

107 年度政府科技發展計畫 期末成果效益報告

計畫名稱：原子能系統工程跨域整合發展計畫(2/4)

執行期間：

全程：自 106 年 01 月 01 日 至 109 年 12 月 31 日止

本期：自 107 年 01 月 01 日 至 107 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

中華民國 108 年 01 月 01 日

目 錄

第一部分	1
壹、 目標與架構	2
一、 目標與效益	2
(一) 目標.....	2
(二) 效益.....	2
二、 架構	9
三、 實際達成與原預期目標之差異說明.....	15
貳、 主要內容	26
一、 執行內容	26
二、 遭遇困難與因應對策.....	27
三、 實際執行與原規劃差異說明.....	28
參、 人力與經費執行情形.....	29
一、 計畫人力運用情形.....	29
(一) 計畫人力結構 (E004)	29
(二) 人力實際進用與原規劃差異說明.....	29
二、 經費執行情形	30
(一) 經資門經費表 (E005)	30
(二) 經費支用說明.....	31
(三) 經費實際支用與原規劃差異說明.....	31
肆、 主要產出與關鍵效益 (E003)	32
第二部分	1
壹、 主要成果之價值與貢獻度.....	2
一、 「探索(Discovery)」:	2
二、 「發展(Development)」:	18
三、 「商業化(Commercialization)」:	31
四、 「推廣(Delivery)」:	37
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).....	44

貳、 檢討與展望	51
參、 其他補充資料	52
一、 跨部會協調或與相關計畫之配合.....	52
二、 其他補充說明	52
附表、【分年階段性目標達成情形與重要成果摘要表】	55

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

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

一、目標與效益

(一) 目標

本計畫的全程(106~109 年度)總目標為：1.精進核能安全、積極發展核設施除役與廢棄物處理技術，以維持核電營運並促進核後端相關產業發展；2.推廣輻射安全與輻射醫療技術，促進相關生物科技產業發展；3.發展電漿技術開發綠能生活智慧節能商品，帶動節能相關產業升級。

(二) 效益

1. 協助解決核管相關議題，提昇災害之風險分析與劑量風險管理能力，並有效支援電廠除役工作。
2. 提高用過核子燃料貯存安全，解決取出重置與設備相容性問題；提升乾式貯存筒劣化之評估與修護能力，改善貯存與運輸屏蔽分析能力。
3. 降低放射性廢棄物貯存數量，以增加貯存空間效益，減少未來處置費用。
4. 經清理之核設施，其土地廠房等均可規劃再利用，可節約常年維持費用。
5. 藉由實務作業提供技術驗證、精進與經驗傳承之平台，建立核能設施除役技術及人才。
6. 研發各式核醫藥物有助於平抑國內藥品價格造福國內病患，節省外匯流出並提升學術水準，對國家經濟與國人健康做出直接貢獻。
7. 完成迴旋加速器輻射偵檢系統更新，新功能可立即反映照射狀況是否正常，讓運轉人員快速判斷處理。並可用以建立照射中輻射劑量與核種產率關係，較目前使用照射量(微安培小時)來預估產率應更準確。
8. 建立放射性同位素銅-64 雙管單模組製程，成功銜接實驗室製程

到人造放射性同位素生產線製程，熱試車後核種純度最高可達到 99.5%以上。

- 9.發展前驅物 TEON 微流體無油真空純化技術，成功將前驅物於空氣或溶劑中的降解物與其他不純物移除，提高前驅物之純度。
- 10.建構新型多功能腫瘤探針與多鏈葡萄糖腫瘤診療藥物技術，提升腫瘤診斷敏感度與精確度，降低副作用的產生。
- 11.協助本所各項研發中新藥製備程序與品質驗證、藥物化學特性及成因分析，使研究新藥能正確應用並做為新藥審查、推動上市期程之依據。
- 12.以先進影像儀器如線上 CT 或類 CT 等形式協助工業、安檢與醫材等應用提升性能、產值與競爭力。
- 13.運用卷對卷(R2R)電漿鍍膜平台，與合作廠商東○公司共同開發出 TopCool 頂鑽 T70 頂級隔熱紙系列產品，可見光穿透率達 70.62%，紅外光(900 nm~2,500 nm)穿透率< 8.05%，紅外光阻隔率>90%，符合頂級隔熱紙之商用規格。
- 14.上述產品參加 2018 年台北國際汽機車 5 聯展配件類創新產品獎評選，在一百多件產品競爭中以獨特創新頂級節能膜生產技術榮獲銅牌獎，彌補國內頂級品生產技術長期遭國外大廠壟斷之技術缺口，協助國內產業技術升級。
- 15.協助合作廠商完成卷對卷(R2R)量產電漿鍍製頂級節能膜(Low-E 膜)量產設備之設計、製造、安裝及測試，預計 108 年度完成交機並結案，可協助合作廠商營業額年產值增加 10 億元以上之潛力。
- 16.本計畫開發之頂級節能膜，已在本所 013 館、立法院委員辦公室等地進行貼膜示範，並同時於台南沙崙交大辦公室進行光學、熱學、耐候性測試，以展示本計畫頂級節能膜之高性價比、高市場競爭力等優勢，落實商用效益。
- 17.完成電弧電漿離子摻雜金屬氧化物薄膜鍍膜技術導入電致變色元件製程，突破國外現有離子注入製程需分段製程的技術障礙，提供一步到位的全真空製程元件技術，進一步降低製程成本及提升整體製程穩定度。

● 國際比較與分析

(如有計畫執行前後之國際比較，請列出，並以表格方式呈現為佳。)

比較項目或 計畫產出成果	計畫執行前	計畫執行後
核二廠除役期間意外事件之替代輻射源項分析模式建立	美國電廠在替代輻射源項之應用已十分普遍，常用於解決核電廠之核管議題，惟國內尚待建立相關分析技術。	美國於 1999 年頒布 10 CFR 50.67，並於 2000 年發行相對應的法規指引 RG 1.183，作為使用替代輻射源項(AST)之劑量接受準則及執行 AST 之依據；目前美國運轉中的電廠皆已改採用 AST 於設計基準事故輻射劑量分析，從 2000 年迄今，美國與國際間其他國家已有數十個機組使用 AST 技術的應用案例。 目前我國三座核電廠之執照基準皆為 TID-14844，尚未使用 AST 技術，此計畫執行後，可建立我國自主 AST 技術，與國際技術接軌。
乾貯密封鋼筒裂紋評估導則研究	國際間針對乾貯密封鋼筒可能遭遇 CISCC 之裂紋評估，目前正開發評估導則技術並建議以 API-579 作為評估程序，國內雖曾有相關之研究，但為應用 ASME Sec. XI 作為評估規範，其彈塑性評估並不適用於乾	參考國際研發經驗，發展以 API-579 評估乾貯密封鋼筒產生 CISCC 裂紋之導則程序，並精進各項影響因子模擬，將進行案例分析驗證評估能力，以與國際技術接軌。

	貯密封鋼筒之尺度。	
乾式貯存筒劣化監測與修護能力	國內缺乏相關鹽霧腐蝕機制評估、裂紋監測及修補技術，國外正在發展中。	本計畫針對乾式貯存護箱鋼筋混凝土之非破壞檢測技術開發上主要有兩個方向，其一為敲擊回音檢測(IE)之技術重建及推進，其二則為非線性超音波(NUT)評量技術之開發。前者為 2000 年後本所發展之技術，係目前國內與國際上成熟之技術，也是鋼筋混凝土裂縫評估之重要技術，唯其人力判讀門檻仍高。由於本所當年設備逐一淘汰，既有技術及經驗將無以為繼，本計畫除期望能更新設備延續技術，此外，更增加 300 m 遠距檢測功能，改善過去檢測障礙。在非線性超音波(NUT)混凝土評量技術部分，該技術方法係在 2010 年後才在國際上具體能見，但仍處初創階段，多用於金屬材料非線性係數之量測，以評估其劣化狀況。本計畫將設計混凝土試片組及 NUT 檢測程序，期能成功量化試片之非線性係數(劣化狀況)，此為國際及國內技術尚未發展之

		處，期能有顯現之貢獻。
污染廢金屬熔鑄減容	核能國家如德國、瑞典、法國及美國等，都具有污染廢金屬熔鑄之設施與經驗，且允許放射性物質於某活度限制下，即可回收再使用。低污染廢金屬熔鑄之優點如下： 有極佳之減容效果。 ● 鑄錠表面積小，可減少腐蝕及核種釋出。 ● 可固定核種，減少其釋出。 ● 具降污效果，可助於再利用。	協助完成 TRR 除役後，三座廢熱交換器之熔鑄減容，有效減少污染金屬貯存空間，將有助於低污染廢金屬後續清潔外釋與再利用。
廢樹脂安定化	國際上對於廢離子交換樹脂之安定化處理技術包含高溫法、濕式氧化法、玻璃固化與其他固化技術仍處於研發階段，雖有個別成功案例，但不見大規模採用或普遍適用之情形，顯見依各國法規、環境、貯存與處置情形，仍有相當多技術待突破。目前捷克與斯洛伐克已採無機固化技術 SIAL® Matrix，完成除役核電	計畫執行高活度廢樹脂安定化技術發展，亦參考捷克與斯洛伐克之直接固化法案例，來發展安定化可行性評估；另本年度提出一種新穎粒狀陰陽離子交換樹脂分離技術(專利申請中)，期能有效減少高活度放射性廢樹脂容積，並提高安定化產物之品質穩定性與性能。

	廠內積存廢樹脂與污泥之固化，為具代表性之案例。	
放射性有機廢液處理程序建立	針對含有油脂或有機成分之低放射性廢棄物，因其複雜的特性仍是國際上各機構之研究重點。如英國 LLW Repository 公司所提出含油廢料之處理可行性報告，彙整提出熱處理、物理處理及化學處理三大方式。然而，上述處理技術偏重小型實驗室性質，考量各國放射性廢棄物之種類、特性及數量差異，此方面仍需加強研究。	計畫執行放射性廢棄物處理技術開發及作業，針對從外界接收而貯存本所之低放射性有機廢液，自行設計及建立總有機碳(TOC)降解程序之實體設備(200 公升級)，採高級氧化法利用高活性氫氧自由基破壞並氧化水溶液中之有機成分，並將其轉化為小分子、二氧化碳及水分子，使得廢液轉為無機廢液，提升本所貯存及管理方面之安全性。
新增銅-64 放射性同位素之研製技術	原未納入計畫之工作項目。	配合診療用同位素之研發需求，本年度新增「PET 核種銅-64 之研製」，並於 052 館鉛室建立純化設施，提昇產量，並可減少射源運送之輻射曝露；由於國內尚無團隊進行相關研究，因此，藉由本計畫建立自主技術。所完成之人造放射性同位素生產製程，已建立銅-64 之雙管單模裝置，並逐步熱試車獲得核種純度大於 99.5%之銅-64。

利用 X 光能譜產生與 X 光投影成像模擬程式，進行能階式材質解析演算法之解析能力模擬驗證	國際上能階式材質解析相關技術研究團隊，均具備透過造影條件與能譜參數優化等精進技術能力。囿於各團隊開發之造影系統不同，無法直接延用相同參數，且國內尚無團隊進行相關研究，因此，藉由本計畫建立自主技術。	完成以解析法為基礎之 X 光成像模擬器建置，可輸入不同造影參數(系統幾何、X 光能譜、待測物與偵檢器特性等)，產生 X 光模擬影像，與傳統實驗方式相比，可有效提升參數最佳化效率。完成以單能與能譜光子為條件之材質解析能力模擬驗證，結果顯示，材質有效原子序計算值與真值差異分別小於 2% 與 6%，符合國際水準。
靜態三維造影用陣列光源脈衝控制高速放射技術	國際上陣列光源技術研究團隊大多為光源組件技術之發展，而系統技術在文獻上揭露有限，且國內尚無其他團隊進行相關研究，故需建立自主技術。	建立陣列光源高速放射技術。藉由外部觸發信號，可精準調控各發射源之放射時間參數，並可與 X 光數位偵檢器進行同步運作擷取投影影像數據，加上陣列光源無須藉由機構移動，即可由不同角度照射被測物之特性，可大幅縮短 3D 造影檢測所需要的掃描時間。建立此技術後，在 1x1 binning 模式下，每秒可擷取 4 張以上之投影影像，符合國際水準。
金屬氧化物薄膜鋰離子注入技術	非真空化學濕式注入法，產生化學液態廢棄物，污染環境。	真空鍍膜時同時注入鋰離子，乾式製程，環保節能降低成本。

二、架構

細部計畫		子項計畫 (本所填分項計畫)		主持人	共同 主持人	執行 機關	計畫原訂目標	計畫效益與 目標達成情形 (請扼要說明，每項建議不 超過 100 字，可明確呈現個 別計畫之效益)
名稱	預算數/ (初編決算數) (千元)	名稱	預算數/ (初編決算數) (千元)					
原子能系統工程跨域整合發展計畫	245,954 (245,891)	1.核電營運 安全領域關鍵技術發展	44,097 (44,083)	施○樑	荊○安	核工組	確保國內現有核能電廠在設計年限期間之安全運轉，提昇天然災害之風險分析與防禦能力。在用過核子燃料之處置議題方面，則在提升用過核子燃料池之安全性，以及乾式貯存筒劣化之評估與修護能力與運輸屏蔽分析能力。	1. 整編核一、二、三廠之 SBO JLD-10109 核能管制案「強化核電廠因應電廠全黑能力至 24 小時」多年來之研究成果，且反映最新之狀態，建立擬定緩抑措施與策略導則。 2. 完成核二廠除役期間燃料池島區系統分析與廠內肇始事件分析報告。 3. 鹽霧應力腐蝕實驗室建置及實驗執行，目前完成 304L 不銹鋼在模擬海水下之腐蝕電化學行為研究，並針對鹽霧腐蝕機制與修補技術之國外研究完成調查。 4. 發展「BWR 燃料間隙熱傳導係數建立」技術，目的在建立一套自主的 BWR 燃

								料間隙熱傳導係數計算技術，可用於 BWR 熱傳暫態分析。自主計算取得分析需要之燃料間隙熱傳導係數；解決過去必須由燃料廠家提供相關數據狀況。 5. 完成熱室 H 型機械手臂國內自主設計、製作與維護技術開發，提升熱室設備自主製作維護能力與降低維護成本。 6. 建立乾式貯存設施分析方法與流程，對國內現有之乾式貯存設施做為案例進行用過核子燃料貯存，完成乾貯設施之外部事件安全評估 7. 完成 RC 應力波設備設備採購及檢測程序確認，並購置探頭及含損試片，運用非線性超音波檢測進行初步確認。 8. 完成用過核子燃料運送系統設計流程分析和室內貯存設施屏蔽分析流程之建立，並依此提出運送/貯存技術需求與考量要點，並
--	--	--	--	--	--	--	--	--

							完成「用過核子燃料運送安全評估技術程序需求分析」報告，INER-14046R。
		2.核設施除役清理及放射性廢棄物處理技術開發與執行	96,641 (96,615)		李○暉	工程組	針對現有清理作業中產生之放射性廢棄物，進行減量處理及安全貯存管理。執行之清理改善及廢棄物減量處理工作，包含有：(1)台灣研究用反應器(TRR)設施除役技術開發及清理作業；(2)核設施清理；(3)放射性廢棄物處理技術開發及作業。 1.「TRR 爐體廢棄物拆解計畫書」送物管局審查。 2.TRR 燃料池除污廢液處理，完成 32 桶處理，符合本所液體廠接收標準，並申請液體廠接收。 3.完成所內 DSP 污染土壤輻射量測系統製作及性能驗證。 4.完成接收 38 罐 TRR 燃料池鈾泥、安定化處理 58 罐鈾泥及封裝移送 5 組安定化產物貯存外罐；另配合 IAEA 來所，完成 2 組貯存外罐之核子物料量測。 5.完成 5 桶放射性含油污泥之固液分離前處理作業，完成 1 桶編號 T3 高活度廢機油前處理作業。
		3.核子醫藥及醫材與儀器之應用研究	54,028 (54,005)		張○賢	同位素組	發展腦神經退化診斷藥物、腫瘤或癌症診斷或治療藥物、放射影像醫材，以及同 1.完成迴旋加速器輻射偵檢系統更新，新功能可立即反映照射狀況是否正常，讓運轉人員快速判斷處理。並可用以建立照射中輻射劑量與核種產率關係。

							步應用中型迴旋加速器產製同位素或開發相關技術，分為 (1)迴旋加速器暨放射性同位素製程設施精進與應用 (2)建構腫瘤導向性鉑類藥物與多鏈醣癌症探針技術，發展新型癌症診療藥物；利用3D列印輸出作為組織之基材以製作人工組織。	2.完成液體靶改善設計製作，每批氟-18所生產活度將進行測試。 3.建立毫居里級氟-18 氟化氫放射性同位素產製製程，成功以注射用水產製放射性同位素氟-18，大幅度減低研發成本。 4.完成銅-64 銜接性製程之建立，成功進行熱試，銜接實驗室級程序到生產線製程，並逐步提升放射性同位素核種純度到 99.5%。 5.成功開發微流體無油真空乾燥技術，順利移除降解物與不純物，提高前驅物 TEON(TEONM)之純度。 6.完成腫瘤導向性鉑類藥物 NIR790-Pt 之合成與 HPLC 純化分離，完成腫瘤導向性鉑類藥物 NIR790-Pt 之生體分佈與組織內鉑含量分析，以動物螢光模式偵測，經計算腫瘤/肌肉攝取比可大於 3，腫瘤/肝臟攝取比可大於 1。 7.完成改良型多鏈葡萄糖造
--	--	--	--	--	--	--	---	---

							影劑 68Ga-NOTA-PEG-G3 之製備、生物分佈及 PET/CT 造影。 8. 完成以解析法為基礎之 X 光成像模擬器建置，可依需求模擬不同造影情境輸出 X 光影像，減少實測花費之人力時間成本。完成以單能光子與能譜光子為條件之材質解析能力模擬驗證，測試結果顯示，材質有效原子序計算值與真值差異，分別小於 2% 與 6%，符合預期規劃(≤ 10%)。 9. 高壓電源對感測器均勻度特性影響研究，完成初始版均勻度修正表建立。
		4. 電漿技術之節能應用開發與前瞻研究	51,188 (51,188)		詹○均	物理組	建立一套工業級大型捲揚式(卷對卷)電弧電漿鍍膜量產系統，協助我國節能膜製造業全面升級及開發智慧調光薄膜元件等節能產品，落實政府科技研發民生應用與產業發展。 1. 完成卷對卷電漿鍍膜量產製程設備開發，適用於頂級低熱輻射膜、電致變色膜、薄膜電池等節能膜量產製造，產品符合商業規範。 2. 完成快速變色玻璃與光感測器之模組整合驗證，達成 2 秒內 40% 光穿透度變化目標，提升未來車用鏡頭於不同光照環境下之穩定性與

								精確度。並參展台灣創新技術博覽會，獲選為亮點技術及媒體報導，相關專利獲銅牌肯定。
--	--	--	--	--	--	--	--	--

註：初編決算數=實支數+保留數=執行數

三、實際達成與原預期目標之差異說明

預期目標	實際達成情形	差異分析
分項一： 1. BWR 及 PWR 電廠全黑整合性技術評估與策略擬定 2. BWR 燃料間隙熱導係數計算方法 3. 室內乾貯系統之廠房溫度評估 4. 圍阻體噴灑移除模式分析方法建立 5. 核二廠除役期間意外事件之輻射源項計算方法研究 6. 核二廠除役期間意外事件之替代輻射源項分析模式建立 7. 管路組件核種分佈量測及模擬等技術發展及可行性評估，並完成報告 1 篇 8. 國內核電廠管路內核種組成評估，完成報告 2 篇 9. 遠端從動式機械手臂組件研析與設計 10. 研析國際熱室內套管封裝焊接技術 11. 彙整研析國際用過核子燃料池中子劣化	分項一： 1. 完成「BWR 及 PWR 電廠全黑整合性技術評估與策略擬定」研究報告，INER-13851R。 2. 完成「BWR 燃料間隙熱傳導係數建立」研究報告，INER-14036R。 3. 完成「乾貯護箱置於室內的廠房溫度分析探討」研究報告，INER-14083。 4. 完成「設計基準事故圍阻體噴灑移除模式之研究」報告，INER-14135R。 5. 已完成核二廠除役期間意外事件之輻射源項計算方法。 6. 完成核二廠除役期間意外事件之 AST 分析模式建立研究報告。 7. 完成核種量測研究「Determination of plutonium-241 in low-level radwastes using radiochemical separation combined with LSC, alpha spectrometer and ICP-MS」SCI 論文。 8. 完成「以參考電廠資料建立核一廠除役比例因數」研究報告，INER-14222R 及「以參考電廠資料建立核二廠除役比例因數」研究報告，INER-14012R。 9. 完成熱室 H 型機械手臂國內自主設計、製作與維護技術開發，提升熱室設備自主化與降低維護成本。 10. 完成國際熱室內套管封裝焊接技術資料蒐集與研析。 11. 完成國際用過核子燃料池中子劣化數據與老化管理方案之蒐集與	分項一： 目標達成度約 <u>100%</u> 。

數據與老化管理方案	彙整。	
12. 研析掃描式渦電流檢驗適用技術	12. 完成「渦電流量測核子反應器組件氫含量技術簡介與可行性研究」，INER-14238。	
13. 不同氫含量標準試片製作	13. 完成銦(4)合金平板充氫試片製作，氫含量為 300、600 與 900 ppm。	
14. 完成核設施場址天然災害組合矩陣定性分析方法論報告	14. 完成「核設施場址天然災害組合矩陣定性分析方法論」研究報告，INER-13871。	
15. 完成天然災害組合矩陣與發生頻率量化報告	15. 完成「天然災害組合矩陣與發生頻率量化」研究報告，INER-14233。	
16. 輻射事故的各式健康風險影響評估研究	16. 完成「核設施正常運轉下偶發事件造成的健康風險影響研究」研究報告，INER-14111R。	
17. 核設施正常運轉下偶發事件造成的健康風險影響研究	17. 完成「輻射事故健康風險影響評估研究」研究報告，INER-14138R。	
18. 核二廠用過核子燃料池肇始事分析與頻率計算	18. 完成「核二廠除役期間燃料池島區系統分析與廠內肇始事件分析」研究報告，INER13894R。	
19. 乾式貯存風險分析方法論建立及案例分析	19. 以核一廠乾式貯存設施進行案例分析，完成「乾式貯存設施外部事件風險評估方法論研究」研究報告，INER-14241R。	
20. 核一廠 MAAP5 程式燃料池參數檔報告資料蒐集	20. 已根據 MAAP5 程式所需之使用者輸入參數資料建立參數檔並完成「核一廠 MAAP5 程式燃料池參數檔建立」技術報告，INER-OM-2294R。	
21. 核一廠 MAAP5 燃料池案例分析與驗證	21. 完成「核一廠 MAAP5 程式燃料池參數檔建立」技術報告，INER-OM-2294R 及「核一廠 MAAP5 程式燃料池模式 SBO 與 LOCA 下噴灑救援案例分析」研究報告，INER-14236R。	
22. 執行用過核燃料乾貯、運送，與最終處置設施之技術資料蒐整研讀並完成報告 1 篇	22. 針對乾貯設施長期貯存與高放廢棄物罐處置條件，完成「中期貯存密封鋼筒裂紋安全評估介紹」研究報告，INER-14014R 與「高放射性廢	

