wt.%, 可得 1C-atre 快充快放電容量維持率達 54.4%

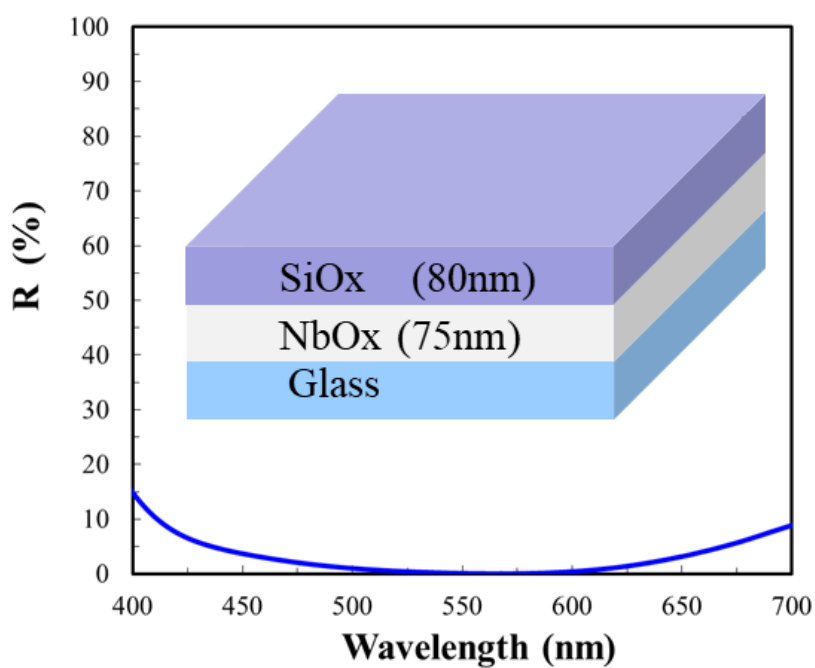


圖 4-28、完成射頻/高功率磁控濺鍍複合型電漿鍍製兩層抗反射膜驗證，以 O₂/Ar=0.1 條件鍍製 Nb₂O₅ 薄膜，導入雙層 SiOx(80nm)/NbOx(75nm)薄膜，在可見光平均波段反射率為 6.8%