23. 執行用過核燃料單一燃料束封裝標準化設計概念開發 24. 完成 RC 應力波檢測設備建置及裂縫檢測程序 25. 非線性超音波檢測設備建置 26. 經電廠/現場 mockup 測試實驗完成含損試件之設計 27. 分析國內電廠現有護箱混凝土開裂及風化之劣化機制 28. 執行乾式貯存筒鐳道殘留應力模擬分析 29. 完成 SS304L 於模擬海水環境下之腐蝕行為研究研究報告 30. 完成相關修補技術收集及可行性評估 31. 執行鹽霧應力腐蝕檢測技術收集及可行性評估 32. 執行室內乾貯設施相關文獻之蒐集 33. 完成用過核子燃料	棄物罐之機械負載應力分析」研究報告，INER-14033R。 23. 針對美國深鑽孔處置與單燃料束貯存罐設計概念，完成「深井鑽孔處置高放射性廢棄物之概念與參考設計」研究報告，INER-14027。 24. 完成設備採購及檢測程序確認。 25. 完成非線性超音波檢測設備建置及測試報告。 26. 完成含損試件設計及採購。 27. 完成文獻收集及劣化機制探討，並於燃材組內小組會議進行分析說明。 28. 建立乾式貯存密封鋼筒材料數據及有限元素模型，並已完成密封鋼筒屏蔽上蓋與結構上蓋封鐳鐳道殘留應力模擬分析。 29. 進行密封鋼桶成分分析、腐蝕試驗配置、進行腐蝕試驗測試與進行 304L 不銹鋼在模擬海水試驗下之腐蝕速率評估，並已完成「304L 不銹鋼在模擬海水下之腐蝕電化學行為研究」研究報告，INER-14217。 30. 完成修補技術蒐集、侷限性評估包含時間、空間、修補後應力與變形...等等，可做為下階段研究之重要參考。 31. 完成鹽霧應力腐蝕檢測技術蒐集及侷限性評估包含時間、空間、裂紋特性...等等。並完成「不銹鋼乾貯筒鐳道劣化檢測及修補技術發展現況」報告，INER-S0665。 32. 完成設施設計、劑量評估相關文獻之蒐集。 33. 完成「用過核子燃料運送安全評估	
---	---	--

室內貯存/運送安全評估技術程序需求分析報告 1 篇 34. 執行探討蒙地卡羅效率相關文獻之蒐集與整合分析	技術程序需求分析」研究報告，INER-14046R 與「用過核子燃料室內乾式貯存設施屏蔽分析技術需求」研究報告，審核中。 34. 完成蒙地卡羅程式運用相關文獻之蒐集。	
分項二： 2-1 1. 燃料池池區輻射劑量率及活度量測 2. 燃料池冷卻水系統管線拆除及淨化系統內離子交換單元鉛牆拆除 3. 燃料池除污廢液申請接收及運送液體廠 4. 貯存池 114 組突出池底結構支撐架剪除、傳送池內軌道拆除 5. 執行燃料乾貯場廢土量測系統校正及驗證作業 6. 「燃料乾貯場(DSP)貯存孔區清除工程」委託設計監造履約管理作業 7. 評估切割參數以擬定	分項二： 2-1 1. 完成燃料池池壁加馬量測設備載台設計、製作、測試及轉運池區活度量測。 2. 盤點燃料池冷卻水系統管線、輻射強度偵測及規劃拆除工序，並完成管線與鉛牆拆除作業及廢棄物處理。 3. 依除污廢液取樣分析結果，建置處理設備及程序規劃，並完成程序模擬測試符合處理目標，總計完成 32 桶(約 6,700 公升)處理符合本所液體廠接收標準，並完成申請液體廠接收。 4. 燃料池底 114 組結構支撐架拆除，需配合支撐架周圍鈾泥清除後執行，因池區輻射強度較高，為符合 ALARA 原則，鈾泥清除執行時間較長，待完成燃料池池底鈾泥清除作業後，池區輻射強度大幅降低，預計 108 年第 1 季完成支撐架拆除。 5. 完成燃料乾貯場廢土量測系統校正、驗證及所內技術報告 1 篇，INER-14007。 6. 完成「015W 館貯存孔區清除工程委託設計及監造技術服務」招標，並簽核成立本所審查小組，已於 10 月 18 日完成細部設計文件審核。 7. 已依 TRR 爐內組件擬定切割參數撰寫水下帶鋸機製作規範書，發包製	分項二： 目標達成度 >98%。

水下切割機具中刀具的規格 8. 完成 TRR 爐體廢棄物拆解計畫書 9. 清理廢棄物偵檢、篩選及除污處理 10. 清理廢棄物偵檢、篩選及除污處理，經解除管制量測實驗室鑑定認可 11. 進行低放射性土壤輻射檢測系統線上運轉，並根據現場作業需求，調整系統功能 2-2 1. 熱室高活度廢棄物分類、檢整與封裝作業 2. TRR 燃料池鈾粉熱室安定化作業 3. TRR 廢熱交換器熔鑄減容處理 4. 「ZPRL 拆除工法規劃」撰寫 5. 加馬相機專用電子系統架設	作水下帶鋸機，預計 108 年 6 月完成製作。 8. 完成「TRR 爐體廢棄物拆解計畫書」5 月 22 日提送物管局審查。物管局於 8 月 21 日至本所進行審查勘查會議。會議決議請本所針對拆解廢棄物暫貯設施，撰擬「012 館及延遲槽廠房安全評估報告」，於 108 年 2 月前提送物管局後，將再接再續第二回合審查作業。 9. 完成 10.4 公噸之清理金屬廢棄物偵檢、篩選及除污處理。 10. 清理金屬廢棄物 10.4 公噸，經解除管制量測實驗室鑑定認可，符合外釋標準。 11. 完成一套土壤污染量測系統製作，可於 1 分鐘內完成 Cs-137 之活度檢測及貯放分流之線上運轉。 2-2 1. 完成將存放熱室之化校報廢射源 4 只與報廢射源 1 只，依規定移送至化工組廢料庫。 2. 完成接收 38 罐 TRR 燃料池鈾泥、安定化處理 58 罐鈾泥與封裝移送 5 組安定化產物貯存外罐，並經 IAEA 來所執行 2 組貯存外罐之核子物料量測。 3. 完成年度 TRR 廢熱交換器金屬熔鑄減容 5 爐次，檢整鑄錠總計 47 錠，重量約 22 公噸。 4. 完成「ZPRL 拆除工法規劃」研究報告，INER-14037R。 5. 完成加馬相機專用電子系統架設：針對成像探頭之電訊號特性，以 NIM 商用模組架設專訊號處理系	
--	--	--

6. 加馬相機校正工具軟體建立 2-3 1. 執行放射性含油污泥之前置處理作業 2. 污泥固液分離作業 3. 建立高複雜廢液之實驗型預處理設備 4. 執行高活度廢機油前處理作業 5. T-3 貯槽設備改善作業 6. 撰寫 106-107 年度本計畫水泥固化廢棄物桶取樣分析及分類技術報告 7. 既存及計畫產生可燃廢棄物減容焚化處理 8. 遙控取出乏燃料套管、提籃執行切割整檢包裝 9. 完成一組模擬樹脂全尺寸 200 公升無機聚合固化試體 10. 廢樹脂熱處理 11. 完成 3m³ 金屬容器設計 12. 既有 480 桶固化體之核種濃度整桶計測及建立比例因子	統，建立參數調整功能，並進行顯像性能優化調校。 6. 完成 a.晶體碼對應表工具；及 b.能量窗篩選工具二項加馬相機校正工具軟體建立，並以實測數據驗證功能正確。 2-3 1. 完成 5 桶放射性含油污泥之底渣與廢液分離及前處理作業。 2. 完成 10 公秉污泥固液分離作業。 3. 建立有機含氫廢液之實驗型總機碳降解設備。 4. 完成 1 桶編號 T3 高活度廢機油前處理作業。 5. 已完成 T-3 貯槽設備內襯橡膠改善。 6. 完成 106-107 年度本計畫水泥固化廢棄物桶取樣分析及分類技術報告，INER-13929R。 7. 完成既存及計畫產生可燃廢棄物減容焚化 15.5 噸。 8. 完成年度累計乏燃料套管切割數 170 支及提籃 31 支切割、整檢包裝。 9. 完成一組全尺寸模擬樹脂無機聚合固化試體，其抗壓測試及溶出測試均符合法規要求。 10. 完成廢離子交換樹脂熱處理技術探討報告，INER-14131。 11. 完成 3m³ 金屬容器設計研究報告一篇，INER-14240R。 12. 本年度完成所內固化體整桶計測 120 桶(累計完成 228 桶)，並完成取樣 6 桶。	
分項三： 1. 中型迴旋加速器精	分項三： 1. 完成迴旋加速器輻射偵測系統精進	分項三： 目標達成率約 98%。

進:精進改善輻射偵測系統 2. 改善 F-18 及 Zr-89 放射性同位素生產系統,提升可靠度和產率 3. 放射性同位素研製 4. 微流體技術應用 5. 建構腫瘤導向性鉑類藥物(Pt-NIR)化學結構設計、合成、純化方法、物化性質鑑定、藥物細胞生物特性分析 6. 完成改良型多鏈葡萄糖癌症造影劑前驅物製備 7. 生物可分解材料和分解環境(無生物)之條件分析,如:pH、溫度和濕度對分解效率之影響 8. 利用 X 光能譜產生與 X 光投影成像模擬程式,進行能階式材質解	改善,已可與加速器連線運轉中。 2. 完成高功率斜面液體靶設計製作,目前進行照射測試中,Zr-89 同位素研製已完成,因尚未獲得原能會生產物質執照,還未執行相關照射產率測試。 3. 由同位素組與化學組合作研發完成銅-64,發展至同位素組研發計畫與藥產中心合作銜接研製,核種純度達 99.5%以上。 4. 原前驅物 TEON(TEONM)定量或不定量貯存,發展至前驅物 TEON(TEONM)依計畫研發設計充填量貯存,純度提升。 5. 完成腫瘤導向性鉑類藥物 NIR790-Pt 之合成與 HPLC 純化分離,經質譜分析,獲得目標產物。並完成動物實驗之生體分佈分析。腫瘤/肌肉攝取比可>3,腫瘤/肝臟攝取比可>1。 6. 完成改良型多鏈葡萄糖造影劑 ^{68}Ga-NOTA-PEG-G3 之製備、生物分佈及 PET/CT 造影。 7. 以幾丁聚醣、果膠和玉米糖膠進行篩選。幾丁聚醣 100%、70%、50%和 0%搭配玉米糖膠進行混合鑄膠,玉米糖膠黏度太高,混合後均質度差。幾丁聚醣 100%、85%、70%、30%和 0%與果膠進行混合後之效果較佳,且透明度好。進行細胞實驗,其細胞親和度高,不會造成細胞大量死亡。幾丁聚醣以 100%、70%以及 0%分別和果膠進行混合後製作薄膜,於 37°C、pH 6 和濕度 100%的條件下,在 48 小時內可以分解完全,可做為藥物緩釋候選載體。 8. 以行李安檢常見材質建立標準樣品特性資料庫(有效原子序包含 5.5 至	
--	--	--

析演算法之解析能力模擬驗證 9. 影像感測器讀出電子操作技術研究 10. 高壓電源控制與感測器均勻度關係研究 11. 建立靜態三維造影用陣列光源脈衝控制高速放射技術 12. 以實驗室X光成像系統進行能階式材質解析能力實測驗證。 13. 影像感測器無縫拼接技術建立。 14. 建立靜態造影3維成像多角度掃描技術。	13), 分別利用理想單能光子(40 keV 與 90 keV)與能譜光子(90 kV 與 140 kV)條件進行模擬成像, 完成標準材質有效原子序解析能力模擬驗證, 結果顯示有效原子序計算值與理論值誤差分別小於 2%與 6%。 9. 建立感測器讀出電路模組之讀出電子操作技術, 並完成電路模組功能驗證實驗。 10. 建立感測器均勻度量測方法, 並完成感測器模組均勻度校正表 1 套。 11. 撰寫陣列光源之脈衝放射同步控制程式, 完成陣列光源高速放射之時間參數調控機制。藉由控制程式及 DAQ 介面卡, 可依據外部觸發信號, 產生 ENABLE 及 REQUEST 等信號精準調控各發射源之放射時間參數, 並將信號傳輸轉換為符合系統所需之通訊介面規範, 完成建立陣列光源高速放射技術的預期目標。 12. 以行李安檢常見的 7 種材質進行解析能力實測, 包含 4 種安檢常見材質(水、鋁、鹽與鐵)與 3 種模擬爆裂物(TNT、C4 與 Semtex 炸藥), 有效原子序由 7.26 至 26, 於本所實驗室造影系統實測結果顯示, 有效原子序計算值與參考值誤差均小於 6.5%。 13. 建立影像感測器無縫拼接技術方法, 並完成 4 模組拼接之影像感測器製作。 14. 建立自動化快速多角度掃描技術, 以陣列式光源完成乳房攝影認證假體 (ACR mammography accreditation phantom)造影程序, 並利用自行開發之靜態 3 維斷層合成 X 光影像重建程式完成影像重建。	
分項四：	分項四：	分項四：

4-1 1. 完成量產系統之頂級低熱輻射率膜製程驗證評估,可見光穿透率$\geq 60\%$,紅外線隔率率$\geq 90\%$,性能與國際大廠同等級進口品規格相當,價格更經濟實惠,符合商用規範 2. 運用量產系統之節能膜光學特性監控系統及製程飄移修正系統,完成鍍膜即時微調控制機制,鍍膜率誤差$\leq 2\%$ 3. 開發面積(20 cm×20 cm)之功能性金屬氧化物薄膜之磁控式平面型靶材電弧電漿源 4. 建立電弧電漿診斷技術,進行電漿密度、電子溫度、與電漿電位量測分析 5. 探討脈衝式電弧電漿源之不同輸入電壓波形對微粒產生之影響	4-1 1. 運用卷對卷(R2R)電漿鍍膜平台,完成頂級低熱輻射率節能膜產品 T70 開發及驗證評估,封裝後可見光穿透率達 73%,可見光反射率 8.92%,紅外線反射率(1,400 nm ~2,200 nm)$\geq 90\%$,紅外光(780,nm ~2,500 nm)阻隔率達 87.2%,性能與國際大廠(舒熱佳、V-Kool 及樂瑪等)產品規格相當,價格卻更經濟實惠(圖 4-1)。合作廠商東○公司以此產品參加 2018 年台北國際汽機車 5 聯展配件類創新產品獎評選榮獲銅牌獎(圖 4-2)。另外,執行合作廠商「可撓式節能膜少量試產」技術服務案,技服收入 100 萬元,專利應用 2 件。 2. 配合卷對卷量產系統已建立製程光學監控系統,全系統含 4 個 300 nm-900 nm 之穿透光譜量測點,可進行 PET 縱向長時間製程飄移及橫向鍍膜均勻性之量測分析,供製鍍低熱輻射率節能膜時監控,製程穩定性可控制在$< \pm 5\%$,鍍膜速率誤差$\leq 2\%$(圖 4-3)。 3. 完成國內首次以電弧電漿技術鍍製 20cm×20cm 互補式電致變色元件,研發出最高規格灰色系列變色特性,整體元件穿透度變化可達 63%(圖 4-4、4-5)。 4. 運用相關程式語言編寫模擬電弧電漿沉積鈦金屬靶材(純 Ar 氣體環境下)分析,已完成電弧電漿沉積純金屬靶材(純 Ar 氣體環境下)模擬分析,已完成表面金屬靶材上之電子與離子分布情形。 5. 國內首次以多頻道電流模式輸出沉積電致變色之氧化鎳電極薄膜。經改良電漿源之工作電流已將微粒尺寸降低超過一個級數(2um→0.02	4-1 目標達成度約 100 %。 (請參考附件佐證圖表,圖 4-1~4-6)
--	---	--

4-2 1. 藉由環保的太陽能電池同時提供電致變色調光元件所需之電力及感測功能，更進一步節省電控成本，完成可隨環境智慧變化之 20 cm × 20 cm 自退色型可撓式薄型電致變色節能膜模組動態展示，整體模組太陽輻射熱取得率(SHGC, solar heat gain coefficient)值調控範圍達 0.6，並優先推廣至汽車節能市場，未來逐步導入智慧建築節能窗市場 2. 將全固態薄膜電池元件的單位能量密度提昇至 1,400 Wh/L(為傳統鋰電池能量密度之 4 倍)。並提供在 100% 深充放電測試條件下，循環壽命大於 900 次且電容量仍保有原始電容量 60%以上之全固態薄膜電池元件，提供未來建築節能感測模組所需之能量捕捉模組關鍵電力來源	um)(圖 4-6)。 4-2 1. 完成 20 cm × 20 cm 自退色薄型電致變色節能膜模組製作，整體模組太陽輻射熱取得率值(SHGC, solar heat gain coefficient)調控範圍達 0.62。並以面積 7 cm x 19.5 cm 功率 1.18 Watt 之太陽能電池提供電致變色調光元件所需之電力及感測功能，於開路電壓 9.4 伏特下驅動電致變色元件，其可見光穿透度可於 13% ~ 76%間變化，可得元件可見光穿透度變化(ΔT)達 63%。(圖 4-7)更進一步針對電致變色元件小面積之市場應用進行測試，完成電致變色元件整合光感測器進行不同光照度環境下之鏡頭影像測試，提升未來自駕車車用鏡頭，於不同光照環境下之穩定性與精確度。並參展 2018 年台灣創新技術博覽會，獲選為展前記者會發表亮點項目之一及大會指定 20 項亮點技術之一，並接受國內媒體訪談於多個網站刊登，提升本所技術能見度，相關專利競賽獲銅牌肯定。(圖 4-8)。 2. 完成可撓曲之全固態薄膜鋰電池開發(SS304HTA/LiCoO₂/LiPON/Li)，放電電容量能量密度為 1,410 Wh/L，相當於 37.1 $\mu\text{Ah}\mu\text{m}^{-1}\text{cm}^{-2}$。並於 1C 充放電的條件下，經 2100 次的放電測試，整體電池電容量仍可維持初始放電電容量的 82%，提供未來建築節能感測模組所需之能量捕捉模組關鍵電力來源。(圖 4-9)。	4-2 目標達成度約 100 %。 (請參考附件佐證圖表，圖 4-7~4-9)
--	--	--

4-3 1. 藉由磁場、電場之設計，提升電弧斑運動速度與擴大電弧斑移動範圍。並提升薄膜緻密性及靶材利用率，以降低生產成本 2. 建設一間符合輻防法規的 DPF 裝置實驗室，並著手 DPF 實驗設備的架設；同時亦擬建立一套 DPF 核融合反應的理論模型，並根據此模型來開發一套低維度的理論計算程式，做為未來的理論研究用並輔助實驗；同時規劃以 DPF 基礎來開發高能離子佈植技術，協助表面改質與新材料開發	4-3 1. 電弧電漿鍍膜的機制，主要是利用陰極靶材表面上的電弧點(熱點)在靶材表面快速的移動，進行電漿放電。因此磁場分布優化的目的為設計磁場方向與大小，利用磁場導引電弧點的游走，讓電弧點可以均勻掃過全靶面，停留在某一點位置時間相對短進而使靶材有效達到冷卻效果，使熱能不易累積，不僅提高靶材利用率並改善薄膜的緻密性。(圖 4-25) 2. DPF 為一可產生游離輻射裝置且歸類為許可類輻射設備，依法規將 DPF 輻安評估報告送至原能會，通過第一階段審查，完成取得 DPF 實驗室建設許可。另在培訓操作人員資格上，已派 2 員完成規定之輻防訓練。完成 DPF 實驗裝置之真空系統及 DPF 反應腔的建置，真空系統的 PLC 程控可將 DPF 腔體充氣(N₂,D₂)自動控制在 1-20 Torr 間任一設定值，以利實驗參數設定。配合輻防評估報告規劃建立 DPF 輻射監測設備，偵測 DPF 輻射源的造成累積劑量，將持續的環境背景輻射監測數值顯示於實驗室外，並擁有示警與連線擴充功能。另利用 COMSOL 商業 CFD 模擬軟體，建立 DPF 反應腔的模型透過數值模擬，計算以磁透鏡聚焦提高氬離子密度及提昇中子產率，此模型可用以估算高能離子特性分布協助表面佈植改質。(圖 4-10～4-24 及表 4-1、4-2)。	4-3 目標達成度約 100 %。 (請參考附件佐證圖表，圖 4-10～4-25 及表 4-1、4-2)
---	---	---

貳、主要內容

一、執行內容

1. 支援解決日本 311 事件後衍生之核管議題，建立替代輻射源項分析技術及核設施場址風險管理架構，研發用過核子燃料之材料特性檢驗技術；以維持我國核能技術自主研發能量。在用過核子燃料貯存方面，應用 MAAP5 與 PRA 技術進行安全度評估，以增進核燃料濕式貯存安全。整合用過核子燃料貯存系統取出重置與設備相容性問題；提升乾式貯存筒劣化之評估與修護能力，改善貯存與運輸屏蔽分析能力。
2. 執行燃料乾貯場(DSP)清除工程前準備及採購作業；執行 TRR 燃料池池區活度量測及池底固著污染清除、廠房除污作業；完成「TRR 爐體廢棄物拆解計畫書」送主管機關審查。
3. 完成熱室部分廢棄物清理及高活度廢棄物封裝，改善金屬熔鑄試驗裝置建置與測試，ZPRL 拆除工法規劃；建立地下水自動化定位檢測技術。
4. 依法定文件精進改善液體場既有設備；建立高複雜廢液之預處理程序及作業方法，以及小型實驗型預處理設備；既有固化體核種濃度整桶計測及建立比例因子，以及廢棄物資訊建立；完成中大型低放射性廢棄物容器模型各項測試，以及混凝土盛裝容器先導試製；並建立加速器驅動系統次臨界爐心分析模式及廢樹脂安定化技術。
5. 持續執行中型迴旋加速器精進工作，提供高品質射束以供同位素生產或對外照射服務。執行迴旋加速器輻射偵測系統改善及增設靶室即時輻射偵測系統。完成迴旋加速器真空系統冷凍幫浦更新，使真空系統更穩定運轉。
6. 執行液體靶改善設計製作，將進行每批氟-18 生產活度測試。
7. 放射性同位素研製以靶技術與同位素製程技術為主。靶技術則以應用專利靶技術，照射注射用水為靶物質研製毫居里級氟-18 氟化氫。精進放射性同位素應用製程，驗證計畫建立之高壓純化程序，大幅減低放化物毒性與提高純度。配合研發需求，建立 PET 核種 Cu-64 於 052 館鉛室之研製技術。
8. 微流體技術應用使原前驅物 TEON(TEONM)定量或不定量貯存，發展至前驅物 TEON(TEONM)依計畫研發設計充填量貯存，使純

度 99%提升到 99.1%。

- 9.建構腫瘤導向性鉑類藥物與多鏈醣癌症探針技術，發展新型癌症診療藥物；利用 3D 列印輸出作為組織之基材以製作人工組織。
- 10.建立新式放射影像儀器關鍵技術，整合後產出各式強大影像檢測儀，拓展醫療、工業與安檢等多領域的需求。
- 11.卷對卷電漿鍍膜量產製程設備開發，適用於頂級低熱輻射膜、電致變色膜、薄膜電池等節能膜量產製造，產品符合商業規範。
- 12.關鍵電弧電漿技術開發，建立高速攝影電弧診斷技術，掌握電弧運動，並以數值模式，建立磁場、電場之分布與電弧斑運動軌跡與速度之關係。

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	原規劃派員參加非破壞性檢測協會舉辦之渦電流檢驗課程訓練與證照考試，因該課程之報名人數不足，已取消本期課程。(分項一)	目前非破壞檢測協會開班分北區及南區課程，北區105年未開班，106年僅初級開班，107年初、中級渦電流皆未開班；南區105、106年渦電流初中級皆有開班，107年初級課程於3月已授畢，擬於108年初安排人員參訓，規劃以北區課程為優先選擇，必要時才考量參加南區課程。
	靶技術與放射性同位素之研製需技術基礎，人員老化，需及早安排人力訓練。(分項三)	強化技術紮根與擴大應用，安排新進同仁參與同位素之操作訓練。
執行落後	原規劃執行應力波檢測設備建置，因規格收詢及等候廠商報價時間過於長，致RC應力波檢測設備採購落後。(分項一)	已於9月完成交貨及設備建置。
	執行研析國際熱室內套管封裝焊接技術與掃描式渦電流檢驗適用技術，以及彙整研析國際用過核子燃料池中子劣化數據與老化管理方案等能力與技術不足，撰寫研究報告內容必須加強補充與修訂。(分項一)	規劃人員參加相關技術課程訓練與證照取得，加強人員學習訓練及督促報告撰改進度。 已於年底前完成「渦電流量

		測核子反應器組件氫含量技術簡介與可行性研究」報告，INER-14238。
	燃料池底114組結構支撐架拆除，需配合支撐架周圍鈾泥清除後執行，因池區輻射強度較高，為符合ALARA原則，鈾泥清除執行時間較長，因此，支撐架拆除作業延後。(分項二)	將待完成燃料池池底鈾泥清除作業後，池區輻射強度大幅降低，預計108年第1季完成支撐架拆除。
	水下帶鋸機為國內首次自行研發的機具，廠商要求較長履約期限，以進行設計及測試；因此，採購案歷經5次開標，才於7月決標。(分項二)	採購案履約期限為310日曆天，預計108年6月完成，期間會加強與廠商溝通及協調。
	Zr-89同位素研製已完成，因尚未獲得原能會生產物質執照，還未執行相關照射產率測試。(分項三)	一旦獲得執照，將盡速進行相關照射實驗。

三、實際執行與原規劃差異說明

分項一(燃材組) 為延續過去研究，辦理「應力波檢測設備採購(715,000 元)」，向中興工程顧問社與 Impact-Echo Instrument 公司(IEI)詢價敲擊回音檢測設備。因設備項目搭配及詢價耗時，致無法於原訂時程內執行採購。已於9月完成交貨及設備建置，符合計畫預期。

分項三(同位素組) Zr-89 同位素研製已完成，因尚未獲得原能會生產物質執照，還未執行相關照射產率測試。一旦獲得執照，將盡速進行相關照射實驗。

參、人力與經費執行情形

一、計畫人力運用情形

(一) 計畫人力結構 (E004)

計畫名稱	執行情形	107 年度							108 年度 總人力 (預算數)	109 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)		
原子能系統 工程跨域整 合發展計畫	原訂	12.2	47.6	50.4	26.5	59.3	10.9	206.9	211.5	216
	實際	12.2	47.5	50.5	26.45	59.45	10.85	206.95	—	—
	差異	0	-0.1	+0.1	-0.05	+0.15	-0.05	+0.05	—	—

(二) 人力實際進用與原規劃差異說明

本計畫規劃投入研究人力 206.9 人年；本年度實際投入研究人力 206.95 人年，實際人力與預估人力相同。

二、經費執行情形

(一) 經資門經費表 (E005)

	107 年度					108 年度 預算數	109 年度 申請數	備註
	預算數 (流用後) (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	245,954	239,756	6,135	245,891	0.999	239,590	293,939	
一、經常門小計	141,475	141,380	88	141,468	0.999	151,798	194,987	
(1)人事費								
(2)材料費								
(3)其他經常支出								
二、資本門小計	104,479	98,375	6,047	104,423	0.999	87,792	102,952	
(1)土地建築								
(2)儀器設備								
(3)其他資本支出								

(二) 經費支用說明

1. 本年度編列經常門業務費 141,475 千元，佔計畫總經費 57.52%。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，預算執行率為 99.9%，與預期分配數相符。
2. 本年度編列資本門設備費 104,479 千元，佔計畫總經費 42.48%。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，預算執行率為 99.9%，與預期分配數相符。

(三) 經費實際支用與原規劃差異說明

無

肆、主要產出與關鍵效益 (E003)

屬性	績效指標類別	績效指標項目		107 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	國內(篇)	34 (12+11+3+8)	2 (1+0+1+0)	將核能安全、核設施除役、核醫藥物及電漿節能研發成果發表於國際研討會及國外期刊，除可提昇本所聲譽外，並有助促進學術交流以及提昇技術水平。	
			國外(篇)		40 (16+4+11+9)		
		研討會論文	國內(篇)		9 (5+4+0+0)		
			國外(篇)		18 (9+4+0+5)		
		專書論文	國內(篇)				
			國外(篇)				
	B.合作團隊(計畫)養成	機構內跨領域合作團隊(計畫)數		4 (1+0+0+3)	4 (1+0+3+0)	(1) 分項一建立用過核子燃料池安全度評估團隊：開發相關之分析技術與方法，可應用於除役核電廠用過核子燃料池的實務分析，並提供相關指標性風險，確保用過核子燃料池內核燃料的安全。 (2) 分項三為配合研發之需求，成立	
		跨機構合作團隊(計畫)數			4 (0+0+0+4)		
		跨國合作團隊(計畫)數					
		簽訂合作協議數					
		形成研究中心數					

屬性	績效指標類別	績效指標項目	107 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		
		形成實驗室數			(a)化學合成及分析專業團隊； (b)同位素標誌與配方研究團隊；(c)分子影像及藥動學專業團隊，達成分工合作，加速研發工作之推動。 (3) 分項四成立 4 個電漿專業研究團隊：(a)電漿工程系統整合技術團隊，開發節能膜製造相關技術，協助產業界技術升級，降低成本，落實政府科技研發民生應用與產業發展。(b)電漿薄膜智慧元件研發團隊，開發輕薄可撓，低生產成本，高效率等相關製程，促進環境永續，提供未來建築物聯網節能的重要關鍵元件。(c)電漿模擬計算團隊，計算與開發低溫電漿新穎電漿源，可協助本分項計畫各電漿製程設備之開發。(d)電漿核融合研究團隊，提升國內核融合研究水準。	
學術成就 (科技基礎)	C.培育及延攬人才	博士培育/訓人數	12 (3+4+1+4)	8 (3+2+1+2)	1.培養國家在核能、核醫藥物、電漿高階研究人才。 2.與國內學界之合作，深耕基礎機制，做為實務應用開發之後盾。	
		碩士培育/訓人數		5 (0+2+0+3)		
		學士培育/訓人數				
		學程或課程培訓人數				
		延攬科研人才數				

屬性	績效指標類別	績效指標項目	107 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		
研究)	D1.研究報告	研究報告篇數	56 (32+1+8+15)	77 (35+1+25+16)	1.協助計畫保存研發過程及成果，可應用於技術推廣及技術經驗傳承。 2.呈現研發之成果及後續研發的重點與方向，使研發技術與經驗得以交流。 3.依據實驗或參加國際會議撰寫相關技術報告及，使專業技術獲得傳承。	
	E.辦理學術活動	<u>國內</u> 學術會議、研討會、論壇次數	4 (2+2+0+0)	3 (1+1+0+1)	1. 4 月 16~18 日舉行「第 12 屆亞洲核能結構完整性國際研討會 (ASINCO-12)」由台灣、日本、韓國等 3 國每 2 一次輪流舉行。	
		<u>國際</u> 學術會議、研討會、論壇次數		2 (2+0+0+0)		
		<u>雙邊</u> 學術會議、研討會、論壇次數				

屬性	績效指標類別	績效指標項目	107 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		
		出版論文集數量			2. 5 月 2 日於本所舉辦「除役之廠址輻射特性調查研討會」，介紹 RESRAD 程式，說明透過 RESRAD 程式與廠址輻射特性調查資料，可評估除役後廠址內土壤或建物中所含殘餘放射性核種濃度 DCGL(Derived Concentration Guideline Level)，及對廠址外關鍵群體所造成之輻射劑量。 3. 參加 4 月 23 日～26 日於美國德州沃斯堡舉辦之 2018 RARAPID + TCT Exhibits and Conference (ACCELERATING 3D MANUFACTURING)，了解 3D 列印科技用於組件修補及檢測技術，並評估用於核能組件維護的可能性。 4. 6 月 6 日在本所舉辦「除役之廠址輻射特性調查案例介紹與經驗分享」。 5. 藉由與國際專家會議交流與論文發表，瞭解國際關注議題與研發趨勢。	

技術創新（科	G.智慧財產	申請中	國內	發明專利(件)	20 (1+5+6+8)	9 (1+3+2+3)	避免國外技術壟斷，保障智慧財產權利。申請國內外專利 24 件，已獲准國內外專利 36 件。	
				新型/設計專利(件)				
			國外	發明專利(件)		15 (0+2+8+5)		

屬性	績效指標類別	績效指標項目		107 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		
技 術 創 新		已獲 准	國內	發明專利(件)	22 (0+5+7+10)		
				新型/設計專利(件)			
			國外	發明專利(件)	14 (0+2+8+4)		
				新型/設計專利(件)			

技 術 創 新 （ 科 技	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	73 (8+61+1+3)	74 (8+61+2+3)	協助計畫保存研發過程及成果，可應用於技術推廣及技術經驗傳承。	
		新檢驗方法數				
	I1.辦理技術活	辦理技術研討會場次		2 (2+0+0+0)	1.核工組邀請 MAAP5 程式之開發公司	

屬性	績效指標類別	績效指標項目	107 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		
技術創新)	動	辦理技術說明會或推廣活動場次			辦理技術研討會 Dr. Paik and Dr. Zhou，3 月 27～30 日於本所舉辦「MAAP5 程式技術精進訓練課程」，本次有台電公司、清華大學及中原大學約 30 多人參與，目的在於使參與工作同仁針對 MAAP5 程式內有關用過核子燃料池模式與各項參數有正確且深入之瞭解，對於核一廠用過核子燃料池參數檔之模式建立與後續評估分析有很大的幫助。 2.為了落實技術傳承，強化自主化技術能力。核工組於 7 月 31 日-8 月 2 日假核三廠模擬中心，舉行「107 年度壓水式核電廠爐心營運技術訓練」，本次研討內容主要是針對壓水式電廠爐心營運分析作一全盤性之介紹。授課內容涵蓋爐心設計程序、分析模式的建立、爐心佈局驗證開始，進而深入討論風險評估、安全分析評估與軸向功率控制方法與 FAC 分析方法論。由淺入深，讓學員可以充分瞭解壓水式電廠爐心營運進行之方式。參加人員除在地核三廠核技組大部分核能工程師外，台電公司核發處、核安處及燃料處等 23 人參加。	

屬性	績效指標類別	績效指標項目	107 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		
	I2.參與技術活動	發表於國內外技術活動(包含技術研討會、技術說明會、競賽活動等)場次	8 (2+0+1+5)	9 (1+0+3+5)	研究成果分享及技術經驗交流，促成國內技術升級。	

	S1. 技術服務 (含委託案及工業服務)	技術服務件數		20 (17+0+2+1)	1.協助國內企業解決核能發電產業相關技術問題。 2.協助國內企業研究核電廠用過核子燃料貯存系統技術開發問題。 3.協助國內節能產業產品開發並提高效率。 4.相關技術服務金額參照【S1 技術服務表】。	
		技術服務家數		6 (3+0+2+1)		
		技術服務金額(千元)	82,000 (80000+0+0+2000)	99,525 (96482+0+2043+1000)		

經濟效益 (經濟產)	L.促成投資	促成廠商投資件數		1 (0+0+0+1)	本計畫執行 R2R 電漿鍍製頂級節能膜技轉案，107 年技轉廠商配合 R2R 量產設備建置，促成生產投資 3,000 萬元以上，包含廠房整建、水電氣周邊設備建置、量產設備性能提升、靶材及 PET 基材等耗材。	
		促成生產投資金額(千元)		30,000 (0+0+0+30000)		
		促成研發投資金額(千元)				
		促成新創事業投資金額(千元)				

屬性	績效指標 類別	績效指標 項目	107 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		
業 促 進)		促成產值提升或新創事業所推出 新產品產值(千元)				

106 年度計畫績效指標實際達成與原訂目標差異說明：

無差異。

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、主要成果之價值與貢獻度

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

一、「探索(Discovery)」：

106 年度：

1. 完成「Investigation into the Impacts of Distributed Inlet Temperature on Thermal Limit during LFWH Event in Chinshan Plant」期刊論文，本論文係結合 RETRAN 暫態熱水流計算程式與計算流體力學 Fluent 程式，應用在喪失飼水加熱暫態分析。本研究並進行核一廠爐心外爐槽計算模型之 CFD 校驗分析，包括：穩態通道入口流量分布、暫態入口平均溫度及爐心入口限流孔壓差等；並進行核一廠飼水喪失加熱的溫降評估，與起爐測試結果進行驗證，亦僅有 0.8 °C 差異。最終之全爐心燃料通道熱限值計算結果，除了可以瞭解次冷度增加類型之暫態實際影響燃料入口溫度分布程度外，更可以完整擷取所有通道熱限值變化分布圖譜，確認核一廠 FSAR 之 LFWH 暫態分析使用的 100 °F 假設是否足夠保守，可以涵蓋真實爐心內任何一個通道所經歷的熱限值變化數值。相關的結果有助於管制單位了解核一廠爐心相關設計假設，是否足夠保守(分項一)。
2. 完成「Probabilistic Tsunami Hazard Analysis - Application to Maanshan Nuclear Power Plant in Taiwan」期刊論文，本論文目的在於提出本計畫機率式海嘯危害度評估分析方法建立成果。機率式海嘯危害度分析的方法應用，其重點在於知識不確定性 (Epistemic uncertainty) 與隨機不確定性 (Aleatory uncertainty) 的探討及量化。本計畫考慮海溝震源的震源參數不確定性，以及透過實際海嘯波的觀測，進行波傳不確定性的量化工作，結合邏輯樹的海嘯情節發展，進行多次海嘯分析，最後獲得機率式海嘯危害度曲線。研究成果可供台電公司或管制單位參考。於各核設施之應用時，可進一步進行地震參數研究、海嘯波傳不確定性評估，結合此方法獲得評估結果，可作為防海嘯設施之設計依據(分項一)。

3. 完成「Near-Surface Attenuation and Velocity Structures in Taiwan from Wellhead and Borehole Recordings Comparisons」期刊論文，本論文目的在於探討近地表的震波衰減特性，並提出台灣的速度構造模型，以供地震危害度分析之用。本研究蒐集國內井下地震儀觀測資料，進行頻譜比(Spectral Ratio)分析比較，進而評估 P 波與 S 波之速度構造模型，結果除可供地震危害度的衰減律設定使用，亦可提供場址效應評估之參考(分項一)。
4. 完成「Low Temperature Over-pressurization Analysis for Maanshan PWR Plant」期刊論文，本論文之目的為考慮壓水式反應器運轉在低溫狀態時，反應爐壓力槽腹帶區金屬材料處於較低溫條件，承壓能力較弱，受壓時容易脆化，威脅到反應爐壓力槽結構的完整性；為確保反應爐壓力槽的完整性，電廠之運轉技術規範訂定有壓力-溫度限制曲線，且在低溫運轉時之壓力限值較低，較嚴苛。為符合此較低之壓力限值，設計上裝置有低溫過壓保護系統，透過低溫時調壓槽動力釋壓閥(PORV)的開啟設定點自動設定在較低的方式，達到萬一發生過壓暫態時反應爐冷卻水壓力不會超過限值的目標。本研究使用 GOTHIC 程式，建立核三廠低溫運轉熱水流模式，發展一套獨立之低溫過壓 PORV 開啟之設定點分析方法，以供後續可能之電廠變更涉及壓力-溫度限制線重訂時，應用於低溫過壓保護系統設定點調整之決定，本研究屬新技術開發，同時亦提升熱流分析技術與能力(分項一)。
5. 完成「Numerical study on hydrodynamic and thermal characteristics of spent fuel pool」期刊論文，本論文目的為用過核子燃料池的流場與溫度場特徵研究，結果顯示空氣自然對流受用過核子燃料加熱，其流動為 z 方向的速度所主導，流動的方式為沿著燃料束的外圍通過燃料池。此外，燃料池的溫度場顯示燃料束之最高溫度，會出現在距離燃料棒底 2.5 至 3.0 公尺的區域，為了維護用過核子燃料池的安全，核能電廠有必要專注監視此燃料束之高溫誘發區域。研究成果可供台電公司或管制單位參考(分項一)。
6. 完成「替代輻射源項法規研究」研究報告，U.S. NRC 於 1999 年頒布 10 CFR 50.67，並於 2000 年發行伴隨之 RG 1.183，此

兩份文件為執行替代輻射源項(Alternative Source Term, AST)分析之基礎，本報告透過研讀 10 CFR 50.67 與 RG 1.183，整理相關內容，包括 AST 於 DBA(Design Basis Accident, DBA)之輻射劑量分析時須符合的劑量限值、AST 的適用性與要求事項、AST 的執行方式與執行範圍及各個設計基準事故的 AST 分析方法等，提供未來國內電廠使用 AST 分析技術之參考，並強化未來建立各核電廠替代輻射源項分析模式之能力(分項一)。

7. 完成「FHA 設計基準事故輻射源項計算方法研究」研究報告，核電廠使用 AST 分析方法之主要目的為進行廠外(如禁制區邊界與低密度人口區)或廠內(如控制室)之輻射劑量分析，確認電廠之劑量評估結果符合法規之要求，而輻射源項分析為劑量分析之上游，分析結果為輻射劑量分析之輸入數據。本報告目的為建立 FHA 設計基準事故輻射源項計算方法，使用 ORIGEN2 程式計算之各電廠的爐心活度盤存量，再依據 RG 1.183 所列之 FHA 的相關分析要求及電廠數據，進行 FHA 輻射源項計算，其分析結果可作為未來 FHA 設計基準事故輻射劑量分析之輸入數據，強化替代輻射源項分析方法之基礎技術(分項一)。
8. 透過日本福島核子事故調查報告，了解健康風險評估是由下列四個步驟所組成：危害辨識 (hazard identification)、劑量與反應關係研究 (dose-response relationships)、曝露評估 (exposure assessment)和風險描述(risk characterization)，透過健康風險的研究結果，可以更了解該事故對受災民眾的影響，完成「核子事故民眾劑量風險評估方法研究，INER-13471」研究報告。同時分析車諾比事故及福島事故後，相關地區人群身體健康調查結果，完成「輻射生物效應與國際核事故健康風險研究現況分析研究，INER-13545R」研究報告(分項一)。
9. 於 5 月 25 日由核研所國家游離輻射標準實驗室舉辦輻射偵檢儀器校正能力試驗總結研討會，本次能力試驗共邀請台電公司放射實驗室、核一廠、核二廠、核三廠與核研所保物組、偵測中心及清華大學等受測機構參與，而主管機關原能會輻防處與物管局亦派員出席，共約 67 人參與研討。本次試驗目的在於：(1)確保各檢測機構之輻射偵測儀器是否運作正常；(2)增進操作人員對儀器使用之熟練度及技術交流，並作為後

續申請實驗室認證/展延時的能力依據(分項二)。

10. 以無機聚合物來固化 12 wt%模擬廢樹脂之成果，撰寫會議論文“The Pretreatment and Immobilization Test on The Greater Than Class C Spent Ion Exchange Resins from Taiwan Research Reactor”，發表於美國鳳凰城召開之 2017 Waste Management 國際研討會。該研討會為全世界核能界的重大盛事之一，每年舉辦一次，會議的宗旨是促進核能技術的交流，藉由各國的核能相關管理經驗與技術發展作為借鏡，值得國內相關單位放射性廢棄物管理之參考，可望提升我國未來進行核電廠除役及放射性廢棄物處理能力(分項二)。
11. 於 5 月 22-26 日派員參加假新竹清華大學召開之第四屆兩岸核電放射性廢棄物管理研討會，並發表「核能研究所低放射性廢液處理實績」論文。藉由參加研討會並發表論文，以瞭解兩岸在處理放射性廢棄物之技術進展、差異及趨勢(分項二)。
12. 「Treatment of Ion Exchange Resins by High Concentration of Fenton's Reagent」，投稿於 Journal of Nuclear Materials。本研究利用高濃度雙氧水(10~50%)直接與亞鐵催化劑作用產生放熱反應及高氧化能力之氫氧自由基，提昇離子交換樹脂氧化分解效率，並減少外加液體量，以達處理產物減廢目的(分項二)。
13. 於 11 月 11-12 日派員參加假台灣大學召開之第 18 屆海峽兩岸環境保護研討會，並發表「低放射性廢棄物焚化爐安全管理」論文。藉由參加研討會並發表論文，以瞭解兩岸在處理環境保護之技術進展、差異及趨勢(分項二)。
14. 投稿「EGFR-targeted micelles containing near-infrared dye for enhanced photothermal therapy in colorectal cancer.」論文於 Journal of Controlled Release 期刊(Impact factor= 7.786)，已獲刊登。本論文是利用具 EGFR 標的性微胞包覆光感藥物可做為癌症光熱治療之有效劑型，論文內使用花青染料為光熱治療光敏劑，藉由放射同位素標誌達到藥物與載體在體內分布分析，也可藉由核醫影像與近紅外螢光影像達到腫瘤造影的目的，論文結果作為多功能探針發展的參數參考依據，加速腫瘤探針研發速度(分項三)。
15. 投稿 2017 年世界分子影像研討會(WMIC)壁報論文，題目為