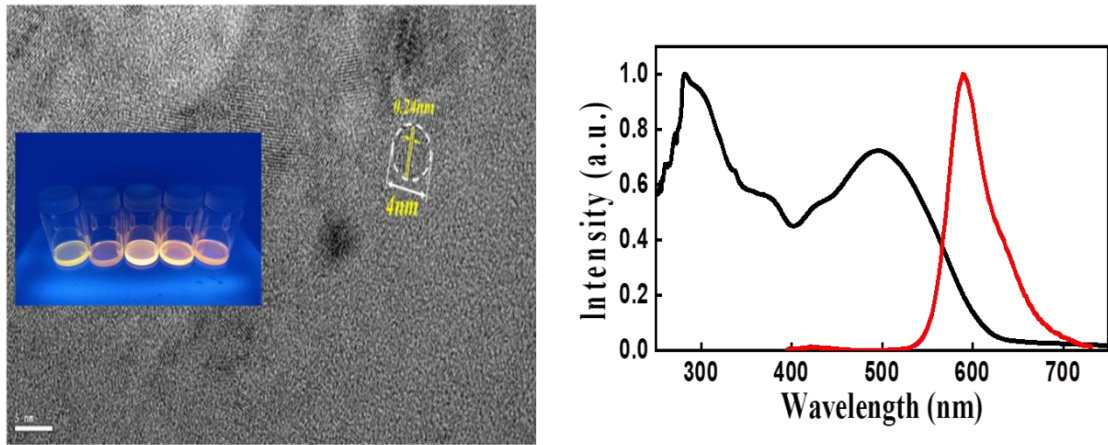


圖 4-29、完成(A)高結晶之石墨稀量子點，其尺寸約為 4 nm 並完成(B)螢光光譜分析

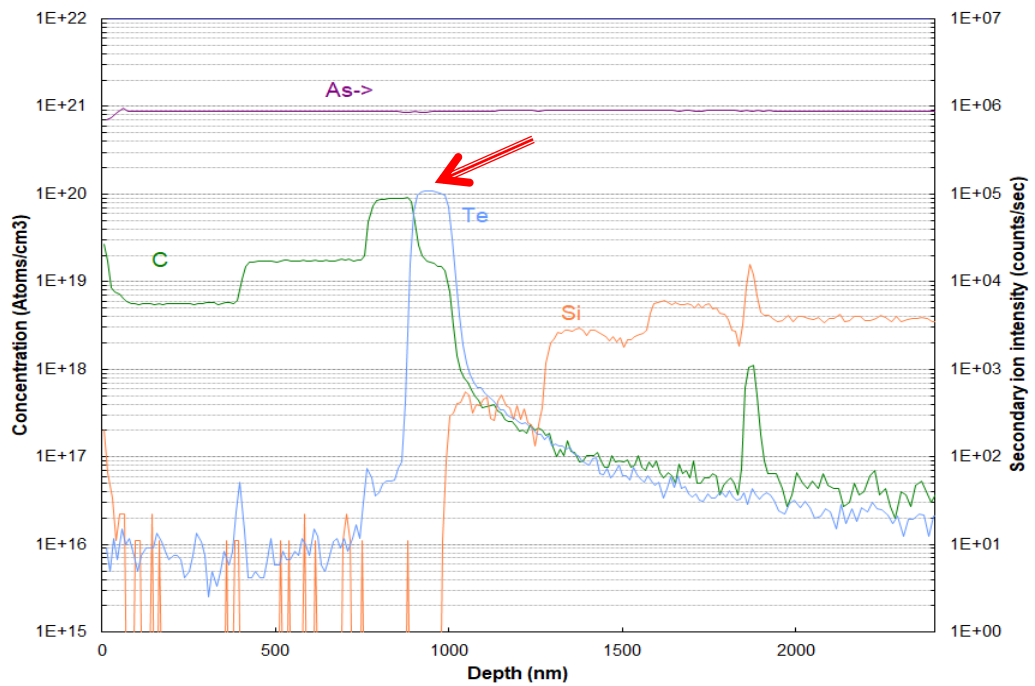


圖 4-30、完成 GaAs:Te 薄膜 N 型載子濃度達 $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 之 N 型半導體技術開發