「Theranostic probe (177Lu-DOTA-NIR790) for Multimodality imaging, radiotherapy, and photothermal therapy of cancer」。該研討會為全世界醫學影像的重大盛事之一，每年舉辦一次，會議的宗旨是促進醫學影像技術的交流，藉由各國的分子影像上的經驗與技術發展的交流，了解醫學影像上國際發展的趨勢，藉此提升我國核醫影像技術的國際競爭力。此篇論文探討以花青染料(Heptamethine cyanine dye)為主體的多功能腫瘤影像診斷與治療探針，作為近紅外螢光腫瘤造影劑，同時可將其標誌放射性同位素 Lu-177，以單光子射出電腦斷層(SPECT)造影來監測藥物傳輸與活體內分佈的狀況，藉此可合併近紅外螢光與核醫影像來早期診斷與治療癌症，相關研究另於 2017 年歐洲核醫學會年會(2017EANM)發表一篇壁報論文，題目為「Theranostic probe Lu-177-DOTA-NIR790 for multimodal diagnosis and therapy of cancer」(分項三)。

16. 應用層析質譜分析技術於藥物成分含量及衍生物鑑定，包括前驅原料純度品質檢驗及雜質身分鑑定，找出雜質來源或成因、品管檢驗、藥物降解變質因素及降解產物研究、藥物製程衍生物分析鑑定，藥物保存條件及安定性試驗，以改善藥物品質。應用於生物代謝系統中藥物代謝物分析鑑定，了解藥物與生物系統之互動，對於藥物應用代謝效應與對策等貢獻。發表 4 篇國際期刊文章(分項三)。
17. 發表論文「Preliminary Results of a Cardiac PET / SPECT Imaging Detector with an Inverse-signal Suppression Readout Electronics」至國際會議 2017 ISNCNO (International Symposium on Nuclear Cardiology, Neurology and Oncology in the Era of Precision Medicine)獲接受，並以壁報形式發表。本文以實作整合二階段反向過濾功能之矩陣式偵檢訊號讀取電路，並與成像偵檢器連結實測該設計效用，初步驗證該過濾設計確可改善實際偵檢器之成像訊號；本研究解決光電矩陣大通道數量減併問題，確保本所在高解析度放/輻射成像探頭方面，具備依需求設計製作任意幾何的能力，以滿足未來研發與商業化任務(分項三)。
18. 於 5 月在亞洲核醫學學術論壇(ANMAF)會議之核醫醫材領域，發表研發成果「The Influence of Simplifying Readout on Intrinsic

Spatial Resolution of a SiPM-based Monolithic Scintillator Detector」。目前以單晶塊閃爍偵檢器研究為趨勢，然此類偵檢器之訊號讀出數目較傳統偵檢器為多，使電路製造成本上升，故本文章探討偵檢器簡化訊號讀出數目對成像品質的影響程度，以找尋訊號讀出數目與成像品質間的取捨範圍，初步結果說明在減少原有一半之讀出訊號仍可維持與原來相近成像品質，可提供核醫電子電路開發設計時成本與成像品質間的考量，並建立單晶塊偵檢器技術基礎(分項三)。

19. 2017 年 4 月，在國際會議 2017 ISNCNO (International Symposium on Nuclear Cardiology, Neurology and Oncology in the Era of Precision Medicine)，發表「Evaluation of optimal imaging parameters for INER BreastPET of clinical trials」；探討造影時間、影像重建次數等參數對核醫影像品質之影響，有助於本所開發之核醫造影儀之臨床使用最佳化(分項三)。
20. 完成「SiPM 成像偵檢器讀取電路信號改善」研究報告 (INER-OM-2227H)，介紹成像偵檢器讀取電路相關研究，成像偵檢器為核醫影像器材偵測影像之核心基礎，SiPM 為其關鍵元件，而傳統讀出電路用於 SiPM 易產生反向信號的干擾，本研究採二極體式改良電路，提升訊雜比可使影像品質獲得提升，相關結果提供本所影像醫材之讀出電路建立相關技術基礎(分項三)。
21. 完成「六十四通道感測器讀取板設計製作」研究報告 (INER-13475H)，發表多通道成像偵檢器讀取電路相關研究，以矽基光電倍增器當作感測元件，再使用商用類比數位轉換模組，並設計製作電路。本報告以調控商用模組與電子電路參數來建立多通道感測器操作技術，其相關實驗與技術經驗將可提供本所核醫、放射領域技術基礎建立(分項三)。
22. 投稿「Secondary neutron ambient dose equivalent measurement of wobbling system of a proton beam radiotherapy facility」論文於 Radiation Physics and Chemistry 期刊 (Impact factor=1.315)(INER-13349)，本論文目的為評估質子放射治療擾動式掃描系統之二次中子周圍等效劑量評估，研究成果為台灣首部高能量質子放射治療之環境輻射劑量評估，主動式中子偵檢器度量之結果可作為環境劑量評估相關研究之參考(分項

三)。

23. 完成「陣列式光源造影成像系統安裝標準作業程序」研究報告(INER-SOP-0635H)，回顧陣列式光源學術與臨床研究及應用之國際趨勢，建立新型造影技術之研發能量基礎，光源與造影系統標準安裝作業程序完成報告撰寫(分項三)。
24. 完成「能階式材質分辨演算法開發與模擬效能評估」研究報告(INER-13329H)，為能階式材質分辨演算法效能模擬評估研究，結果可作為未來評估材質解析精準度與硬體成本權衡之參考指標(分項三)。
25. 完成「閃爍光放射成像蒙地卡羅模擬平台之延伸應用研究」研究報告(INER-13518H)，奠基於原有閃爍光放射成像模擬平台，增加高能量荷電粒子模擬的模組，將基本成像系統建置、測試、數據驗證等技術建立，使模擬平台能夠評估高能量荷電粒子及粒子與物質作用產生的二次粒子，支援近年來國內熱門研究主題如核電廠除役、高放射性物質偵測、質子治療與重粒子治療等(分項三)。
26. 利用倒傳遞神經網路監測濺鍍系統之鍍率，以線上量測的穿透光譜搭配已知的鍍膜厚度訓練神經網路，使其具有依據線上光譜推測鍍膜厚度的能力，可在製程階段即時得知當前鍍率，並成功地應用於快速量測各種鍍膜參數對於鍍率的影響。「Real-time Deposition Rate Monitoring of a Roll-to-Roll Magnetron Sputtering System via Artificial Neural Networks」，發表於 Hong Kong International Conference on Engineering and Applied Science 國際研討會(INER-12978；2017/1/9) (分項四)。
27. 以類神經網路即時監測濺鍍系統之鍍率，作為調整鍍膜參數的參考，該技術後續成功地應用於控制卷對卷濺鍍系統，以反饋方式穩定鍍膜品質。「Applying Artificial Neural Networks to Monitor Deposition Rate of Roll-to-roll Sputtering System in Real Time」，發表於 Asian Journal of Applied Sciences, vol. 5, no. 2, pp. 232-238 (2017/04/22) (分項四)
28. 利用理論模擬光譜訓練類神經網路，使其能依據鍍膜系統中所量測之穿透光譜進行即時膜厚估計，藉以診斷鍍膜飄移狀況，此研究關鍵在於將理論模擬光譜模糊化，使利用模擬光譜訓練監測系統中的類神經成為可能，藉以取代利用實際量

測光譜訓練，大幅縮短建立訓練用資料庫的時間並節省鍍製訓練用樣本材料。「Applying Theoretical Spectra to Artificial Neural Networks for Real-time Estimating Thicknesses of Thin Films thickness」，發表於 Optical Engineering, vol. 55, no. 12, pp. 125106 (INER-13005；2017/2/6)(分項四)

29. 針對電致變色元件技術研發成果，受邀於 6/26~6/30 韓國 2017 Collaborative Conference on Materials Research (CCMR2017) 國際研討會發表「All-solid-state metal-oxide thin film devices fabricated with the plasma coating technology」成果演講(分項四)。
30. 針對新穎電弧電漿技術應用於電致變色元件薄膜製程，於 3/1~3/5 日本 ISPlasma 2017/IC-PLANTS2017 國際研討會發表研發成果論文「The ion conductor layer fabricated by high deposition rate and low-cost cathodic arc plasma technology for all-solid-state electrochromic devices」(分項四)。
31. 全台唯一完成全固態薄膜鋰電池元件之製作，運用電漿技術層層堆疊在可撓式不銹鋼基材上面，並完成可撓式薄膜全固態鋰電池元件(SS/LiCoO₂/LiPON/Li)之製作及其基本電化學測試。並將研究成果「Bendable and flexible all-solid-state thin film lithium batteries」投稿並發表於 The 4th International Conference on Powder Metallurgy in Asia, APMA-2017 國際研討會(2017/4/9~2017/4/11) (分項四)。
32. 藉由低成本電弧電漿源技術開發固態電解質，可提升元件具有快速上退色之能力：電弧電漿源所沉積氧化鈮薄膜具有孔洞結構易提升離子遷進、遷出之能力。完成一系列氧氣和氬氣比例對氧化鈮薄膜性能之影響並得到離子電導值(3.5×10^{-6} S/cm)，使整體元件退色僅 8 秒可完成可見光變化率達 61.5%(@ 550 nm)；上色時間僅 10 秒可完成可見光變化率達 50%(@ 550 nm)，具有快速上退色之能力，相關研究成果「Inorganic-solid-state electrolyte layer deposited by cathodic arc plasma for rapidly switching electrochromic device」於國際知名期刊 American Institute of Physics (AIP) Conference Proceedings, vol. 10, pp. 030041 - 030045, 2017 刊登(分項四)。
33. 超臨界流體鈍化技術提升光電元件特性:應用傳統超臨界流體

技術所具有的高穿透特性，導入水氣於光電薄膜中，藉由水氣的氧化效應，於低溫(處理溫度 $<150^{\circ}\text{C}$)下完成光電薄膜材料界面缺陷的修補鈍化，同時提升元件之短路電流及開路電壓特性及薄膜太陽能電池元件之光電轉換特性。相關研究成果「Super Critical Fluid Technique to Enhance Current Output on Amorphous Silicon Based Photovoltaic」刊登於國際知名期刊 IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS, vol.38(10), p.1041-1404, 2017(分項四)。

34. 低成本電弧電漿源技術開發固態電解質技術，可提升元件具有快速上退色之能力，於 5/24~ 5/28 北京化學材料與程序處理國際研討會發表研發成果論文「Inorganic-solid-state Electrolyte Layer Deposited by Cathodic Arc Plasma for Rapidly Switching Electrochromic Device」(分項四)。

107 年度：

1. 完成「Probabilistic Structural Integrity Evaluation of Boiling Water Reactor Pressure Vessels under Ultimate Response Guideline Operations」期刊論文並投稿 Journal of Pressure Vessel Technology-Transactions of the ASME，本論文以機率破裂力學，結合美國 NRC 管制基準，分析沸水式電廠執行斷然處置操作時反應器壓力槽之破裂機率。以結構分析的觀點，假設在極端脆化的情形下，驗證反應器壓力槽於斷然處置暫態下仍可維持結構完整性，將有助於評估斷然處置操作的適切性。(分項一)
2. 4 月 16~18 日，在花蓮市辦理第 12 屆「亞洲核能結構完整性國際研討會(ASINCO-12)」，本研討會由台灣、日本、韓國等 3 國每 2 年一次輪流舉行，本次由本所、亞洲核能結構完整性協會及龍華科大共同主辦。本工作項目共發表“Establishment of Pressure-Temperature Limits for the Beltline and Extended Beltline Regions of the Reactor Pressure Vessel for Cooldown Operation”與“Study on Effective Thermal Conductivity of the Local Buffer Material in Taiwan”等 2 篇論文。藉由與國際專家會議交流與論文發表，瞭解國際關注議題與研發趨勢。(分項一)

3. 於 107 年 3 月 23-24 日，派員參加假墾丁福華渡假飯店召開之 14 屆破壞科學研討會，並發表「運用機率破裂力學方法探討熱端管路系統之破裂行為」論文。藉由參加研討會技術交流與發表論文，瞭解材料科學與破壞科學在能源相關領域之應用與發展。(分項一)
4. 透過鹽霧應力腐蝕實驗，研究乾式貯存筒銲道受鹽霧應力腐蝕的破壞機制並評估防治與檢測的方法，除可應用於乾式貯存筒本身之維護與監測之外，亦可提供做為未來沿海地工業區機械設備發生鹽霧應力腐蝕的參考策略。(分項一)
5. 完成「Thermal Analysis for the Integrated Spent Fuel Pool of the Chinshan Plant in the Decommissioning Process」期刊論文(論著編號 INER-13848)，已於今年 9 月刊登於 Annals of Nuclear Energy 期刊第 119 期 163 至 174 頁。本研究藉由 GOTHIC 程式建立核一廠用過核子燃料池與反應爐之模式，假設喪失冷卻水事故發生，探討用過核子燃料在不同冷卻時間下的溫度變化。(分項一)
6. 完成「Hydrodynamic loading study of Mark III pressure-suppression type containment during LOCA」期刊論文，投稿至 KERNTECHNIK 期刊。本研究使用 GOTHIC 程式建立核二廠馬克三型圍阻體模式，探討喪失冷卻水事故發生初期，發生於抑壓池及濕井內之水動力負荷現象。(分項一)
7. 完成「Analysis of Thermal Conditions used for Equipment Environmental Qualification for Reactor Auxiliary Building of Kousheng BWR-6 Plant」期刊論文，預計投稿至 Annals of Nuclear Energy。本研究使用 GOTHIC 程式建立核二廠輔機廠房空間熱流分析模式，計算事故後各樓層廊道區及專屬隔離房間之壓力、溫度與相對濕度的暫態變化。(分項一)
8. 完成「Numerical investigation on the influence of the type of PI controller combined with MAAP code on the steady-state performance of a nuclear power plant」期刊論文，本論文採用進步型沸水式反應器作為物理模型，針對核能電廠穩態性能，以 MAAP 5.0.3 程式結合 PI 控制器，探討其對於爐心側板水位的影響。研究結果將能提供 MAAP 程式或是其他程式使用者一個設計 PI 控制器的重要參考依據。(分項一)

9. 完成「設計基準事故圍阻體噴灑移除模式之研究」研究報告，依據 RG 1.183，圍阻體噴灑可使用 US NRC 接受之 SRP 6.5.2 節或 NUREG/CR-5966 所提供的模式。本研究建立 AST 分析方法中的圍阻體噴灑移除模式，並核三廠為參考廠，探討不同的圍阻體噴灑移除模式對廠外人員劑量之影響，提供未來在使用 AST 分析方法時，選擇圍阻體噴灑移除模式之參考，有利於實際使用 AST 分析方法執行冷卻水流失設計基準事故輻射劑量計算。(分項一)
10. 完成「核二廠除役期間意外事件之 AST 分析模式建立」研究報告，依據核二廠除役報告第七章「除役期間預期之意外事件安全分析」中有關燃料吊運事故之分析內容，使用 ORIGEN2 程式並考慮不同的停機時間，計算核二廠之燃料活度盤存量；再依據 RG 1.183 Appendix B 所述之 FHA 的相關分析要求及電廠數據，計算除役期間意外事件之輻射源項，並使用 RADTRAD 程式建立 AST 分析模式；搭配 ARCON96 及 PAVAN 程式計算之廢料廠房控制室與 EAB/LPZ 之大氣擴散因子，進行 EAB/LPZ 與廢料廠房控制室之人員劑量評估。研究成果可提升我國自主核電廠 AST 分析模式建立之能力。(分項一)
11. 完成「核一廠圍阻體外主蒸汽管破裂設計基準事故輻射劑量分析」研究報告，本報告使用 U.S. NRC 接受之 RADTRAD 程式建立核一廠 DBA MSLB 輻射劑量分析模式。使用此模式及 DBA LOCA 之控制室包封內漏率最高允許值，計算發生 MSLB 時，核一廠 1 號機與 2 號機之控制室包封空調系統於緊急加壓和緊急隔離模式運轉時，控制室包封內人員的輻射劑量；結果顯示，MSLB 之控制室包封人員劑量皆符合法規限值。因此，DBA MSLB 之內漏率限值可被 DBA LOCA 之內漏率限值涵蓋。研究成果可供台電公司或管制單位參考，對我國發展輻射劑量分析的自主技術很有助益。(分項一)
12. 對於用過核子燃料池風險評估分析的成果，撰寫會議論文“The Study of Spent Fuel Pool Risk at Decommissioning Nuclear Power Plant in Taiwan”並發表於第 14 屆安全度評估與管理國際會議(PSAM 14)，顯示除役期間用過核子燃料之風險較運轉中的反應器之風險低。(分項一)
13. 派員參加 2018 ASME PVP 國際研討會，發表「Comparison of

Pressure-Temperature Limits for a Pressurized Water Reactor Pressure Vessel Considering Beltline and Extended Beltline regions」與「Application of Flaw Updating Process on Probabilistic Structural Evaluation for a Reactor Pressure Vessel under Pressurized Thermal Shocks」等兩篇論文，並受邀擔任 Technical Session "Asia Program in Structural Integrity I&III"之 Session Developer 與 Session Chair。透過與國際專家論文交流與技術討論，瞭解國際關注議題與研發趨勢，並提升本所之國際能見度。(分項一)

14.6月6日在本所舉辦「除役之廠址輻射特性調查案例介紹與經驗分享」，參與人員除了本所相關研發同仁外，也邀集了台電公司部份人員、輻防協會及美國專家至所裡參與。本次會議目的在於因應國內核電廠將陸續達運轉年限而須進行除役，藉由各方技術交流及美方專家經驗分享，以深入探討除役作業輻射偵檢與廠址調查等關鍵技術議題，以利未來核電廠除役工作之推行。(分項二)

15.針對未來除役時廢棄物管理的初步規劃，提出廢棄物管理心智圖，系統性進行廢棄物盤點、減量、除污與預估所需人力，撰寫會議論文“Preliminary Planning of Radwaste Management for the Decommissioning of Chinshan NPP in Taiwan”，以及利用吸附劑處理水中放射性核種的成果，撰寫會議論文“Adsorptive Removal of Cs-137 and Sr-90 from Water in the Spent Fuel Pool of Taiwan Research Reactor”，發表於美國鳳凰城召開之 2018 Waste Management 國際研討會。該研討會為全世界核能界的重大盛事之一，每年舉辦一次，會議的宗旨是促進核能技術的交流，藉由各國的核能相關管理經驗與技術發展作為借鏡，值得國內相關單位放射性廢棄物管理之參考，可望提升我國未來進行核電廠除役及放射性廢棄物處理能力。(分項二)

16.研究分析金門地區中生代花崗片麻岩基盤上之滲漏受壓含水層於區域性地下水出水需求之評估。本區地下水貯水係數約為千分之一，受壓含水層與滲漏層水力傳導係數約分別為 1-8 m/d 與 0.4-0.9 m/d。本研究根據金東與金西地區規劃最大需求地下水出水量、含水層特性與預設的情節分析出水的安

指標，發表論文“A practical assessment of aquifer discharge for regional groundwater demand by characterizing leaky confined aquifer overlain on a Mesozoic granitic gneiss basement” (分析位於中生代花崗片麻岩基盤上滲漏受壓含水層特性以評估地下水出水需求之安全性)，刊登於“Journal of Hydrology” SCI 期刊(Impact factor (2016)：3.483)，第 559 卷，995-1001 頁(Apr 2018)。(分項二)

17.應用地潮與氣壓效應頻譜進行地下水受壓水層之貯水特性分析，此研究以” Storage in confined aquifer: spectral analysis of groundwater in responses to Earth tides and barometric effect” 篇名刊載於 SCI-0885-6087, HYDROLOGICAL PROCESSES, vol 32, p1927- 1935。(分項二)

18.腫瘤導向性藥物開發計畫所發展之多功能花青素染料基質腫瘤診療探針，為單一分子同時具有近紅外螢光與核子醫學影像之腫瘤診斷能力，與腫瘤光熱治療(Photothermal Therapy)或同位素標的放射治療能力。本探針代表核研所參加第十五屆國家新創獎，獲得本屆生技製藥組之「學研新創獎」。(分項三)

19.進行放射反應之探討研究，發現氟-18 放射氟化相變化反應之威爾曲變跡與高斯變跡模式，雖然在曲線分布差異不大，但在反應動力模型中放射反應速率與時間之關係呈現不同的樣板，成果發表於 2018 生醫聯合年會壁報論文。(分項三)

20.完成放射性同位素銅-64 之銜接性試驗，與氟-18FEONM 新分離純化方法之研究，探討銅-64 高純度核種熱試結果與放射反應高壓純化方法以及建立新動力模型，研究成果於 2018 年中華民國核子醫學年會進行口頭報告並獲獎。(分項三)

21.完成「Anti-angiogenic treatment (Bevacizumab) improve the responsiveness of photodynamic therapy in colorectal cancer」期刊論文，發表於 SCI 期刊”Photodiagnosis and Photodynamic Therapy.”本論文結合光動力治療與抗血管新生藥物於癌症之合併治療，結果顯示合併治療能有加成的效果，且須先給予光動力治療與再投抗血管新生藥物，方能得到較好的腫瘤治療效果。(分項三)

22.完 成 「 Panitumumab-Conjugated and Platinum-Cored

pH-Sensitive Apoferritin Nanocages for Colorectal Cancer-Targeted Therapy」期刊論文，發表於 SCI 期刊“ACS Appl Mater Interfaces.”。本論文利用運鐵蛋白作為鉑類藥物之運送載體，作為癌症治療之應用研究。(分項三)

23. 完成「Panitumumab-Conjugated Pt-Drug Nanomedicine for Enhanced Efficacy of Combination Targeted Chemotherapy against Colorectal Cancer」期刊論文，發表於 SCI 期刊“Adv Healthc Mater.”。本論文利用抗體接枝鉑類藥物形成奈米級藥物運送載體，可作為癌症治療之有效劑型。(分項三)

24. 完成「Microspheres for Treatment of Hepatoma through Transarterial Embolization. 2018;4:3425-33.」期刊論文，發表於 SCI 期刊“ACS Biomaterials Science & Engineering”。本論文利用微米級微球攜帶放射線同位素與化療藥物，作為肝癌動脈栓塞製劑，動物實驗顯示能有效抑制腫瘤生長。(分項三)

25. 完成「EGFR-mediated interleukin enhancer-binding factor 3 contributes to formation and survival of cancer stem-like tumorspheres as a therapeutic target against EGFR-positive non-small cell lung cancer.」期刊論文，發表於 SCI 期刊“Lung cancer”。本論文探討誘導 ILF3 表現促使癌類幹細胞的形成與存活是否可做為非小細胞肺癌的治療標靶。(分項三)

26. 完成「Evaluation of trimeric ^{68}Ga -NOTA-(2-deoxy-D-glucosamine)₃ as a potential probe for tumor imaging in a lung tumor xenograft model」2018 歐洲核醫年會論文。本論文內容包括前驅物製備、放射性同位素標誌及腫瘤動物 PET/CT 正子造影的成果。此功能性腫瘤影像診斷探針是以多鏈型 glucosamine 為主體，藉由 NOTA 螯合由 $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ 發生器取得的放射性同位素 ^{68}Ga ，能夠簡化及加速標誌過程。動物 PET/CT 正子造影的結果顯示腫瘤有明顯攝取影像探針，正常腦部及心臟都有較低的攝取，能夠提升腫瘤攝取的對比度及偵測效率。(分項三)