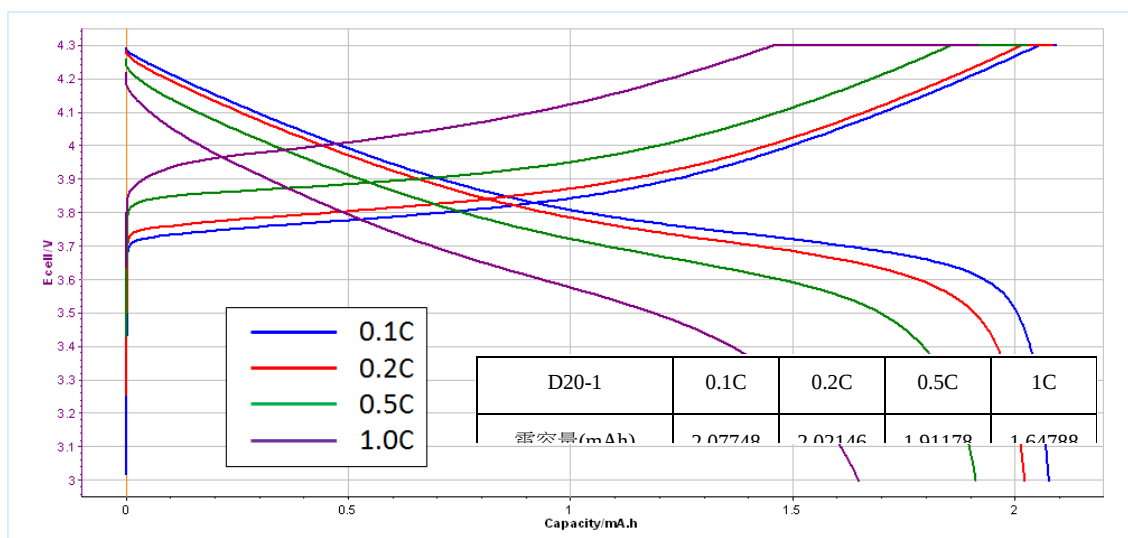


圖 4-31、完成運用電容脈衝式電弧電漿源鍍製 Fe_2O_3 奈米點於鋰電池正極極板鎳鈷錳上，組裝為鈕扣電池結構進行電性量測，1C-rate 電容量維持率達 79.3%

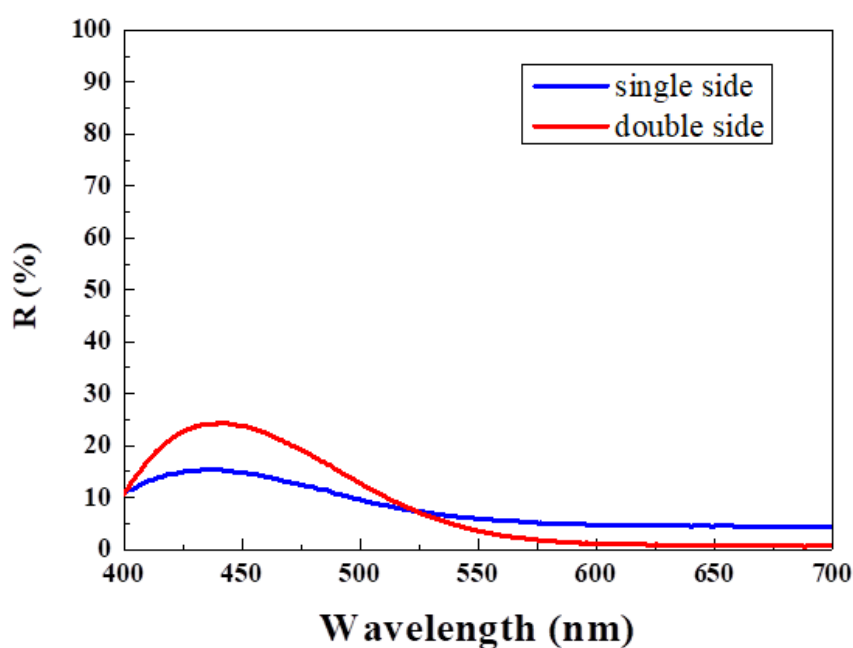


圖 4-32、完成鍍製雙面多層異質薄膜，其單邊四層異質結構為 $\text{SiO}_x/\text{NbO}_x/\text{SiO}_x/\text{NbO}_x$ ，量測結果顯示，在單一波長 550 nm 之反射率為 5.9%(單面)降至 3.5%(雙面)

表 4-4、穿隧二極體之 N 型與 P 型半導體材料之特性

	載子濃度	載子移動率	電阻率
P 型半導體	$1.1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$	$250 \text{ cm}^2/\text{V-s}$	$2.27 \times 10^{-3} \Omega\text{-cm}$
N 型半導體	$1.0 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$	$500 \text{ cm}^2/\text{V-s}$	$1.25 \times 10^{-4} \Omega\text{-cm}$