27. 完成「Determination of Fragmentation Schemes and Metabolites of Fluorinated Histone Deacetylase Inhibitors for Use as Positron Emission Tomography Imaging Agents Using HPLC-MS/MS」，發表於期刊 International Journal of Analytical Mass Spectrometry

and Chromatography (10.4236/ijamsc.2018.61001)。本論文以液相層析串聯質譜法研究本所開發正子造影診斷藥物：氟化-去乙酰酶抑制劑 F-HDACi-1577 系列之分子裂解模式及代謝路徑，探討候選藥物之化學鍵特性及生化降解模式等藥物特性，以正確使用藥物用於檢驗老年癡呆症狀，並利於藥物設計改良提高專一性。(分項三)

28. 投稿 2018 生醫年會壁報論文，題目「Cyanine-based imaging probe for dual modalities of NIR fluorescence and nuclear imaging in Arthritis」。此多功能腫瘤影像診斷與治療探針是以花青染料為主體，藉由標誌放射性同位素，以核醫造影來監測體內發炎的狀況，藉此可合併近紅外螢光與核醫影像來診斷關節炎。(分項三)
29. 完成「TRODAT-1 原料藥開發及優化技術」關鍵報告，發表原料藥 TRODAT-1 之合成技術、製程關鍵參數及二批次技轉放大生產結果。(分項三)
30. 完成「大腸癌缺氧組織造影劑配位子前驅物 ATS 之合成與鑑定」研究報告，發表 5-(2-aminoethyl)thiophene -2-sulfonamide hydrochloride (ATS)作為大腸癌缺氧組織造影劑配位子前驅物之合成與鑑定方法。(分項三)
31. 完成「雙官能基三氮環壬烷的合成」研究報告，發表 1,4,7-Triazacyclononane-1,4,7-tris-(glutric acid) (NOTGA)之合成方法，包含 NOTA 大環的製備及支鏈的稼接程序。(分項三)
32. 完成「5-(2-氨基乙基)噻吩-2-磺醯胺之合成精進技術」研究報告，發表配位子磺胺類衍生物之合成精進技術。(分項三)
33. 完成「澱粉樣乙型斑塊造影劑 FEONM 及其標幟前驅物 TsOEONM 製備方法」研究報告，發表澱粉樣乙型斑塊造影劑 [2-(1-{6-[(2,2'-fluoroethoxyethyl)methylamino]-2-naphthyl}ethylidene)malononitrile] (FEONM)及其標幟前驅物 [2-(1-{6-[(2,2'-p-toluene sulfonic acid-ethoxyethyl)methylamino]-2-naphthyl}ethylidene)malononitrile] (TsOEONM)之製備方法。(分項三)
34. 完成「不同訊號讀出方法對於 SiPM 單晶塊閃爍偵檢器之空間解析度影響」研究報告，討論 SiPM 單晶塊閃爍偵檢器不同訊號讀出方法，分析陣列式讀出與行列式讀出對於空間解析度

影響，結果顯示行列式讀出能維持良好的空間解析度，並將通道數由 64 簡化至 16，此結果將有利於降低單晶塊閃爍偵檢器的製作成本。(分項三)

- 35.發表「數位乳房攝影系統之物理測試建議書」於台灣醫學期刊 2018 年 22 卷 3 期，針對數位乳房攝影設備共十六項物理測試項目之測試目的、所需設備、測試概念與判定準則提出建議，作為執行數位乳房攝影品保作業專業人員之參考依據外，亦提供主管機關作為各廠牌品保作業成書之參考。(分項三)
- 36.完成「Proton dose estimation using CR-39 solid-state nuclear track detector」期刊論文，投稿於國際期刊 RADIATION PHYSICS AND CHEMISTRY，期刊論文審查中。本論文利用 CR-39 徑跡劑量計除了作為直線能量轉移評估，更可同時評估相同照射情況下之質子劑量，也可作為與監測游離腔劑量比對的參考依據之一，提供質子劑量評估與生物劑量計相關研究之應用。(分項三)
- 37.完成「A geometric calibration method for the digital chest tomosynthesis with dual-axis scanning geometry」期刊論文，投稿 PLOS ONE 期刊。本論文以核研所開發之 X 光成像模擬系統與幾何校正演算法為基礎，進行 TomoDR 雙軸掃描運動機構幾何校準效能評估，X 光成像模擬結果顯示 TomoDR 對於掃描軸機構偏移量與傾斜量誤差容許值分別為 1 mm 與 1 度以內，能保持相同影像品質，相關參數後續可供系統商訂定系統幾何對位 QA 標準；胸腔擬人假體實際造影結果顯示本幾何校正方法可解決原本雙軸掃描無法利用硬體機械對位的困境，成功提升器官組織交界銳利度，改善影像品質。(分項三)
- 38.針對新穎電弧電漿技術應用於本質摻雜金屬氧化物薄膜製程，於 3 月 4~8 日在日本 ISPlasma 2018/IC-PLANTS2018 國際研討會，發表研發成果論文「Metal oxide layer fabricated with the cathodic arc plasma in-situ doping process」。(分項四)
- 39.電漿鍍膜本質摻雜技術突破：藉由電弧電漿鍍膜技術鍍製金屬氧化物薄膜時所伴隨產生的電子加熱陽極現象，提供同時蒸鍍低熔點金屬的功能，達成低熔點金屬可於製程中直接摻雜金屬氧化物及化合物的要求，提供電致變色玻璃之應用，

有效降低整體元件的生產成本及提升特性，達成上退色透光率變化達 71%。相關研究成果「The approach of in-situ doping ion conductor fabricated with the cathodic arc plasma for all-solid-state electrochromic devices, AIP advances 8, 015207 (2018)」，已獲國際知名 SCI 期刊 AIP advances 刊登(AIP advance , 8, 015207,2018)。(分項四)

- 40.藉由低成本電弧電漿源技術開發固態電解質，可提升元件具有快速上退色之能力：電弧電漿源所沉積氧化鈮薄膜具有孔洞結構易提升離子遷進、遷出之能力。完成一系列氧氣和氫氣比例對氧化鈮薄膜性能之影響，元件具有快速上退色之能力，相關研究成果「Tantalum oxide film deposited by vacuum cathodic arc plasma with improved electrochromic performance」，已獲國際知名期刊 Solar Energy Materials and Solar Cells 刊登(182,188,2018) (Impact factor: 5.018)。(分項四)

二、「發展(Development)」：

106 年度：

1. 完成「龍門電廠 MAAP5 程式 URG 參數檔建立計算書」，依據斷然處置策略精神，將 MAAP5 程式中有關反應爐降壓、爐心注水系統與圍阻體排氣之相關參數，根據 PSAR 進行比較驗證，確認程式模擬與電廠在斷然處置策略下的各種狀態具參考意義。對於電廠在超過設計基準之複合式災害之處理應變策略的研究上，有顯著的幫助，因此，在核能安全、國內能源供應自主性上甚有助益(分項一)。
2. 完成「BWR 核燃料束軸向濃縮度分布設計自動化系統」，本系統的特色為(1)採用區塊座標下降法(block coordinate descent method)在濃縮度差參數的空間中搜尋最佳解，(2)使用 scoping library 以減少 CASMO-4 晶格計算的次數，(3)整合爐心臨界限制條件於軸向濃縮度分布最佳化的搜尋。將此自動化系統應用於軸向 4 分區的濃縮度分布設計證實此系統在滿足所有爐心設計限值的前提下具有改進熱限值餘裕及目標函數值的能力。與窮盡搜尋法的結果比較亦顯示此自動化系統可以找出接近最佳解的軸向濃縮度分布，但在搜尋效率上則較窮盡搜尋法有大幅的改進。本系統的設計可同時兼顧核燃料使用的經濟性與安全性，有助於提升國內核燃料中子設

計的技術水準(分項一)。

3. 完成「On Numerical Analysis of Thermal Characteristics of Nuclear Power Plant Spent Fuel Repository」, 本論文使用計算流體力學(CFD)分析, 應用於用過核子燃料於最終處置場之熱傳分析, 其計算結果與瑞典之報告進行比對, 結果相近, 可用來佐證 CFD 再地下處置場之應用的正確性, 另外, CFD 可以使報告中之方法更容易在模型的變更及邊界條件的改變進行模擬, 並可以做為未來在地下處置應用時設計變更之參考依據, 使設計更優化(分項一)。
4. 「被動式重力補償裝置」係利用配重、彈性體或其它可貯能裝置, 在不考慮摩擦及其它可能產生損耗的情況下, 使機構系統內的總能量維持不變, 減少致動器為補償機構在不同姿態下的重力位能變化所需之輸出。自行研發「可調式自重平衡機構」, 利用可變彈性係數的彈性體(由可變內壓的氣壓缸或可變楊氏係數的材料所構成), 使機構在一定的負載範圍內, 不論其姿態如何的變化, 系統內的總能量仍可維持不變, 達成重力補償的目的, 並將運用在未來反應器內部組件切割用設備。目前申請中華民國與美國專利中(分項二)。
5. 場址水文地質建立裂隙岩體與自由含水層流體傳輸評估技術, 與 3 維高精度地質建模技術開發(分項二)。
6. 「取出重砂屏蔽桶 Mo-99 放射性廢液之裝置」獲得我國發明專利第 I525640 號, 本發明係在屏蔽套手箱中將貯存於屏蔽桶之高活度 Mo-99 廢液安全地取出, 並應用此專利於處理貯存高活度含有機廢液的取出作業程序。「Mo-99 放射性廢液之處理方法」獲得我國發明專利第 I537981 號, 本發明係在處理 Mo-99 放射性廢液程序上, 應用此專利的處理方法於高活度含有機廢液處理程序上, 能有效將高活度廢液之放射性核種去除(分項二)。
7. 發展廢離子交換樹脂所需的安定化技術, 設計「將離子交換樹脂氧化降解之方法及其裝置」, 申請中華民國發明專利(申請案號 106130195)及美國發明專利(申請號碼 15/706,914)。本技術為提昇舊有技術之效率, 係利用一種流體化床反應之化工程序將離子交換樹脂氧化降解之方法, 利用流體使反應器內之離子交換樹脂達流體化均勻混合狀態, 且使氧化劑與觸媒

在反應器內部以高濃度接觸反應物(離子交換樹脂)，利用氧化放熱之原理維持反應速率，並藉由熱交換器將反應環境控制在 50~90 °C，使整個氧化反應維持在高效率與易操控之狀態下進行，並具有節能與降低二物廢棄物產生(分項二)。

8. 一貯庫 28 箱(151 桶)與 020 館(31 桶)超 C 類廢棄物整檢作業，配合 ISO-CART 整桶檢測 55 加侖桶內廢棄物之 TRU 核種活度，確認 55 加侖桶內廢棄物之分類(超 C 類與非超 C 類)技術，大幅面減少取樣分析人員接收劑量與活度分析樣品溶解前處理的耗費時間(分項二)。
9. 開發最佳的配比與製作程序，使混凝土容器能滿足貯存/處置放射性廢棄物的嚴格需求，其製程要件「低放射性廢棄物處置容器之脫模方法及其模具結構」，申請中華民國發明專利，申請案號：106130853，申請日期：2017.09.11。本發明係關於一種低放射性廢棄物處置容器之脫模方法及其模具結構，其係在製備低放射性廢棄物處置容器時，使用具有可注入冷凍劑之結構之模具。藉由冷凍劑，使得模具當中的內殼體經熱脹冷縮，而減少混凝土對內殼體表面吸附的影響，因而使低放射性廢棄物處置容器成品脫離，達到脫模之目的(分項二)。
10. 建立新一代液體靶技術，以鈿銀濺鍍靶為靶體主要材質，經過高能質子束照射，最高照射劑量可達 100 微安培，提高靶體之質子照射耐受度，生成氟-18 離子由 2 居里提升至 2.2 居里。產製之氟-18 離子，應用於氟-18 置換氟-19 氟化芳香環化物研究，於毫克級前驅物反應狀態下，生成氟-18 反應產物，使原來不易以氟-18 離子取代反應生成之產物，具備以置換反應生成的能力(分項三)。
11. 建立穩定同位素靶物質電沉積靶之氫化燒結設備，並以穩定同位素電沉積後之氧化物經氫化燒結後，發現穩定同位素氧化沉積物之表面發生變化，說明穩定同位素之氧化物受到氫化進行加氫作用，有助於氧化物之還原成金屬態元素(分項三)。
12. 進行微電流體同位素分離單元之設計與製作，以導電性碳元素為核心，自製微電流體元件，並進行微流體輸送載具之組合與電動控制測試(分項三)。

13. 申請多模組腫瘤診斷與治療探針之中華民國專利，建立多模組腫瘤診斷與治療探針(DOTA-NIR790)反應與分離純化方法，與應用範圍(分項三)。
14. 完成多鏈葡萄糖腫瘤造影劑合成製備、標誌及生物特性研究，結果顯示腫瘤有明顯攝取，具潛力成為腫瘤造影劑，並完成中華民國專利申請(分項三)。
15. 提出造影劑前驅物及其製備方法之美國專利申請，係建立製備 DOTA-NI 之反應與分離純化方法，可應用於缺氧組織之核醫造影劑領域，已獲得申請案號 15/397,998(分項三)。
16. 提出造影劑前驅物 S-Bz-MAG3 製備方法之中華民國專利申請，係提供一種製備雙功能螯合劑 S-Bz-MAG3 之合成方法，可有效地與 99mTc 及 186/188Re 架接，應用在腎功能核醫影像與腫瘤放射治療上，已獲得申請案號 106134826(分項三)。
17. 提出 NOTA 衍生物之製備方法之中華民國專利申請，係提供一種簡易合成 Linker NOTA 大環之合成技術，已獲得申請案號 106137128(分項三)。
18. 完成 F-18-HDACi-1577 系列衍生物標誌技術之建立與專利申請案 2 件(分項三)。
19. 完成頂空氣相層析方法用於藥物製程中殘留有機揮發物含量分析、感應耦合電漿質譜用於藥物製程殘留金屬分析，以及元素分析用於固態凍晶製劑樣品中敏感物質含量檢驗與製程之均一性驗證，解決層析分析法之藥物溶解即刻變質無法分析之困難。層析質譜用於複雜成分中微量藥物衍生物分析鑑定(分項三)。
20. 高效能醫用影像處理技術開發：為取得高精確度的重建影像，本所開發之 X 光有限角度影像重建運算使用精細複雜的演算法，因此，伴隨著冗長的運算時間，繼續將本所開發之 X 光有限角度影像在重建運算中，所致之極大量迭代運算部份，進行 GPU 大量平行化加速修改並有效減少運算時間後，再透過最佳化與 Multi-GPU 技術建立與應用，進一步減少運算時間，以提昇商品化的可能性(分項三)。
21. 能階式探頭之光子作用位置辨識技術實測與驗證：本研究利用建構一照射系統，藉由不斷修正改進實驗參數，收集足夠的實驗數據並輔以適當的資料過濾方法與均勻度校正，最終

完成以 MLE 法為基礎所開發的光子作用位置辨識演算法，所能達成的解析度之驗證(分項三)。

22. 能階式放射影像處理技術：完成偵檢面積為 $5 \times 500 \text{ mm}^2$ 之雙能階影像擷取程式開發，經測試可成功擷取低能量與全能量之 X 光投影影像。並開發適用於 2D X 光影像之材質辨識演算法，該方法無需進行 X 光能譜與偵檢器響應函數之複雜量測作業，初步數值模擬測試結果已達成國際水準。該技術不僅可用於醫學領域，亦可應用於工業檢測與行李安檢等領域，搭配相關影像處理技術，可提升目標材質辨識率(分項三)。
23. 完成中華民國發明專利「造影系統與造影方法」之申請(申請號：106136555)，建立以有限角度掃描方式，提升能階式 CT 能階數之技術，在不增加硬體成本情況下可改善材質解析精準度(分項三)。
24. 完成中華民國發明專利「加馬入射事件發生三維位置與能量之辨識裝置及方法」之核駁、資料蒐集與抗辯，正式通過專利局核可並核發證書(證號：TW I571243)。此發明能夠有效可解決現商用產品的視差問題，同時兼具低成本的優勢，大幅提升本所在核醫影像醫材市場的競爭力與技術門檻的保持(分項三)。
25. 完成中華民國發明專利「可辨識 X 光能量之影像偵測裝置」申請(申請案號：106136556)，此發明可辨識不同 X 光能量之影像，與其他類似技術相比製作成本較低，可增進本所放射影像醫材技術能量(分項三)。
26. 應用 3D 列印技術於人工眼角膜開發：擴展輻射照射的在醫材開發的應用層面，進行生物可分解性材料裂解或提升分解度和滅菌效果。篩選以生物可分解性材料在生醫材料應用的範圍內提供多一項選擇，做為細胞和藥物的基材(載體)，作為可結合或植入活體系統中，以提供因子、取代或修補活體組織(分項三)。
27. 「卷對卷模組化電漿複合製程設備」取得中華民國專利發明證書第 I565820 號，本發明提出一種卷對卷模組化電漿複合製程設備，具有電弧電漿源及磁控濺射電漿源，可進行連續式可撓式基材真空薄膜鍍膜等相關製程，且各製程腔體採模組化設計，可針對應用進行不同的組合搭配，將不同膜層以一

次或相對較少次數完成製程，可有效提高產能、降低成本、進而增加產品競爭力。有利汽車、家居高性能貼膜普及化，已積極進行專利佈局(分項四)。

28. 針對電致變色元件於光電元件之應用佈局之中華民國專利「全固態電致變色光圈裝置及其製造方法」(申請號: 104129683)已通過專利局審查通知獲証,可應用於消費型電子產品所使用之相機上,可取代傳統機械光圈結構有效減輕產品重量及縮減體積,滿足未來消費型電子產品輕、薄的發展趨勢(分項四)。
29. 針對全固態薄膜電池元件製程開發,提出「雙面式全固態薄膜鋰電池及其製作方法」,可以再將薄膜電池元件其能量密度在提升一倍以上之新穎全固態薄膜電池結構。中華明國專利核准領證,發明第 I577072 號(分項四)。
30. 研發高分子固態薄膜電解質,開拓製程成本較低的全固態薄膜電池元件製程開發,提出「一種快速成膜製備全固態電池之柔性固態電解質薄膜的方法」-(美國專利)-申請號 105133327(分項四)。
31. 研發混成系統固態電池技術,可在室溫使用之高電容量混成全固態電池結構及其製作方式。運用有機聚合物與無機固態陶瓷電解質混成的概念,來開發新世代的固態電解質。將液態或膠態的有機聚合物,包覆在具高離子傳導性的無機固態陶瓷電解質中,利用物理或化學聚合製成混成結構固態電解質。提出「全固態電池、混成結構固態電解質薄膜及製備方法」-(日本專利)-申請號 2017-216994 (分項四)。
32. 電弧電漿應用於節能膜低溫製程技術為國內外首創,本所今年度經由模擬、製程實驗及光譜量測驗證,突破技術障礙已克服製程長時間溫度過高及穩定性二大問題,目前可連續製鍍 500 米 7 層頂級節能膜,在可見光穿透率 60~70%情境下,紅外光反射率可達 90%,性能與現有市售歐、美、日頂級產品並駕齊驅,達成自主創新開發之新典範(分項四)。
33. 積極專利佈局電弧電漿鍍製金屬氧化物技術,以自行開發新型電漿設備沉積大面積之產業需求,掌握製程條件與穩定性技術,具市場競爭之優勢:已獲電致變色裝置之製備方法,中華明國專利核准領證,發明第 I604254 號。、電致變色裝置

之製備方法(美國專利) --申請號:15/670,149、氣體感測裝置及其製作方法- 申請號 106136214。(分項四)。

34. 結合薄膜光學與類神經網路理論，建立一個快速準確量測薄膜厚度的方法。以光學理論建立大量的光譜資料供類神經網路學習，再由訓練完成的類神經依據光譜儀所擷取的實際光譜推測薄膜厚度，應用於卷對卷度膜系統中即時監測，其運算時間小於 100 ms。本技術以修飾訓練資料的方法，克服光譜差距所引起的測量誤差，有效提升類神經對於薄膜厚度估計的精準度，使類神經應用於量測薄膜厚度成為可行，以 10 nm 的銀薄膜為例，其計算誤差約 0.5%。此獨有的即時量測膜厚技術，與目前市面上的商業產品相比具有更快速、更精確等特性，除相當適合光學鍍膜製程的即時監控外，亦可應用於半導體製程產業，相關技術產品化之中華民國專利已於 10 月 20 日委由專利事務所送件申請(申請案號：106136218)，另外，美國專利申請案目前在專利事務所進行中(分項四)。
35. 電漿鍍膜本質摻雜技術突破：本發明提出一快速鍍製摻雜型金屬氧化物薄膜之製作方法，藉由電弧電漿鍍膜技術鍍製金屬氧化物薄膜時所伴隨產生的電子加熱陽極現象，提供同時蒸鍍低熔點金屬的功能，達成低熔點金屬可於製程中直接摻雜金屬氧化物及化合物的要求，提供電化學元件之薄膜製程應用，有效降低整體電化學元件的生產成本及提升特性。本項技術已申請 2 案專利，分別為電化學元件之製造方法(中華民國專利申請號:106130039)及美國專利 METHOD FOR MANUFACTURING ELECTROCHEMICAL DEVICE (申請案號：15/812,162)(分項四)。

107 年度：

1. 完成 BWR 燃料間隙熱導係數計算方法，補足本土化 BWR 暫態安全分析方法論技術，自主計算取得燃料間隙熱導係數數據，進行後續安全分析計算。過去，相關數據必須由燃料廠家提供，本項工作目標即是以既有的計算程式，發展燃料間隙熱導係數計算方法，達成 BWR 暫態安全分析技術自主化之目標。(分項一)
2. 完成 MAAP5 程式針對核一廠用過核子燃料池之案例分析與其

他相關研究報告，研究報告針對 MAAP5 用過核子燃料池模式在 SBO 與 LOCA 下進行噴灑救援之案例分析來探討在不同噴灑流量下，用過核子燃料池是否可得到適當冷卻，相關評估分析可提供相關研究分析人員之參考。(分項一)

3. 開發乾式貯存筒銲道受鹽霧應力腐蝕之修補檢測技術，可應用於未來建立乾式貯存筒銲道的檢測、監測與修補機制，以確保乾式貯存筒服役期間的結構完整性。(分項一)
4. 完成材料計算軟體 JMatPro 及銲接有限元素分析軟體 SYSWELD 之建置，進行材料數據計算，並轉錄該數據檔於有限元素模型，以建立乾式貯存密封鋼筒材料數據及有限元素模型，並完成密封鋼筒屏蔽上蓋與結構上蓋封銲銲道殘留應力模擬分析。(分項一)
5. 建置 RC 應力波檢測與非線性超音波檢測設備，並完成裂縫檢測程序確認，增進混凝土劣化評估能力。(分項一)
6. 進行密封鋼桶成分分析、腐蝕試驗配置及腐蝕試驗測試，並進行 304L 不銹鋼在模擬海水試驗下之腐蝕速率評估，增加組件裂化參考數據，以增進壽限評估可靠性。(分項一)
7. 發展 TRR 大型組件所需的移動機器人地圖創建系統技術「移動機器人地圖創建系統和方法」，本技術為一種移動機器人地圖創建系統和方法，其包含移動機器人及顯示裝置。移動機器人包含：機器人本體、驅動單元、影像擷取單元、採樣單元、控制單元，控制驅動單元、影像擷取單元及電源供應單元。顯示裝置顯示所接收的影像，以及在影像上標示取得樣品的空間內的位置處；並根據驅動單元的複數個驅動指令，同步顯示移動機器人在空間內的行走軌跡，可應用於核設施除役時大型零組件的取樣工作。申請中華民國發明專利(申請案號 106134415)及申請美國發明專利(申請案號 15/900,749)。(分項二)
8. 「放射性廢樹脂物料抽取裝置」獲得中華民國發明專利，專利證號：發明第 I615857 號，專利期限：2018.02.21-2036.07.14。本發明利用整合式吸取裝置，可有效隔離放射性以保障操作人員之安全，可高效率將高活度廢離子交換樹脂分裝至 HIC 桶以利後續處理程序。裝置包含管件、抽取器以及負壓裝置，管件具有出料端口，包含內管及外套，