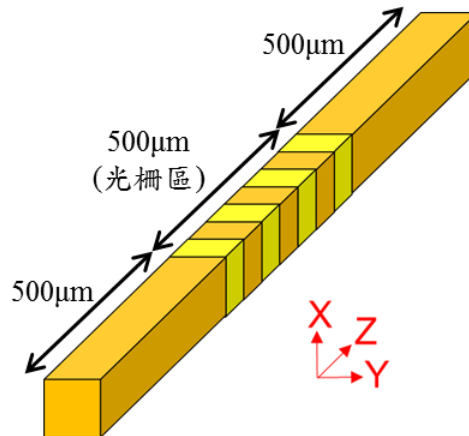


圖 4-33、布拉格光纖光柵模擬結構示意圖。將波導設定為長條狀，中央光柵區長度 500 μm

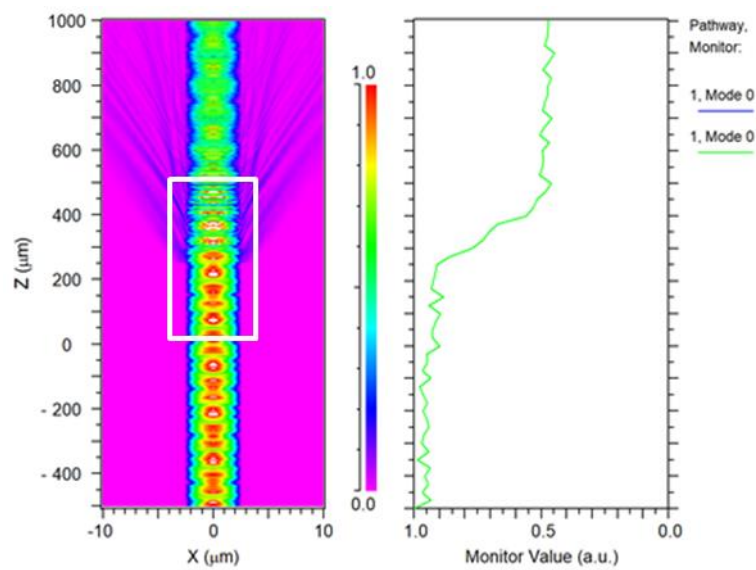


圖 4-34、波長 550 nm 光線之模擬圖。光線於白色框線光柵區出射至波導外部

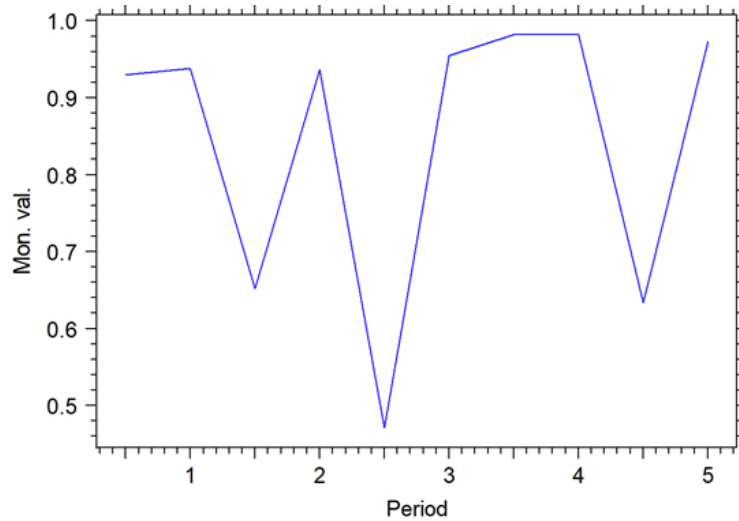


圖 4-35、不同光柵週期之波導傳遞能量模擬圖。縱軸為歸一化波導出光能量，橫軸為光柵週期、單位 μm ，採用 $2.5 \mu\text{m}$ 為設計週期，出光能量隨週期改變

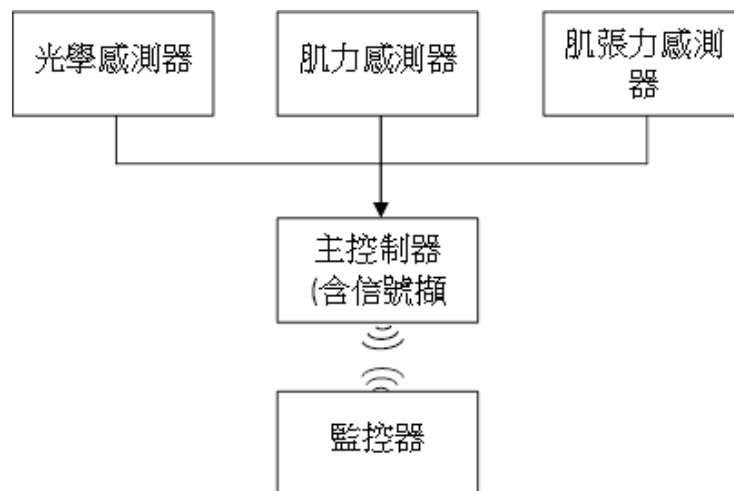


圖 4-36、肌肉力量、肌肉張力量測硬體架構

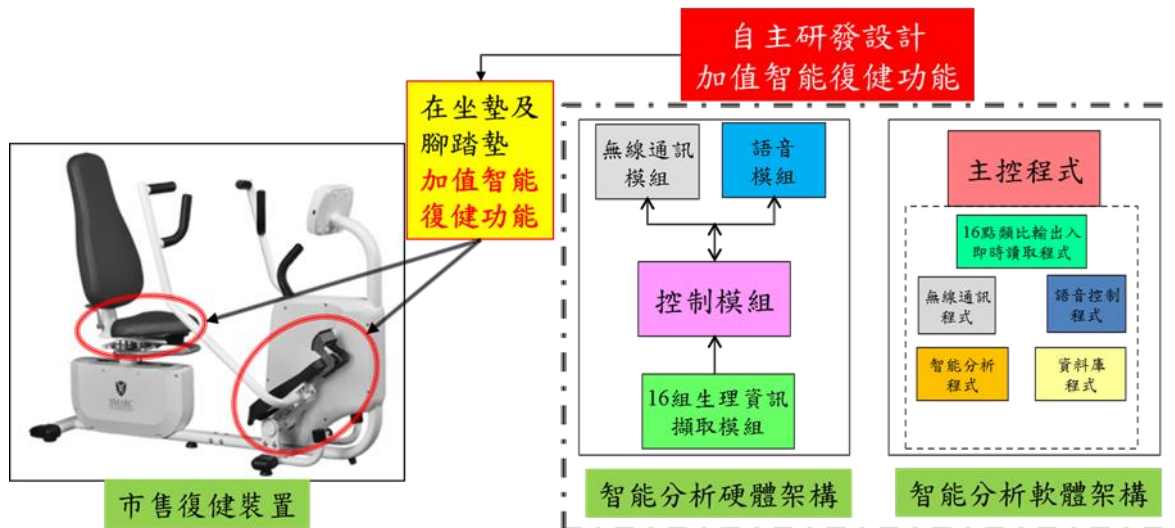


圖 4-37、智能復健裝置原型系統架構圖

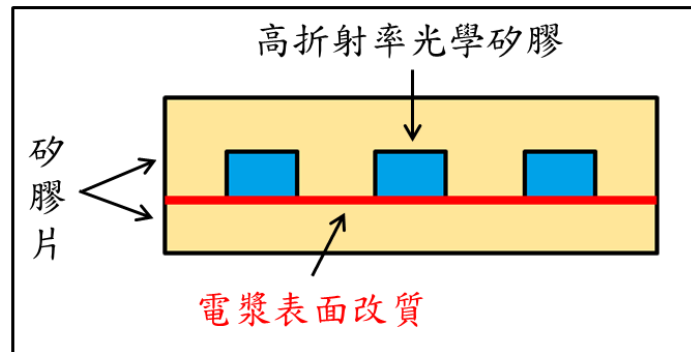


圖 4-38、微型波導結構示意圖。將兩矽膠片透過氧氣電將進行表面改質，對貼後於接面形成 Si-O-Si 共價鍵完成乾式貼合，接續灌注高折射率光學矽膠並固化即完成微型波導製作