可減少微細顆粒在抽吸樹脂過程之懸浮問題，避免造成外界空氣中放射性污染之情形。(分項二)

9. 「製備低放射性廢棄物混凝土處置容器之高性能混凝土配比」獲得中華民國專利，專利證號：發明第 I616895 號，專利期限：2018.03.01-2036.10.23。本發明係關於一種混凝土之組成份，其用於製備低放射性廢棄物之混凝土處置容器，由特定配比之漿料、粒料、鋼纖維以及拌和水所組成，具有多種優異性質而適合製作容器，特別是其遲滯核種遷移的特性而適合製作盛裝低放射性廢棄物之處置容器。(分項二)
10. 「被動負載可調式之重力補償裝置」獲得中華民國專利，專利證號：發明第 I624341 號，專利期限：2018.05.21-2037.06.21。本發明是一種被動負載可調式之重力補償裝置，係利用可變內壓氣壓缸，並配合適當輪廓之凸輪、連桿、或以上綜合，使可變內壓氣壓缸具有可變彈性係數之線性彈性體之性質。(分項二)
11. 「運用擴增實境技術之導航系統」獲得美國專利，專利證號：US9,953,461B2，專利期限：2016.09.06-2036.09.06。本發明係一種運用擴增實境技術之導航系統，包含量測單位、導航單位、影像單位。該擴增實境模組接收該導航信號及該對位信號，並進行影像對位，使該導引訊息能正確疊合於該平面影像上的實際地板場景，以呈現擴增實境導航路徑指引效果。(分項二)
12. 發展爐體廢棄物除役技術開發所需的切割工法數位模擬技術，設計「圓柱狀和圓餅狀數位模型之模擬切割方法」，申請中華民國發明專利(申請案號 107128202)。本技術參考國外除役經驗採行之機械式切割，在不考慮輻射強度情況下，開發一種電腦輔助切割規劃軟體工具，以協助除役核電廠之廢棄物處理作業。(分項二)
13. 「低放射性廢棄物處置容器之脫模方法及其模具結構」獲得中華民國發明專利，專利證號：發明第 I635942 號，專利期限：107.09.21-126.09.07。本發明提供低放射性廢棄物處置容器之脫模方法及其模具結構，其在脫模過程中並不會耗損模具，因此，可反覆利用特定之模具而實現低放射性廢棄物處置容器的量產，可降低低放射性廢棄物處置容器的生產成本；另

外，也可省略脫模劑的使用。(分項二)

- 14.發展廢離子交換樹脂所需的減容技術，設計「一種陰陽離子交換樹脂分離方法」，本技術利用陰陽離子交換樹脂之比重差異，藉流體化床反應器將兩者分離，並由陰陽離子交換樹脂之選擇性及放射性同位素多以陽離子形式存在之特性，達成減容之目的；本技術選用之流速區間可有效縮短分離程序所需時間，且所需設備較為簡易，僅需依混床樹脂處理量調整反應器大小，並可應用於不同比例之混床樹脂。申請中華民國發明專利(申請號：107135135)與美國發明專利(申請號：16/174,379)。(分項二)
- 15.放射性同位素研製以靶技術與同位素製程技術為主。靶技術以應用專利靶技術照射注射用水為靶物質研製毫居里級氟-18氟化氫。精進放射性同位素應用製程，驗證計畫建立之高壓純化程序，大幅減低放化物毒性與提高純度。而由同位素組與化學組合作研發完成銅-64，發展至同位素組研發計畫與藥產中心合作銜接研製，逐步熱試將核種純度由 90%提升至 99.5%以上。(分項三)
- 16.微流體技術應用使原前驅物 TEON(TEONM)定量或不定量貯存，發展至前驅物 TEON(TEONM)依計畫研發設計充填量貯存，純度可由 70%-95%，提升至 99%以上。(分項三)
- 17.完成中華民國發明專利與美國專利「含放射性同位素膠體之載體的製備方法」之申請(中華民國申請號：107102503；美國專利案號：16/011,734)，建立新型含放射性同位素微米級微球的製備方法，未來可應用於腫瘤栓塞與近接治療。(分項三)
- 18.完成美國發明專利「MULTIVALENT SACCHARIDE COMPLEX, RADIOACTIVE MULTIVALENT SACCHARIDE COMPLEX CONTRAST AGENT, AND USE THEREOF」之申請(申請號：15/887,045)，建立多鏈葡萄糖腫瘤造影劑合成製備、標誌方法，此腫瘤探針有較低的正常組織背景值，能夠提升腫瘤對比度及偵測效率。(分項三)
- 19.已完成多鏈葡萄糖腫瘤造影劑合成製備、標誌及生物特性研究，結果顯示腫瘤有明顯攝取，具潛力成為腫瘤造影劑，並完成美國專利申請。(分項三)
- 20.完成美國專利「The simple synthetic technique for NOTA

macrocycle」之申請(申請號：15/912,734)，建立 1, 4, 7-Triazacyclononane trihydrochloride (TACN•3HCl)，即 NOTA 大環結構之簡易合成技術，NOTA 與 Al-18F 的結合，作為 F-18 正子造影劑前驅物，利用放射性標誌 RGD 胜肽可發展成為有效且具專一性的腫瘤造影劑。(分項三)

21. 完成中華民國專利「DOTA 衍生物作為腫瘤影像診斷探針分子前驅物之合成與鑑定」之申請(申請號：107118192)，建立製備 BzI3-DOTA-OH (1,4,7-Tris(benzyloxycarbonylmethyl)-1,4,7,10-tetraazacyclododecane-10-N-carboxymethyl acid)之方法，應用為腫瘤影像診斷探針分子之核醫造影劑。(分項三)
22. 完成美國專利「Method for preparing S-Bz-MAG3 as a precursor of contrast media」之申請(申請號：15/912,734)，提供一種製備雙功能螯合劑 S-Bz-MAG3 (S-benzoyl mercaptoacetylglucylglycylglycine)之合成方法，其可有效地與 99mTc 或 186/188Re 稼接，應用在腎功能核醫影像與腫瘤放射治療上。(分項三)
23. 取得中華民國專利「MN 診療配位子及 MN 診療配位子前驅物之高效液相色譜分析方法」(證書號：發明第 I609871 號)，係利用 acetonitrile (乙腈)及 0.1%TFA(aq)之不同比例混合動相，使個別分析 MN 診療配位子及前驅物得以穩定滯留於 Merck Chromolith RP-18e column，並獲得具有再現性之主訊號滯留時間。(分項三)
24. 取得中華民國專利「造影劑前驅物及其製備方法」(證書號：發明第 I633099 號)，提供一種製備 DOTA-NI (1,4,7-Tris(carboxymethyl)-1,4,7,10-tetraazacyclododecane-10-N-(6-(2-nitroimidazole)hexyl)acetamide)方法，為應用於缺氧組織之核醫造影劑領域之新原料藥。(分項三)
25. 取得中華民國專利「Method for preparing precursor of gene expression probe」(證書號：發明第 I642680 號)，係提供基因表現造影劑 124I-FIAU 標幟前驅物 5-tributylstannyl-1-(2-deoxy-2-fluoro-β-D-arabinofuranosyl)uracil (FSAU)合成方法之新穎製備技術，應用為基因表現之核醫造影劑。(分項三)

26. 擴展輻射照射的在生醫材料開發的應用層面，進行生物可分解性材料交聯或提升分解度和滅菌效果。篩選以生物可分解性材料在生醫材料應用的範圍內提供多一項選擇，做為細胞和藥物的基材(載體)，作為可結合或植入活體系統中，以供藥、提供因子、取代或修補活體組織。(分項三)
27. 開發以解析法為基礎之 X 光成像模擬器：與蒙地卡羅法(Monte Carlo method)相比，解析法具有系統參數設定簡易與模擬時間短等優勢，相當適合用於診斷能量之 X 光成像模擬(無高能核物理作用)，提供符合使用者精度要求之快速評估工具。本模擬器也提供彈性化參數設定，可依需求設定造影系統幾何(2D、TOMO 與 CT 成像幾何)、X 光射束品質(單能光子或多能譜)、待測物與偵檢器特性等參數，模擬實際光子衰減過程輸出 X 光影像，該模擬器可應用於 X 光造影系統先期效能評估與參數最佳化，可大幅縮短傳統實際測試所需人力時間與材料花費。(分項三)
28. 完成中華民國發明專利「加馬入射事件發生三維位置與能量之辨識裝置及方法」之核駁、資料蒐集與抗辯，正式通過專利局核可並核發證書(證號：TW I571243)。此發明能夠有效可解決現商用產品的視差問題，同時兼具低成本的優勢，大幅提升本所在核醫影像醫材市場的競爭力與技術門檻的保持。(分項三)
29. 完成美國發明專利「ENERGY-RESOLVED X-RAY IMAGE DETECTOR」之申請(申請號：16/167,695)，此發明為應用於能階式 X 光影像的一種偵檢器設計，有別於現有電子電路與多層閃爍體結構的技術，利用不同透光度的光學層設計進行訊號篩選達到 X 光訊號分能，可減少後端大量電子元件與多層結構製作所需成本。(分項三)
30. 提升陣列式光源靜態造影新型 X 光成像技術開發針對光源與數位偵檢器等進行整合，開發電控與同步控制程式、建立交握程序及數據擷取系統等系統整合開發工作，除可作為技術潛力/能力展示外，更能成為協助業者/法人開發新品、概念驗證/實現等技術服務平台。(分項三)
31. 完成「一種提升能階式電腦斷層掃描儀能階數的造影裝置與方法」美國 (US15/924,729)、歐盟 (EP18162275.4) 與日本

(2018-096939)發明專利申請。此發明以有限角度造影技術為基礎，無需修改造影儀硬體架構，並搭配迭代式影像重建的技術，可提升造影能階數，克服多能階(能階數 ≥ 3)光子計數成像偵檢器(PCD)價格昂貴之問題，降低硬體成本。(分項三)

32. 獲得「Automatic exposure control system for a digital x-ray imaging device and method thereof」中華民國發明專利(發明第 I606752 號)。本發明在 X 光造影前利用體性感測裝置獲取病患體型資訊，代入 SmartAEC 演算核心運算自動調控最適造影參數，與具備傳統 AEC 放射造影儀相比，具有降低造影經驗依賴性、可調控管電壓建立個人化造影參數以及系統輕便與整合容易的特性。以傳統胸腔 X 光為例，在維持相同影像品質情況下，可降低病患 20% 輻射劑量。並榮獲 2018 年台灣創新技術博覽會專利競賽金牌獎肯定。(分項三)

33. "ROLL-TO-ROLL HYBRID PLASMA MODULAR COATING SYSTEM" 取得美國專利發明證書 US 2017-0040150 A1，本發明提出一種卷對卷模組化電漿複合製程設備，具有電弧及磁控濺射等電漿源，各電漿製程腔體採模組化設計，因此，可針對不同應用進行組合搭配，將不同膜層以一次或相對較少次數完成製程，有效提高產能、降低成本、進而增加產品競爭力。(分項四)

34. 結合薄膜光學與類神經網路理論，建立一個快速準確量測多層膜厚度厚度厚度厚度的方法。本技術以修飾訓練資料的方法，克服光譜差距所引起的測量誤差，有效提升類神經對於多層薄膜厚度估計的精準度，而能應用於即時量測多層薄膜，最高達七層膜，其變化性為過去量測單層膜的七次方倍(假設單層膜有 100 種厚度變化，則七層膜就有 10 的 14 次方種厚度變化)，複雜程度遠遠超過單層膜，技術困難度同樣遠超過量測單層膜，以七層節能膜為例，各層厚度範圍 1 nm 至 80 nm 不等，其計算誤差小於 5%。此獨有的即時量測膜厚技術，與目前市面上的商業產品相比具有更快速、更精確等特性，其量測多層膜的能力更是目前商業產品所不及，除相當適合光學鍍膜製程的即時監控外，亦可應用於半導體製程產業，相關技術產品化已於 10 月 1 日獲得中華民國專利(專利編號: I637448)，另外，參加 2018 台灣創新技術博覽會獲得金牌獎。(分項四)

35. 針對新型全固態儲能電池技術開發進行專利佈局，獲得「具核殼結構之量子電池的製法及其製品」中華民國專利號:I618260，為一創新物理電池技術，可應用於消費型電子產品所需之儲能電池，未來將有機會取代現有鋰電池技術。(分項四)
36. 針對光電元件所開發申請之美國專利「MICROCRYSTALLINE SILICON THIN FILM SOLAR CELL AND THE MANUFACTURING METHOD THEREOF」(專利號 US 9,825,196)已獲證，主要技術內容為藉由電漿源的組合鍍製光電薄膜，未來可應用於光電薄膜半導體級薄膜之鍍製。(分項四)
37. 研發新型電弧電漿應用於沉積 NiO 薄膜可有效提升電致變色元件成果，7/1~7/6 日赴波蘭弗次瓦夫(Wroclaw)參加 The 11th International Conference on Nanophotonics (ICNP 2018)國際研討會發表研發成果論文「Efficient NiO-based electrochromic devices by Arc」。(分項四)
38. 自行研發電弧電漿應用於固態電解質薄膜開發可有效提升全固態電致變色元件成果，「Tantalum oxide film deposited by vacuum cathodic arc plasma with improved electrochromic performance」論文，發表於 Solar Energy Materials and Solar Cells, vol. 182, pp. 188 (2018). (INER-13762)。(分項四)
39. 參加由「美國國家航空暨太空總署技術摘要雜誌 (NASA Tech Briefs)」主辦的「開創未來獎 (Create the Future)」設計競賽，本組以「卷對卷電漿鍍膜技術(RollInCoat: Roll-to-Roll Hybrid Plasma Modular Coating System for High-Performance Thermal Control Films)」贏得評審團青睞，榮獲 2018 年機械與自動化類榮譽獎 (Honorable Mention – Robotics/Automation/Manufacturing Category) 及百大創新獎。(分項四)

三、「商業化(Commercialization)」：

106 年度：

1. 於 105 年 4 月與台電公司簽訂「台灣電力公司核能電廠焊道覆焊技術服務(第四期)」計畫，簽約金額新台幣 2.94 億元。執行核一廠、核二廠及核三廠於 9 次大修期間實施管路銲道覆

銲預備合約。大修時，若核一廠及核二廠於反應爐再循環冷卻水系統之相異金屬銲道/沃斯田鐵不銹鋼銲道或核三廠反應爐熱端管嘴檢測上發現裂痕指示(indication)時，若經評估必須執行覆銲修理，則需依照相關法規規定進行覆銲修理作業。完成修理作業後須進行覆銲結構完整性及覆銲後殘留應力分析，以確保核能電廠經停機大修後能安全啟動及運轉(分項一)。

2. 執行 TRR 設施除役計畫作業，需長期投入勞務人力，依照本所發展的工法及程序書，執行核設施除污、拆除及廢棄物檢整處理、混泥土廢棄物及金屬廢棄物除污等作業，在本所工作人員之外，另促進其他所外單位人員就業機會(分項二)。
3. 完成放射性污染廢金屬 35.4 公噸偵檢、篩選及分類處理經保物組解除管制量測實驗室鑑定認可，均符合外釋標準；依據 106 年 3 月 14 日原能會會研字第 10600032461 號令修正發布後之核能研究所規費收費標準，金屬類處理貯存(每公斤 485 元)及最終處置費用(每公斤 315 元)，合計每公斤 800 元估算，可節省後續管理費用 2,832 萬元(分項二)。
4. 利用移動式超鈾活度量測系統，完成本所存放之超 C 類廢棄物的量測及相關研究，本作業已大幅度降低核種分析的時間、量測費用與人員風險，並得以透過後續之減容處置，來有效增加本所貯存空間，並減少衍生之儲存成本，而相關研究報告亦可作為類似作業之借鏡，使所內資源達到有效利用(分項二)。
5. TRR 設施除役為國內核子反應器除役先驅，除役執行至今超過十年，累積豐富除役經驗及建立相關技術，除有效降低處理成本，並可為後續國內核電廠除役之基石，提高未來除役經濟效益(分項二)。
6. 建立濃縮廢液固化程序，其中水泥系固化劑含有抗鹽性增稠礦物摻料 palygorskite，可有效解決濃縮廢液水泥漿體中水漿相分離問題；與原固化流程控制計畫書比較，可減少固化劑用量約 24 wt%，固化劑成本低，接近於波特蘭水泥，約為原固化劑成本 1/8(分項二)。
7. 傳統鐵離子溶液作為催化劑，經濕式氧化後產生大量的濕性污泥，後續須以額外設備處理污泥，如分離、脫水、烘烤及

安定化等複雜程序，而增加處理時間及成本。本所研發之觸媒已獲美國專利，係固態粉末型態之異相觸媒，反應後無任何污泥產生，且可利用其磁性特性與廢液分離、收集及再利用，突破傳統技術之缺點，可提供業界處理廢水之參考(分項二)。

8. 持續開發廢活性碳最適處理技術以應用於本所目前積存之 8,300 kg 廢活性碳，及降低本所該類廢棄物之庫存，確保環境之永續發展(分項二)。
9. 與技術授權廠商簽定「低放射性廢棄物高性能混凝土處置容器(HPCC)商業量產標準作業程序建立與精進」技術服務案合約，協助其順利完成核二廠 400 只 HPCC 製造訂單，為國內耐 100 年 HPCC 商業量產首例(分項二)。
10. 研發之「應用於核能放射性廢液處理之高效能顆粒化無機材質吸附劑」獲台灣化學科技產業協進會(TCIA)舉辦「2017 年度化學科技產業菁英獎」評選活動之產品創新獎(分項二)。
11. 協助 TRODAT-1 原料藥製程改良及技術包裹移轉予廠商。協助本所核醫藥物製藥品管檢驗，以生產供藥(分項三)。
12. 連續式影像感測器相關技術與應用是為輻射影像市場產品未來應用中一個重要的趨勢，國際上處於技術研究正逐漸成長中，故建立相關技術基礎與規劃布局，有助於國內產業跨入此領域時掌握關鍵技術與市場布局之先機(分項三)。
13. 應用 3D 列印技術於人工眼角膜開發：作為新劑型的眼部藥物或是細胞載體，可縮短眼部藥物/人造器官組織開發時間與花費的經費(分項三)。
14. 東○公司節能膜技轉案以獨特電弧電漿結構，完全克服全球主力磁控電漿製鍍氧介電膜不穩定之罩門，系統單純化，製程簡易化，良率輕易掌控。本技術使整體製程單純化，可協助廠商產業昇級，大幅降低成本，帶動國內節能薄膜產業市場，有利建築物、汽車高性能隔熱膜貼膜普及化，協助節能政策推動(分項四)。
15. 運用低成本、高量產速率之電弧電漿鍍膜系統開發之大面積 NiO 及 WO₃ 電致變色(EC)薄膜電極技術，可有效提升電致變色膜之變色速率，上退色時間小於 10 sec，此技術與汽車的電致變色(EC)後視鏡及照後鏡之製造商力○○公司簽訂技術服務

案，簽約金 50 萬元。目前雙方緊密配合，積極導入汽車天窗市場及智慧綠建築的變色窗，再推廣至智慧生活領域(分項四)。

16. 106 年 1 月完成「高溫電漿熔融爐的焚化灰渣電漿熔融處理技術」研發成果技術授權給「永○○○股份有限公司」，106 年 1 月 13 日於原能會舉辦簽約儀式及記者會，此技術成果可推廣應用於國內有害工業廢棄物之處理，改善民生環保問題，此技術授權亦促成永○○○股份有限公司在桃園市觀音環保科技園區興建一廢棄物處理環保工廠，針對國內紡織染整、造紙、光電半導體企業等污泥處理，與資源回收再利用如製成鋪地磚塊建材(分項四)。

107 年度：

1. 藉由與國內廠家共同開發熱室重要機具之維護與更新製作，提升國內廠家之專業技術與就業機會。(分項一)
2. 開發國內熱室 H 型機械手臂設備自主設計、製作與維護技術，協助國內相關產業技術能力本土自主化與後續發展。(分項一)
3. 執行 TRR 設施除役計畫作業，需長期投入勞務人力，依照本所發展的工法及程序書，執行核設施除污、拆除及廢棄物檢整處理、混泥土廢棄物及金屬廢棄物外釋等作業，在本所工作人員之外，另促進其他就業機會。(分項二)
4. 協助完成 TRR 除役後三座廢熱交換器之熔鑄減容，有效減少污染金屬貯存之空間，將有助於低污染廢金屬後續釋出與再利用。當核電廠除役時，所產生之廢鋼鐵及其他金屬材料數量更為龐大，受污染之金屬廢棄物如全部以放射性廢棄物進行最終處置，貯存費用高且空間有限，熔鑄減容方案可提供有利之處理。(分項二)
5. 建立自主的核設施污染顯像用加馬相機技術，可滿足我國未來核設施除役與輻安方面的內部需求，亦可技轉國內業者，建立和安方面本土產業鏈，並進一步外溢經濟效益至國際，以合理價格取代現行市場上商品，甚至針對客戶需求客製，進軍國際市場。(分項二)
6. 完成放射性廢金屬 10.4 公噸偵檢、篩選及分類處理，經保物

組解除管制量測實驗室鑑定認可，均符合外釋標準；依據 106 年 3 月 14 日行政院原子能委員會會研字第 10600032461 號令修正發布後之核能研究所規費收費標準，金屬類處理貯存(每公斤 485 元)及最終處置費用(每公斤 315 元)，合計每公斤 800 元估算，可節省後續管理費用 832 萬元。(分項二)

7. 配合我國核電廠除役工作之推行，持續精進解除管制實驗室對廢棄物之檢測分析能力，藉由相關量測技術與檢測儀器之建立，達成廢棄物有效分類，減輕相關處置費用與貯存壓力，並使資源得以不斷循環利用之目標。(分項二)
8. 「低放射性廢棄物高性能混凝土處置容器製造技術」授權案，於 103 年 10 月 23 日與授權廠商聯曜實業有限公司完成簽約。本案已於 104 年度輔導國內廠商建立該項技術製作能力，本年度授權廠商已完成國內耐 100 年 HPCC 商業量產，並順利完成核二廠 400 只 HPCC 製造交貨，同時已於 107 年 6 月 25 日簽訂第二期合約，亦完成第二批 400 只 HPCC 製造交貨。估計未來核二廠將有 8,000~10,000 只低放射性廢棄物高性能混凝土處置容器之需求，及核三廠、蘭嶼貯存場與核一除役之需求，估計價值新台幣 10 億元以上，對產業發展與經濟成長具有正面之效，創造就業機會。(分項二)
9. 國內目前有廠商計畫建置加速器 BNCT 設施，以提供國內中子治療。該廠商仍需進一步細部評估，並需建立基本核反應實驗數據。本所迴旋加速器照射服務協助該廠商執行 BNCT 相關前置測試，所測得幾項數據與其程式模擬結果相當。因此本所加速器照射服務可促使廠商有信心做該項投資建置。(分項三)
10. 放/輻射影像感測器技術與應用是為輻射影像市場產品未來應用中一個重要的趨勢，且與國內成熟的 IC 電子產業資源高度鏈結，國際上亦處於技術研究成長中階段，故建立相關技術基礎與規劃布局，有助於國內產業跨入此領域時掌握關鍵技術與市場布局之先機。(分項三)
11. 製作 10 及 20 mCi 之 Co-57 平面密封射源，行銷至國內各大醫院，包含運送安裝及測試運轉等作業，今年度總收入約為 150 萬元。(分項三)
12. 輻射影像應用市場中最有發展潛力的重要關鍵，即是本計畫

重點項目之一的放射影像感測器技術，此項目執行過程之研究與應用可以與國內成熟的 IC 電子產業資源高度鏈結，此一趨勢在國際上亦處於技術成長階段，故本計畫之執行建立相關技術基礎與規劃布局，有助於國內產業跨入此領域時掌握關鍵技術與市場布局之先機。(分項三)

13. 多鏈醣正子造影藥物利用 ^{68}Ga 發生器進行標誌，能夠使藥物製備的時間及成本降低，提升藥物開發的經濟效益。(分項三)
14. 本計畫執行 R2R 電漿鍍製節能膜技轉案，107 年技轉廠商配合量產設備建置，投資 3,000 萬元以上(含廠房整修、水電氣周邊設備建置、量產設備性能提升、靶材及 PET 基材等耗材)。目前雙方緊密配合，積極合作，共同朝向搶佔頂級階節能膜市場邁進。(分項四)
15. 運用卷對卷(R2R)電漿鍍膜平台，完成頂級低熱輻射率節能膜產品 T70 開發及驗證評估，封裝後可見光穿透率達 73%，可見光反射率 8.92%，紅外光(780 nm ~2,500 nm)阻隔率達 87.2%，性能與國際大廠(舒熱佳、V-Kool 及樂瑪等)產品規格相當，價格卻更經濟實惠，未來將以高性價比之產品優勢，協助國內廠商跨越全球高階市場。(分項四)
16. 運用電致變色膜技術，針對未來自駕車的靈魂之窗-行車安全輔助鏡頭，開發薄膜厚度僅為一根頭髮直徑的 1/50，功能如同人眼的虹膜，可隨著外在行車環境變化控制入光量的快速變色薄膜技術，進一步提升車用影像系統的穩定性與成像精確度。預期此創新技術將可取代現有機械式光圈進入高階車用鏡頭應用的藍海市場，有助於國內產業突破國外大廠專利佈局及現有技術瓶頸。(分項四)
17. 完成「可撓式節能膜小量試產」技術服務案簽約手續，全案簽約金 100 萬元，技服收入 100 萬元。同時與合作廠商東○公司共同開發出 TopCool G50 貼膜玻璃綠建材新產品，獲得五個國家認證合格實驗室綠建材標章測試認證報告。本產品將為國內唯一以貼膜達到玻璃綠建材規範之產品。他廠作法需以雙層玻璃才能符合標章，與本所技術相較，本所技術的產品可大幅降低製造成本，施作更簡易，消費者將有更高接受度。(分項四)
18. 分項計畫四具有產業化之技術項目、應用領域與其進度，說

明如下分項計畫四具有產業化之技術項目、應用領域與其進度，說明如下表：(分項四)

計畫四之主要研發技術	應用領域	107 年產業化進度
卷對卷電漿鍍製節能膜 量產設備開發	住商&車輛窗戶 玻璃節能	完成技轉之量產設備設計、製造與組裝，預計 108 年商轉。協助量產設備產品通過認證及廠域測試，技服收入 100 萬元。技轉廠商：東○公司。
電致變色玻璃之電漿鍍 膜量產設備開發	住商&車輛專用 之電致變色窗	配合商用需求，電致變色玻璃之可見光穿透率變化(ΔT)達 65 %，符合廠商規格，技服收入 60 萬元。合作開發廠商：力○○公司及宏○公司。
車用電致變色濾鏡之電 漿製程技術開發	自駕車攝影機鏡 頭保護濾鏡	屬於前瞻技術研發項目，電致變色濾鏡達成 2 秒內 40% 光穿透度變化目標，技術榮獲 2018 年台灣創新技術博覽會之展前記者會亮點項目及 20 項亮點技術之一。合作開發廠商：鼎○公司。
全固態薄膜鋰離子電池 之電漿製程技術開發	消耗性電子產品 及物聯網感測器	屬於前瞻技術研發項目，電池之體積能量密度為 1000 Wh/L，為現行傳統鋰電池的 2 倍以上。合作開發廠商：鉅○公司。

四、「推廣(Delivery)」：

- 1.協助台電公司解決核能發電營運相關技術問題，開發核電廠用過核子燃料貯存系統技術及除役技術，確保核電安全及環境的永續經營。
- 2.發展核醫藥物及國內節能產業產品，推廣原子能民生用途。

106 年度：

1. 完成「核二廠廠外水災風險評估」報告，有助於釐清在地區性強降雨情境下，核二廠廠址是否有發生溢淹危害的風險，以提供電廠進行適當防範的決策參考，並減輕民眾對電廠面對極端氣候上安全之疑慮(分項一)。
2. 完成「核一、二、三廠颱風暴潮極端值模擬」報告，該分析

係依據 NUREG/CR-7134 方法論，進行國內三座核電廠低機率極端暴潮的水災危害分析，評估在極端值颱風暴潮事件下對電廠廠址的危害性。此研究成果顯示在百萬年超越頻率條件下，國內三座核電廠最大可能颱風暴潮值(Probable Maximum Storm Surge, PMSS)均小於各廠主要廠址高程，相關分析結果有助於確認核電廠面對颱風暴潮之安全性(分項一)。

3. 完成「Ultimate Response Guideline Strategy Evaluation for Maanshan Power Plant」，根據核三廠的斷然處置程序書設計劇情進行分析，評估所採用措施的有效性，有助於提高對類福島事故的應變能力，並減低災害產生的嚴重性，有利於環境保護與安全(分項一)。
4. 完成「核一廠除役期間停機過渡期間用過核子燃料池安全評估」報告，分別進行核一廠除役期間肇始事件分析，參考核一廠除役計畫進行除役期間系統分析，同時參考核一廠執照運轉期間大修安全評估，進行核一廠停機過渡期間用過核子燃料池風險定量。此研究成果可了解永久停機至停機過渡階段前期的風險狀態，進而針對電廠系統、設備之狀態進行風險管控(分項一)。
5. 完成「核一廠輻射源項類別之事故序列分析案例」報告，針對如何從二階 PRA 模式分析中產出輻射源項類別(Source Term Category, STC)之外釋事故序列的方法與實務案例進行彙整說明，分析結果可作為下游 MAAP 運跑輻射源項的依據，與後續緊急應變計畫區界定的應用，有助釐清社會公眾對嚴重事故情節議題的疑慮(分項一)。
6. 依據核設施除役法規要求，執行 TRR 設施除役計畫相關作業，並完成環境安全強化改善作業，以確保環境品質，防止輻射污染擴散，消除潛在輻射污染疑慮及對環境安全之潛在威脅，對民眾財產及健康能獲得保障(分項二)。
7. DSP 設施清理作業，搭配先前建置之大型隔離帳篷與負壓通風系統。強化設施的輻防措施，改善環境危害風險(分項二)。
8. DSP 設施清理作業，可提高廢棄物貯存安全，降低民眾對放射性廢棄物之核安疑慮，最終達到土地重新利用，促進非核家園達成(分項二)。
9. 配合本所廢棄物解除管制作業，應用總比活度(SWAM)及核種

比活度(Q2)量測儀器，完成放射性廢金屬 35.4 公噸偵檢、篩選及分類除污處理，經本所保物組解除管制量測實驗室鑑定認可，均符合外釋標準，提高廢棄物管理安全效益，未來持續努力達到資源回收再利用目標，以發揮環境永續安全的效益(分項二)。

10. 逐步建立本所 TRR 除役產生之廢樹脂可行安定化處理技術，並推進實際安定化處理時程達環境保護與安全貯存之目標(分項二)。
11. 我國來自醫院、研究機構、大學實驗室等小產源有機廢液係由本所接收，至今貯存數量仍每年增加。此類廢液因總有機碳濃度高無法直接進行蒸發濃縮，透過自行研發之磁性觸媒及廢液處理程序開發，提供未來本所例行處理之設計基礎，可望逐年降低本所庫存數量，提供我國小產源有機廢液處理之可行方案(分項二)。
12. 以焚化爐焚化處理既存可燃廢棄物，除具高減容效果，可有效減低放射性廢棄物貯存庫倉貯壓力外，另因屬高溫熱處理，可將含部份化學物之混合廢棄物藉焚化達安定化，確保環境生態安全(分項二)。
13. 針對早期積存於地下庫之廢樹脂及乏燃料套管，以遙控方式取出整檢，可提高該類高輻射強度廢棄物貯存安全，避免民眾對高輻射強度放射性廢棄物貯存安全之疑慮(分項二)。
14. 針對 TRR 及相關附屬設施清理除役需求進行核種分析鑑定，取得的資訊可作為後續清理除役作業的規劃依據，制定作業人員的輻射安全防護措施，並確保作業中產生的氣、液、固體廢棄物的貯存、運送、處理及最終處置符合法規要求，保障周圍環境與民眾的安全(分項二)。
15. 氟-18 離子靶技術與放射氟化製程與反應動力研製，有助於作為國內氟化技術製程發展探針，對於傳統石化產業發展至特用氟化物化學品，不論是否具備經濟效益，均具指標性之參考意義(分項三)。
16. 本計畫發展之阿茲海默症正子造影劑，經過基因轉殖鼠造影初步發現具備 TAU 蛋白變異之造影效果。因 TAU 變異除了與阿茲海默症有關外，亦與老化、失智等等病症有關，故本計畫朝向社會福祉提升為發展方向之一(分項三)。

17. 本計畫工作建立之感測器技術、工具與實驗平台為輻射影像未來技術應用研究之基礎，有助於未來相關產業技術提升，提高工業檢測、機場安全檢測與高階影像醫材等相關產品產出之成功性，有助於未來工業、國安反恐、並造福國人健康(分項三)。
18. 應用 3D 列印技術於人工眼角膜開發：縮短藥物/人造器官組織開發時間與花費的經費，減少等待新藥/人造器官組織的等待時間，加快恢復健康提升生活品質(分項三)。
19. R2R 電弧電漿鍍製節能膜之量產系統與製程技術創新突破鍍製頂級節能膜並通過驗證，已達成第一階段合約要求，順利進入合約的第二階段，技服收入 2,100 萬。本技術使整體製程單純化，大幅降低成本，有利建築物、汽車高性能隔熱膜貼膜普及化，協助節能政策推動(分項四)。
20. 運用低成本、高量產速率之電弧電漿鍍膜系統開發之大面積 NiO 及 WO₃ 電致變色(EC)薄膜電極技術，搭配力○○公司之電致變色電解質及封裝技術，呈現變色速度快、變色均勻、可見光穿透率變化量大等特色，未來將先用於提升汽車電致變色後視鏡及照後鏡等變色性能，再逐步擴大至汽車電致變色天窗，以及電致變色智能窗應用，加速電致變色節能膜於汽車及現有居家窗戶應用之接受度(分項四)。
21. 106 年 1 月完成「高溫電漿熔融爐的焚化灰渣電漿熔融處理技術」研發成果技術授權給「永○○○股份有限公司」，並促成該公司投資達 20 億元興建一廢棄物處理環保工廠，建廠所影響促成之就業人數達數百人以上(分項四)。
22. 節能膜產品在可見光穿透率 60~70%情境下，紅外光反射率可達 90%，性能與現有市售頂級產品並駕齊驅，貼合於建築玻璃，保有足夠的光線與視野，減少照明，有效降少室內空調負荷(一般建築開窗率，節省能耗 30%)，減少耗能，兼顧節能減碳及環保舒適家居生活(分項四)。

107 年度：

1. 室內乾貯系統之廠房溫度評估：本工作配合用過核子燃料採用室內乾式貯存之政策方向，已初步建立可行之分析方法，

未來可應用於實際貯存廠房設計的安全評估，計算貯存護箱與廠房空間是否有過熱疑慮，確認貯存設施之安全，進而保障廠房及周圍地區的核安。(分項一)

2. 核電廠管路組件核種評估技術：彙整國際間核電廠管路組件核種評估模擬軟體相關文獻資料，分析各軟體之功能差異，相關彙整成果可作為後續國內本土模擬技術開發之參考，並應用於核電廠除役作業，減少除役前無法取樣造成之誤差，同時能提供後續廢棄物估算及除污條件等設定之應用，以減少人員輻射劑量及增進廢棄物管理效率。(分項一)
3. 依據所建立的複合式災害風險分析方法論進行案例驗證，以評估各種假設的合理性，目標涵蓋核能電廠、放射性廢棄物處置設施、放射性廢棄物儲存場等設施之各種風險，為既有的核設施安全進行把關。(分項一)
4. 低劑量輻射生物效應與風險效應議題是輻射安全溝通的重要一環，省思國際重大核事故如車諾比、福島意外及目前核設施正常運轉下偶發事件的經驗回饋，同時進行輻射劑量及流行病學健康效應追蹤，建立劑量風險管理技術，以應用於整備、緊急應變與災害復原之規劃作業程序，供主管機關參研，強化核事故災害風險管理成效。(分項一)
5. 完成核二廠除役期間用過核子燃料池島區系統分析，確認用過核子燃料池島區建置系統之妥適性。同時進行廠內肇始事件分析，參考核二廠功率執照運轉期間之肇始事件，以定性方式進行除役期間可能發生之肇始事件之探討，做為後續安全分析使用。(分項一)
6. 發展核能電廠設計基準事故輻射劑量分析方法論，包括 TID-14844 及替代輻射源項兩種方法，前者主要用於與既有執照基礎的分析，後者則應用於電廠營運效益提升及控制室適居性內漏率測試有關之長期接受準則訂定，兩者相輔相成，可實際支援「核一、二、三廠主控制室適居性方案技術服務計畫」，有效完成人員輻射劑量之評估計算，達到環境與人員安全保護之目的，目前已完成 TID-14844 部分及取得原能會核可，AST 部分則已完成 DBA LOCA 替代輻射源項劑量分析方法論，並送原能會審查中。(分項一)
7. 核電廠管路組件核種評估技術：本年度完成「以參考電廠資

料建立核一廠除役比例因數」及「以參考電廠資料建立核二廠除役比例因數」2份研究報告，相關成果可應用於核電廠除役之除役廢棄物分類、劑量管理與拆解工法的設計之用；完成難測核種 Pu-241 分析量測方法 SCI 期刊論文「Determination of plutonium-241 in low-level radwastes using radiochemical separation combined with LSC, alpha spectrometer and ICP-MS」，其分析技術可應用於電廠除役廢棄物之核種量測，作為除役廢棄物除污方法選擇之依據；彙整國際間核電廠管路組件核種評估模擬軟體相關文獻資料，撰寫彙整報告，可作為後續國內本土模擬技術開發之參考，並應用於核電廠除役作業，減少除役前無法取樣造成之誤差，同時能提供後續廢棄物估算及除污條件等設定之應用，以減少人員劑量及增進廢棄物管理效率。(分項一)

8. 完成乾式貯存設施外部事件風險評估方法論研究，建立一套以乾式貯存設施外部事件為目標的風險評估方法，同時核一廠乾式貯存設施為分析案例，評估結果顯示乾式貯存設施之風險低於溼式貯存(如用過核子燃料池)之風險。(分項一)
9. 完成乾式貯存筒銲道受鹽霧應力腐蝕之修補檢測技術調查，可用於未來乾式貯存筒銲道的檢測、監測與修補之相關技術建立，以確保乾式貯存筒服役期間的結構完整性，增進用過核子燃料貯存安全。(分項一)
10. 因應國內用過核子燃料採用室內乾式貯存之趨勢，彙整國內外文獻及過去用過核子燃料屏蔽遷移計算經驗，完成室內乾式貯存設施屏蔽分析技術需求之探討，以提昇國內室內乾式貯存設施作業人員劑量與民眾輻射防護之評估水準。(分項一)
11. TRR 燃料池清理屬高輻射高污染作業，依廢棄物輻射特性規劃清理工法，並確實依程序進行相關輻射作業，確保人員及環境輻射安全，防止輻射污染擴散，消除潛在輻射污染疑慮及對環境安全之潛在威脅，對民眾財產及健康能獲得保障。(分項二)
12. DSP 設施清理作業，除降低民眾對本所之放射性廢棄物之核安疑慮外，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。(分項二)

- 13.核設施污染顯像的軟/硬體技術建立取得初步成果，未來技術面的精進與成熟後，預期可滿足我國未來核設施除役與核安管制方面的需求，使得除役工作規畫更加有效率，放射性廢料的處置更加確實，確保我國非核家園政策施行後的相關工作與需求，能由國內產業自行滿足，確保環境永續和輻射安全。(分項二)
- 14.鑒於我國核能電廠將陸續達運轉年限而需規劃進行除役，由於除役過程中所產生廢棄物，大都屬於極低放射性而可循相關法規外釋之廢棄物，為使資源得以有效循環再利用，將持續精進廢棄物解除管制量測技術，以應用於我國核設施除役計畫之需求。(分項二)
- 15.完成土壤輻射量測系統建置，可提高廢棄物貯存安全，降低民眾對放射性廢棄物之核安疑慮，達到土地再利用，促進非核家園之達成(分項二)
- 16.完成建置放射性有機廢液總有機碳(TOC)降解實體設備，可針對所外小產源放射性有機廢液進行處理，以高級氧化法降低水相有機物濃度，達到液體廠接收標準，提升本所廢液貯存之穩定性及安全性。(分項二)
- 17.開發通則性場址復育技術，提升本所專業與環境保護安全信心。(分項二)
- 18.配合 TRR 燃料池清理作業計畫與廢棄物管理需求，建立 TRR 廢金屬之活度資料與分類，可提供廢料場預先規劃廢棄物入庫空間及動線管理，提升 TRR 燃料池清理作業過程中的人員輻射安全，並確保廢棄物管理、包裝、貯存均能符合法規要求。(分項二)
- 19.針對早期積存於地下庫之廢樹脂及乏燃料套管，以遙控方式取出整檢，可提高該類高輻射強度廢棄物貯存安全，避免民眾對高輻射強度放射性廢棄物貯存安全之疑慮。(分項二)
- 20.癌症病患數量逐年上升，而且其診斷常因其無明顯病狀而不易偵測，往往發現時已經到達癌症晚期，利用低背景的多鏈醣正子造影藥物，能夠提高診斷效率及靈敏度，日後將可造福國內癌症患者，提早發現病灶及進行治療。(分項三)
- 21.本計畫建立之醫療用放/輻射污染影像感測器相關技術，可擴展應用領域至工業檢測、機場安全與核安監控(含核後端與核

設施除役相關需求)等，故建立技術基礎與累積研發能量，有助於未來增加國內相關產業技術能力，進而滿足國內工業生產力、社會安全、核能安管等方面的產業需求。(分項三)

22. 本計畫建立之靜態 3 維造影用陣列光源脈衝控制高速放射技術及影像重建技術可應用於斷層掃描/合成成像，可快速完成造影，提供更清晰之斷層層析影像，免除光源移動所造成之投影影像模糊，且由於整體造影時間縮短，可降低病患不適及因病患移動而造影失敗之機率。(分項三)

23. 目前已開發卷對卷電弧電漿製程設備，為生產國內業界唯一的頂級熱反射型多層奈米膜隔熱紙產品，效能媲美國外大廠牌同等級進口品，價格卻較進口品更加經濟實惠，預期可協助國內產業跨越高階市場門檻，拓展全球車用與建築用頂級隔熱紙市場，增加產值。目前所生產的隔熱紙產品，除了主動申請國內隔熱紙奈米及綠建材等標章，同時也在核研所大樓窗戶及核研所沙崙交大辦公室落地窗實地張貼，進行廠域測試與展示推廣，期能快速進入國內頂級隔熱紙市場，彌補國內產品缺口，並擬配合政府新南向政策，申請新加坡綠建材認證，積極搶佔頂級隔熱紙市場。(分項四)

24. 運用低成本、高量產速率之電弧電漿鍍膜系統開發之大面積變色薄膜電極技術，搭配國內廠商之封裝技術，呈現變色速度快、變色均勻、可見光穿透率變化量大等特色，未來將先用於提升汽車電致變色後視鏡及照後鏡等變色性能，再逐步擴大至汽車電致變色天窗，以及電致變色智能窗應用，加速電致變色節能膜於汽車及現有居家窗戶應用之接受度。(分項四)

25. 本計畫執行 R2R 電漿鍍製節能膜技轉案，107 年技轉廠商配合量產設備建置規劃增加五位工作人員。(分項四)

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)

106 年度：

1. 本計畫實際執行核設施清理作業、放射性廢棄物處理技術，提供技術驗證、精進與傳承之平台，將清理技術經現場實際

應用驗證，以技術報告彙整工程施作經驗，累積實務經驗與知識，提昇技術完整性與成熟度，並達到經驗傳承與人才培訓目的(分項二)。

2. TRR 除役計畫中燃料池清理、燃料乾貯場清除及爐體廢棄物拆解等項目，所需之關鍵技術已規劃由所內自主建立，未來仍有多項跨組合作與整合技術須啟動，各項技術能力亦滾動式檢討與盤點，新進年輕同仁，規劃安排除役相關計畫工作學習及培育訓練，並經由輔導員或資深人員指導，實際參與計畫作業，可達經驗傳承之效，並延續計畫工作(分項二)。
3. 配合我國核設施除役計畫需求，將持續精進解除管制實驗室對廢棄物之檢測分析能力，藉由相關量測技術與檢測儀器之建立，達成廢棄物有效分類，減輕相關處置費用與儲存壓力，並使資源得以不斷循環利用之目標(分項二)。
4. 派員赴日本弘前大學學習放射性廢棄物處理相關技術，增進流體化床相關經驗，可用於廢棄物潔淨處理、生質物能源化等製程(分項二)。
5. 派員參加於 2017 年 5 月 15~19 日在丹麥哥本哈根舉行之歐洲經濟合作組織核能署 (OECD/NEA) 核設施除役合作計畫 (Cooperative Program on Decommissioning, CPD) 第 62 屆技術諮詢組 (Technical Advisory Group, TAG) 會議，會中簡報說明本所 TRR 除役技術與經驗並吸取各國核設施除役清理經驗回饋(分項二)。
6. 利用高溫焚化處理可燃固體廢棄物，最近亦將廢有機溶液混合可燃固體廢棄物進行焚化，廢有機溶液被完全焚化處理，獲得極高的減容比，故焚化處理可有效降低倉貯壓力(分項二)。
7. 自 105 年度開始積極進行本所廢棄物處理廠廢棄物資料庫系統建置工作推動，持續維持既有各貯庫廢棄物資料，並進一步彙整成單一廢棄物資料庫將各類廢棄物資料妥善管理，將各類廢棄物資料妥善管理，作為處置設施規劃設計之用。去年已完成清大廢土固化體 32 桶整桶計測，建立 D to C 轉換因數，今年針對本所廢棄物，目前已完成現場整桶計測設備整備與相關程序流程建立測試，並完成固化體 108 桶整桶計測，後續建立 D to C 轉換因數，建置廢棄物資料庫，以確保廢棄