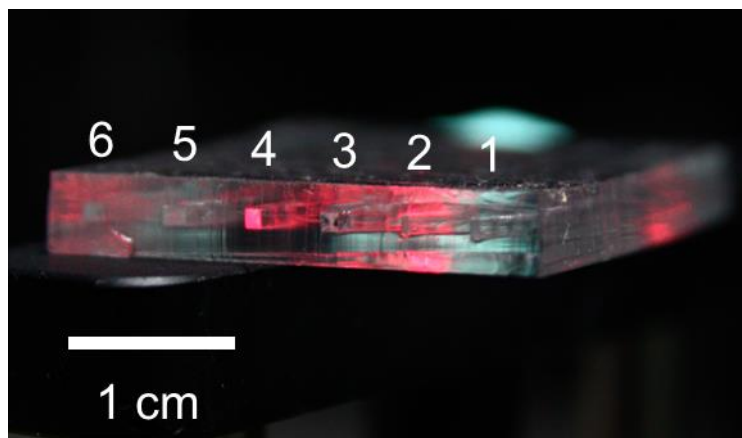


圖 4-39、微型波導實體圖。圖中包含 6 條波導，僅 4 號波導打光



圖 4-40、身體組成分量測實驗

開始讀取	肌力及肌張力數據顯示 請輸入受測者ID： 3 體重(kg)： 59.1 左腿肌肉量： 7.6 右腿肌肉量： 7.5 左腿肌電圖最大振幅 右腿肌電圖最大振幅
結束讀取	
左腿肌電圖顯示	
右腿肌電圖顯示	
左腳底左側壓力圖顯示	
左腳底右側壓力圖顯示	
左腳底下側壓力圖顯示	
右腳底左側壓力圖顯示	
右腳底右側壓力圖顯示	
右腳底下側壓力圖顯示	

圖 4-41、身體生理資訊量測人機介面

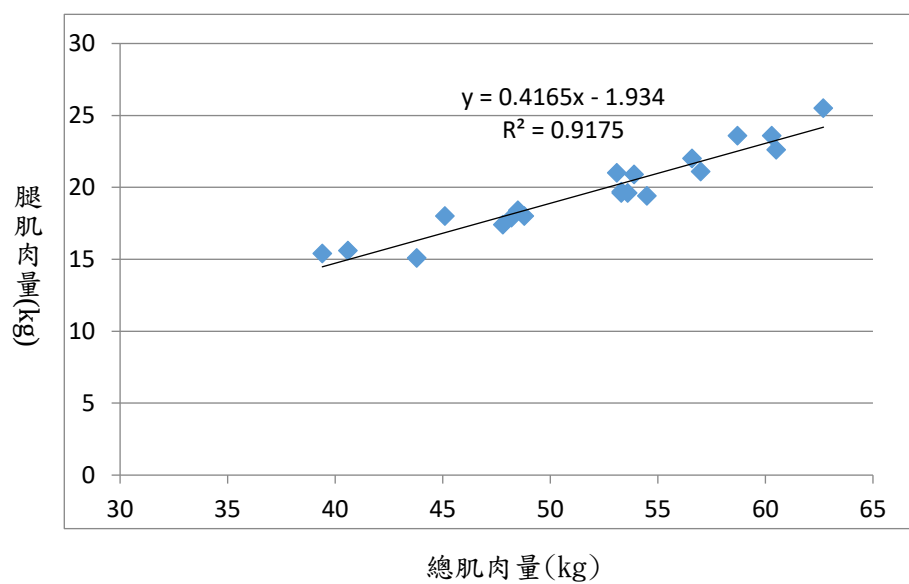


圖 4-42、總肌肉量與腿肌肉量關係圖

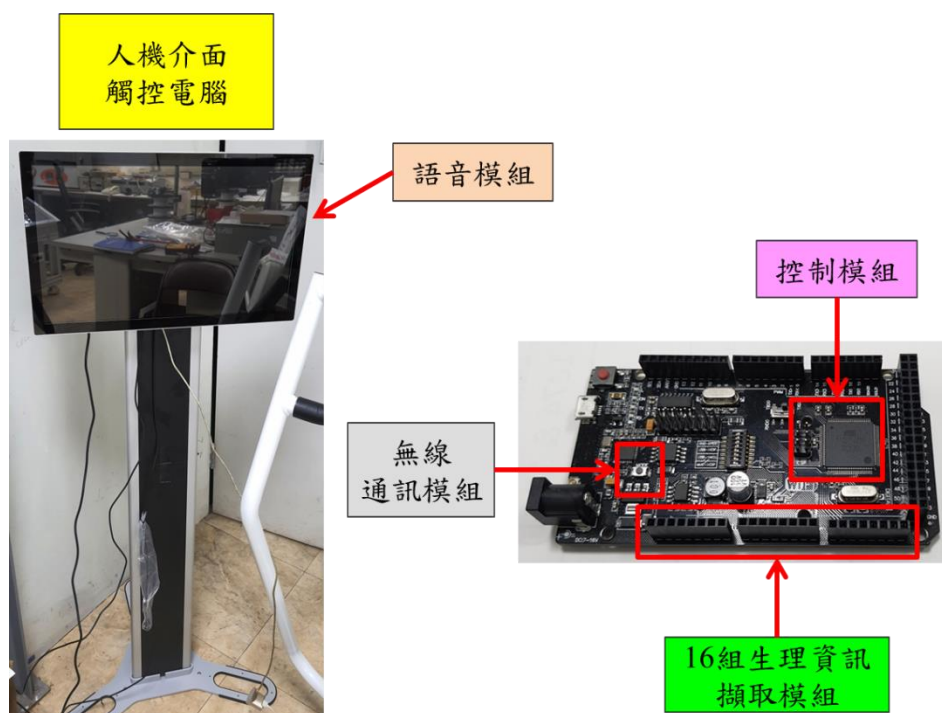


圖 4-43、智能復健裝置原型硬體圖



圖 4-44、布拉格光纖光柵實體結構圖

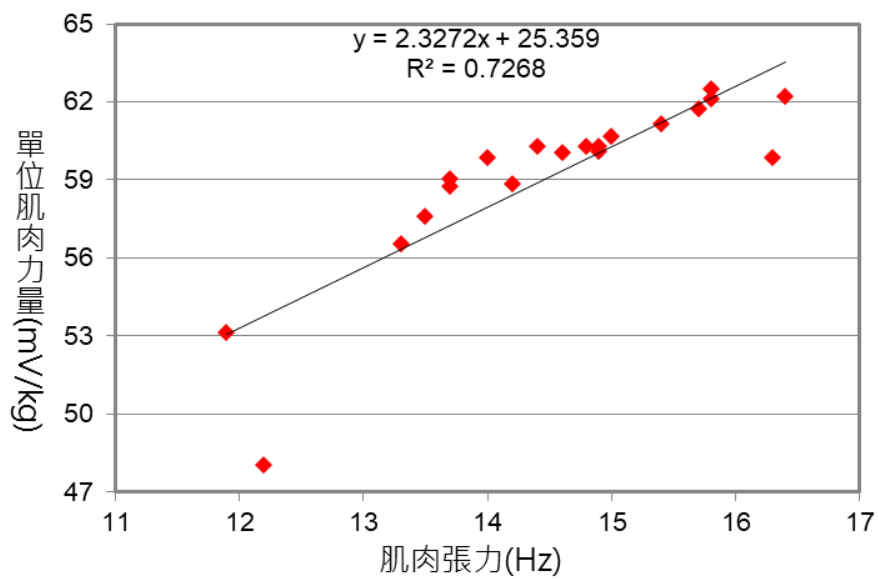


圖 4-45、肌肉力量與肌肉張力關聯曲線

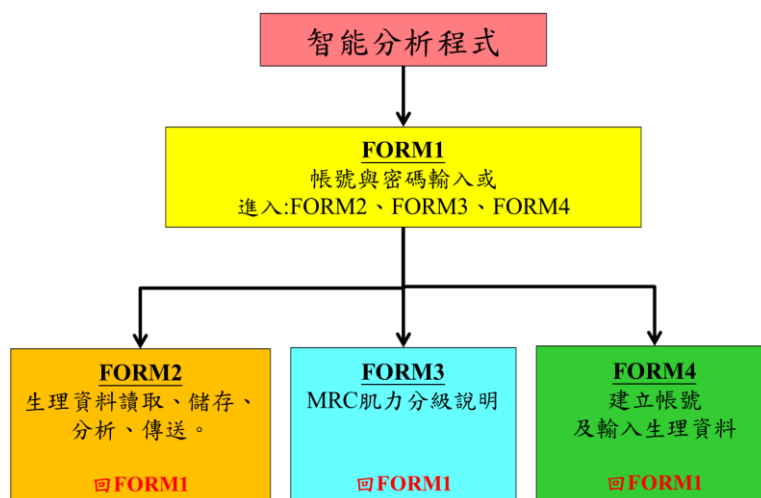


圖 4-46、人機介面程式架構圖

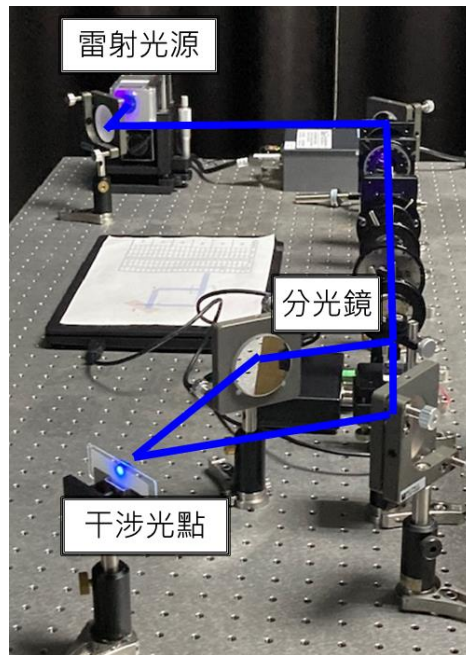


圖 4-47、雙光束干涉光學系統架設圖。利用藍光雷射架設類似 Mach-Zehnder 干涉儀架構之雙光束干涉，將光阻塗佈於矽基板表面並放置於圖中干涉光點處進行曝光，接續進行顯影與烘烤等相關步驟，可獲得週期性結構之光阻

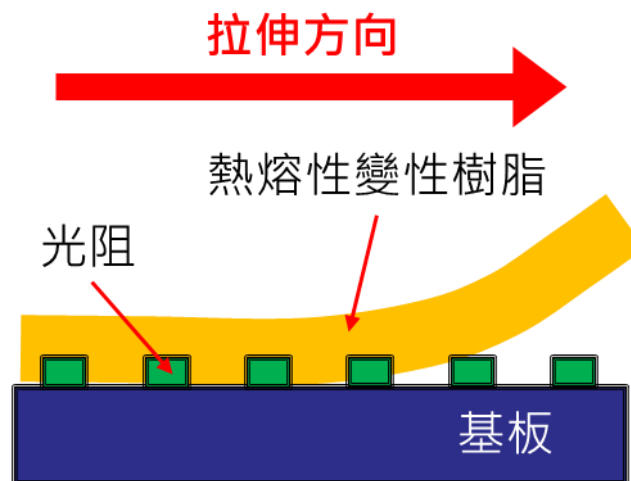


圖 4-48、熱熔性變性樹脂加熱拉伸示意圖。將熱熔性變性樹脂加熱拉伸置於具週期結構光阻之基板表面，等待冷卻後拉起，可將週期結構轉印，完成布拉格光纖光柵實體製作