物貯存、運送、處理及最終處置符合法規要求(分項二)。

8. 藉由容器開發工作，可使新進同仁瞭解放射性廢棄物的性質與貯存/處置的重點，並透過實際的開發過程，提昇同仁設計能力，除達到人才培訓目的外，更有助我國未來相關工作的執行(分項二)。
9. 本所與比利時 SCK•CEN 核能研究中心於 5 月 29 日正式簽訂研究計畫協議(CO-90-16-4196-01)，其將提供 MYRRHA 加速器驅動系統爐心設計相關文件及資料，以供計畫未來選定中子物理模擬計算工具及所需的中子物理資料庫、建立 MYRRHA 起始爐心的中子物理計算模式等(分項二)。
10. 派員參加 2017 年 11 月 27-29 日於日本大阪召開「第六屆東亞放射性廢棄物論壇(2017 EAFORM)」，包括台灣、日本、韓國及美國等國放射性廢棄物專家參與技術交流，本所有 5 位代表出席，並於會議中發表除役與處置技術相關論文(分項二)。
11. 迴旋加速器研製之放射性同位素鎵-67、銥-111 與例行供應之碘-123，與陽明大學進行雙邊合作研究，開發多種放射性示蹤劑，探索活體生物變化(分項三)。
12. 本所與中華民國核醫學會及核能學會共同辦理之『精準醫療時代核子醫學之心臟神經腫瘤疾病運用國際學術研討會』，於 4 月 7 日於核研所國際會議廳順利舉行。特別邀請五位國外知名學者共同參與分享經驗，介紹國外使用 I-123 MIBG 於心臟及神經疾病之臨床經驗，新藥及儀器開發之經驗，有利於核能研究所研發之推廣(分項三)。
13. 2 月 8 日本所同位素組邀請日本北海道大學 Kenji Hirata 教授進行學術演講，講題為「F-18 FDG, C-11 Methionine and F-18 FMISO PET for brain tumor」(分項三)。
14. 5 月 19 日，邀請日本金澤大學松尾信郎博士至本所同位素組舉行專題演講，講題為「Recent advances in clinical nuclear cardiology : state of the art updates」(分項三)。
15. 配合政府新南向政策，與泰國核醫學會及泰國朱拉隆功大學醫學院簽訂合作備忘錄，加強雙邊之合作管道。本所同位素組並於 9 月 29 日辦理亞太核醫論壇，邀請日本及泰國學者與我國核醫專家進行交流分與分享(分項三)。

16. 本計畫感測器相關技術為國內特有的研究領域，且應用可跨工業檢測、機場安全檢測與高階影像醫材等相關應用，具有深厚的產業利用價值，計畫發展除可建立關鍵技術外亦培育此產業技術人才，另外，本計畫與清大工科系進行電子相關的研究，提供國內學子參與此研究領域(醫療影像電子)之機會，進而培育相關產業人才(分項三)。
17. 為解決電致變色元件中電解液漏液問題，目前已開發出兩種新型高分子電解質複合薄膜，一為熱塑型 PMMA 改質高分子電解質，另一為光聚合型 PETPTA 高分子電解質。兩者之離子導電度介於 0.1~1 mS/cm，且具備高透光率，在可見光波長範圍之穿透度為 82~93%之間。可以搭配多種元件製程整合(例如：熱層壓封裝製程、UV 光聚合封裝製程等)。相關研發技術也整理並以「電致變色元件及其製造方法」為題，申請專利一篇，目前狀態為專利審查中(申請號為第 105129396 號)。目前除了電致變色技術以外，亦嘗試與鋰離子電池研發領域進行整合，以發展具備良好充放電與循環壽命的類固態鋰離子電池，並將相關研發成果投稿至 MATERIALS LETTERS 國際 SCI 期刊(分項四)。
18. 執行 106 年科發基金計畫「新型全固態半導體物理儲能電池技術開發」，本計畫以聚乙烯醇化合物及複合粉末作為前驅物，使用旋轉塗佈法在基板上製備不同比例之 $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ 複合氧化物。當 SiO_2 添加量超過 15%時， TiO_2 結晶維持非結晶態。相較於結晶態容易造成光散射，非晶型態光傳輸為條件。將上述複合氧化物製成製電池元件，並進行充放電量測，初步結果顯示量子電池已有充放電效果。未來將繼續提升量子電池的充放電與循環壽命，並將相關研發成果投稿至 OPTICS LETTERS 國際 SCI 期刊(分項四)。
19. 於 8 月 31 日~9 月 9 日赴捷克參加 FSO2017 國際研討會與參訪捷克科學院電漿研究所 COMPASS Tokamak 核融合設施。參訪行程由電漿研究所 COMPASS 核融合設施的主持人(Mgr.) Vladimír Weinzettl 博士親自接待及解說。9 月 4 日~9 月 8 日參加 FSO2017 國際研討會與發表海報論文，「Electrical Characteristic of Three-Sectional Well-Type Plasma Torches」。藉此參訪交流，已建立本所與國際核能機構互動關係，有利

未擴展國際合作與人員國外培訓實習管道(分項四)。

107 年度：

1. 建立核後端熱傳分析工作團隊，發展相關技術，例如採用計算流體力學(CFD)計算乾貯廠房溫度分佈(如圖 1-2)，未來可以支援最終處置及室內乾貯等國內核後端所需之熱傳分析。(分項一)
2. 針對密封鋼桶鐸道檢測技術一項，培育國內研究生 1 名，以提升國內研究生對非破壞檢測的基礎學與運用認知，增進國內此領域之人才培育(如圖 1-5、1-6)。(分項一)
3. 完成「核設施正常運轉下偶發事件造成的健康風險影響研究」報告，INER-14111R 及「輻射事故健康風險影響評估研究」報告，INER-14138R，將可提供未來劑量風險管制限值參考用。(分項一)
4. 針對國際間用過核子燃料乾式貯存於沿海置放環境可能遭遇之 CISCC 議題，進行乾貯密封鋼筒裂紋評估導則研究。透過國外技術與法規資料彙整，建立裂紋評估方法論與評估導則，作為後續乾貯密封鋼筒劣化評估之技術基礎。(分項一)
5. 為執行 TRR 除役計畫及後續可能參與國內核電廠除役，規劃安排新進年輕同仁參加除役相關計畫工作學習及培育訓練，建立專業基礎能力，並適時參與國際核設施除役相關研討會，以吸取國際上重要核設施除役技術及相關規劃，有助於參與核後端相關工作之人才培育，並可延續本所除役計畫之推動。(分項二)
6. 規劃將 DSP 清除及地下貯存結構等工程，引進國內專業技師、工程顧問公司及專業施工單位合作執行，是目前國內首件大型核設施除役清理作業的工程委託案，可建立國內廠商核設施除役之實務經驗，厚植產業在我國核後端領域能力，落實國內技術在地化及自主處理，達就業提昇與工程安全之效益，有利我國推動商用核能電廠除役之國內產業成形及實現能力工程自主之目標。(分項二)
7. 「高複雜廢液處理技術開發及作業」子項工作負責人謝賢德博士赴美國愛達荷大學學習新型高分子纖維應用於放射性廢

液處理技術(2018.05.09~07.07)，並參訪西屋公司 Richland Service Center 觀摩該公司核設施系統化學除污及水質處理應用設備。(分項二)

8. 配合國際原子能總署 (IAEA) 要求進行所內 WBR 用過核子燃料分析，確保所內貯存之核子物料符合國際法規要求，提昇我國在國際間核子保防及安全管制的正面形象。(分項二)
9. 針對報廢儀器修復其原先用於核醫影像探測的成像探頭與中能量(I-131, 364 keV)準直器，建立專用之訊號處理暨資料擷取系統，調校訊號處理參數，嘗試優化核設施污染探測之應用性能與可行性。最新結果顯示此一成像探頭原始設計規格雖是針對低能量(Tc-99m, 140 keV; I-125, 160 keV)的核醫影像探測，實測可顯示正確的 511 keV 加馬能譜，表示此成像探頭具有應用於核設施污染探測(Cs-137, 662 keV)之可行性。最終研發成果將以研究報告形式呈現與紀錄。(分項二)
10. 本所解除管制量測實驗室與國家游離輻射標準實驗室合作，完成不同活度面狀射源校正假體配製及均勻度測試，以應用於燃料乾貯場廢土量測系統量測驗證，並完成不同量測時間下，銻-137 核種之最低可測活度估算，可做為現場執行廢土活度篩檢作業規劃參考。(分項二)
11. 與比利時核能研究中心 SCK•CEN 於 106 年 5 月 29 日簽訂研究計畫協議 (CO-90-16-4196-01)，本所現已完成 MYRRHA 加速器驅動系統起始臨界及次臨界爐心中子物理參數計算分析報告，並通過 SCK•CEN 之審核，另於 107 年 11 月 16 日與 SCK•CEN 簽訂延長研究計畫協議 (CO-90-16-4196-02) 至 108 年 12 月 31 日，強化雙方合作關係，本所將完成 MYRRHA 加速器驅動系統平衡爐心之設計及中子物理參數計算分析。(分項二)
12. 本計畫與清華大學工科系合作進行感測器電子電路相關研究，除建立放/輻感測器電子技術外，亦搭起國內學子於此領域研究橋梁，可提升國內相關產業(如工業檢測、機場安全與醫療檢測)技術能力與培育產業專業人才。(分項三)
13. 與國立陽明大學進行迴旋加速器研製之銥-111、鎘-67 與碘-123 之合作研究，提升學研界合作研究與放射性同位素應用技術交流層面。(分項三)
14. 越南駐台北經濟文化辦事處對核能研究所發展之鋁渣資源化

再利用技術感興趣，本所人員先於4月26日在台北與越南駐台辦事處科技組武組長，進行煉鋁二次物料製作耐火材料元件技術簡報及討論相關技轉合作事項，再於5月29日邀請越南駐台辦事處科技組武組長到所參訪及洽談合作方案。越南駐台辦事處科技組武組長表示：將先推動鋁渣資源再利用技術技轉案，解決該國鋁土礦開採造成的環境污染問題與促進該國資源化再利用技術昇級。武組長表示越南也有一類似之核能研究所，希望能促成雙方機構技術交流。此國際合作及推動輔導在進行中。(分項四)

15. 節能膜卷對卷電漿鍍膜技術 於本年度8月份公布美國百大科技研發獎進入複選，並派代表參加百大研討會及出席頒獎典禮，雖本次並未獲獎，但仍可提升本所獨特研發技術應用於節能相關領域，彰顯國際能見度。(分項四)

貳、檢討與展望

1. 核電廠管路組件核種評估技術：本年度完成核一、核二廠比例因數建立，並進行國際相關管路沉積模擬技術之資料彙整，上述成果均可提供後續國內本土電廠管路組件核種評估模擬技術之開發及驗證，未來將可應用於電廠除役時之廢棄物估算，並提供除役人員進行設備組件之除污條件設定之參考；除此之外，本年度亦建立放射性核種 Pu-241 之分析技術，可應用於除役廢棄物核種分析，作為除污方法選擇之依據。(分項一)
2. 建立安全評估理論架構，納入天然災害、複合式災害，可更完整涵蓋可能發生在核設施之各種風險，建立全方位風險評估方法。(分項一)
3. 依據複合式矩陣方法論進行相關案例分析確認可行性，天然災害清單列表參照 ASME/ANS RA-Sa-2013 Part 6 建立，依據核設施所在位置進行資料收集後進行相關複合計算。(分項一)
4. 用過核子燃料貯存安全度評估項目，未來將與 MAAP5 程式燃料池模式建立項目整併為一個工作項目「用過核子燃料池營運安全與風險評估」，透過 MAAP 5 所建立之燃料池模式，能夠了解燃料池貯放用過核子燃料時之池內熱流狀況及燃料狀態，可供燃料池安全評估重要之參考資料。(分項一)
5. 乾式貯存密封鋼筒裂紋評估導則研究方面，由於國內對於乾貯密封鋼筒長期貯存下若遭遇 CISCC 可能產生之裂紋，尚未建立相關評估程序，本計畫將透過國外研發經驗的學習，發展評估導則技術，是項技術的開發目的為配合檢測結果以進行安全評估，確保乾貯筒於長期貯存下的結構完整性，維護用過核子燃料貯存安全。(分項一)
6. 因應國內用過核子燃料中期貯存設施趨向室內乾式貯存之趨勢，後續之文獻蒐集、技術需求及發展重點，將放在室內乾式貯存之屏蔽設計、運送架構與評估技術，以符合國內核後端營運之需要，提昇用過核子燃料貯存安全。(分項一)
7. 因應 TRR 燃料池環境限制及池內輻射強度高，並為配合燃料池內高輻射作業，並確保輻射防護及作業人員安全，發展池壁清理工法，並完成建置具複合性功能、重量輕尺寸小、電

控遠距離操作之「多功能電動遙控拆除機具」，可減少作業交互污染與擴散及降低人員接受劑量，後續將依程序進行池底固著污染清除作業，以符合「游離輻射防護法」之「合理抑低」原則。(分項二)

8. 針對所外各種小產源放射性有機廢液、所內研究產生之高複雜廢液進行處理作業，可累積萃取、分離、高級氧化等化工程序經驗，並提升本所廢液之貯存安全，可望將相關技術應用於我國核電廠除役期間，因除污作業或電廠內既存少量多樣高複雜廢液進行處理技術之應用。(分項二)
9. 自 105 年度開始，積極進行本所廢棄物處理廠廢棄物資料庫系統建置工作推動，持續維持既有各貯庫廢棄物資料，並進一步彙整成單一廢棄物資料庫將各類廢棄物資料妥善管理，將各類廢棄物資料妥善管理，作為處置設施規劃設計之用。今年針對本所廢棄物，目前已完成現場整桶計測設備整備與相關程序流程建立測試，並累計完成固化體 228 桶整桶計測，後續建立 D to C 轉換因數，建置廢棄物資料庫，以確保廢棄物貯存、運送、處理及最終處置符合法規要求。(分項二)
10. 持續執行 TRR 及相關附屬設施之核種分析鑑定，以及難處理廢棄物相關之核種分析鑑定，有助於相關作業之規劃與推動，強化相關作業人員之輻射安全防護，確保相關作業產生之放射性廢棄物於操作或貯存時符合法規要求，並可提昇民眾對輻射作業安全性的認同。(分項二)
11. 迴旋加速器精進工作，明年繼續進行射束診斷系統改善，建置對外照射服務射束分佈量測裝置。(分項三)
12. 銦-89 生產製程研製工作，明年將繼續銦-89 產率提升。(分項三)
13. 建立腫瘤導向性鉑類藥物(NIR790-Pt)化學結構設計、合成、純化方法、與性質鑑定、藥物細胞生物特性分析，完成腫瘤導向性鉑類藥物 NIR790-Pt 之生體分佈與組織內鉑含量分析，經計算，以動物螢光模式偵測，則腫瘤/肌肉攝取比可大於 3，腫瘤/肝臟攝取比可大於 1。未來將進行腫瘤導向性鉑類藥物之修飾，期能提升其生體分佈狀。(分項三)
14. 持續進行多鏈醣造影劑結構修飾，以改善體內藥動分佈，降低正常組織攝取，提升腫瘤偵測效率。(分項三)

15. 確認生物可分解性材料幾丁聚醣的機械和物理特性，並施以實際攜帶藥物的測試，擬以更改組成分之比例與製程微調作為修改可溶性之最佳化參數。(分項三)
16. 能階式放射成像技術：目前已完成材質解析演算法模擬評估與實測概念驗證程序，結果顯示本所已掌握 2D 能階式放射成像在非醫用領域的基礎技術，未來將積極尋求國內潛在市場，並精進相關技術，以符合目前市場缺口。(分項三)
17. 國際上放射影像感測器技術進展仍處成長階段，本計畫將持續蒐集研究市場/產品發展趨勢之相關資料，以求掌握關鍵技術與市場缺口的先機。現階段擬與學界持續討論可能之技術瓶頸與配套解決方案，同時嘗試融合電子業成熟技術資源，以提升技術研發成功率。(分項三)
18. 靜態 3D 掃描放射造影系統技術，已完成陣列光源脈衝控制高速放射技術之開發並與偵檢器與造影平台進行整合，建立概念驗證平台。目前光源部分仍需以離子幫浦維持真空度，未來可與外界合作精進相關技術，擴大可應用範圍。(分項三)
19. 本計畫開發之卷對卷(R2R)量產電漿鍍製頂級節能膜(Low-E 膜)技術已成功技轉國內最大節能膜製造商，產品通過測試驗證，性能與國外大廠牌同等級進口品相當，價格卻更經濟實惠，預期可協助國內產業跨越全球高階市場門檻，拓展車用與建築用頂級隔熱紙市場。目前正協助合作廠商進行量產設備之設計、製造及安裝，預計年底進行測試，預計 108 年度完成交機並結案。另外，本計畫開發中之電致變色 EC 膜技術，也將比照頂級節能膜技轉成功模式，依據廠商對天窗及電致變色窗需求，運用卷對卷電漿鍍製平台，導入量產，大幅降低成本，加速技轉。(分項四)
20. 本計畫運用電致變色膜技術，開發自駕車的行車安全電致變色輔助鏡頭，藉著變色薄膜鏡頭控制行車入光量，以提升車用影像系統的穩定性與成像精確度。預期此創新技術將可取代現有機械式光圈進入高階車用鏡頭應用潛力，有助於國內產業突破國外大廠專利佈局及現有技術瓶頸。(分項四)
21. 本計畫頂階節能膜將於本所 013 館進行貼膜示範，同時也在台南沙崙交大辦公室進行光學、熱學、耐候性測試，展示驗證本計畫產品之高隔熱性能及其在市場上競爭優勢，加速市

場滲透率。(分項四)

- 22.協助東○公司建置第二代捲對捲電漿鍍膜量產系統，符合產業化指標，完成一系列頂級節能膜生產製程開發與驗證，並開始在市面上推廣與銷售，同時取得綠建材和奈米標章。(分項四)

參、其他補充資料

一、跨部會協調或與相關計畫之配合

1. TRR 燃料池池底固著污染清除作業，配合保物組建置之加馬量測設備，進行量測設備載台設計、製作及現場測試，並已完成轉運池區活度量測及池底污染清除，後續將依此程序持續配合進行其他各池區熱點探查，以利後續計畫工作執行。(分項二)
2. 與核研所化學組合作進行腫瘤導向性鉑類藥物 NIR790P-Pt 之反應前驅物與後續結構鑑定分析，同位素組建立鉑類藥物 NIR790P-Pt 之合成與純化方法，並應用於腫瘤細胞之研究測試，做為臨床治療之輔佐證據。(分項三)

二、其他補充說明

無。

附表、【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 (每年度以 300 字為限)	重要成果摘要說明 (每年度以 600 字為限，過程性結果請免列)
106	分項一： 在核一、二、三廠設計年限內，提昇軟體分析技術，以改善現有電廠的營運安全；加強硬體維護技術，以活化廠內重要組件及其功能，確保國內核電廠運轉安全及供電穩定。針對地震可能產生的風險，發展複合式災難分析技術，藉以補強現有核能設施，提昇自我防禦與預警功能；並進行劑量風險管理研究。 分項二： 整合除役清理、除污，以及廢棄物之解除管制、減容與處理等工作，積極執行本所停用核設施清理作業。確保核能安全，解除停用核設施對環境之潛在威脅；在符合安全及環境保護要求下，做好核能設施清	分項一： ➢ 量化成果 1. 國際期刊論文 18 篇 2. 研究報告 33 篇 3. 技術報告 9 篇 4. 技術服務案 15 件與服務收入 133,672 千元 ➢ 質化成果 1. 初步研究結果顯示低頻率的電磁攪拌銲接技術，能細化晶粒及析出物，以改善銲道顯微組織及機械特性，具有降低 Alloy52 MSS 合金的熱裂敏感性的可能，有利於核電廠組件銲接修補工作技術改善。 2. 完成核二廠、核四廠承受電廠全黑 24 小時之能力評估，確認以電廠既有運轉程序書之策略進行操作，可確保電廠反應爐與圍阻體在全黑狀況下的完整性。報告中有列出需改善之相關核能設施，供台電參考。 3. 完成開發單邊開槽 3 度之 3 吋不銹鋼管路窄縫銲接程序，窄縫銲接為採用較小銲道開槽角度，可縮減整體銲道體積，進而大幅減少銲接道數、縮短施工工時、降低熱輸入量，以提升銲道及熱影響區的銲後性質，且減小銲後收縮變形等優點；亦可降低銲接後之冷卻過程，發生熱裂、脆化及敏化。 4. 建立機率式海嘯危害度資料，藉以衡量地震產生之風險。 5. 透過國際核子事故後，民眾劑量風險及健康調查等研究分析，作為對劑量風險管理的基礎研究。 分項二： ➢ 量化成果 1. 國內外期刊論文 14 篇 2. 培育博碩士 5 人 3. 辦理學術活動 1 場次 4. 獲得專利 9 件

	分項四： 以原子能電漿工程技術為主軸，研發實用及前瞻工程技術，發展先進之工業級大型量產電弧電漿鍍膜設備，具備低成本製造優勢，剛好適合取代目前高階節能膜製程必須卻昂貴的磁控濺鍍設備，同時降低智慧節能元件的生產成	➤ 質化成果 1. 完成迴旋加速器加速腔共振器老化更新，測試結果符合原目標規格：30 MeV, 500 μA 質子照射。 2. 完成鉍銀濺鍍靶之設計、製作與冷熱試，高能質子照射後，靶體可承受 100 毫安培以上之質子劑量照射，質子照射 60 毫安培小時，生成之氟-18 離子活度較最高產製活度提高 1 成，照射時間縮短一半。發展鉕-89 靶物質製備方法。 3. 完成 F-18-HDACi-INER1577 系列衍生物標誌技術之建立，此化合物成功通過 BBB 測試，在 SAMR/1 實驗鼠通過>5 %ID/g。動物實驗結果顯示，僅能顯示正常鼠腦部 HDAC 蛋白濃度變化；有關與發生阿茲海默症疾病鼠之動物實驗比較，將在後續實驗比較其影像臨床意義。 4. 完成氟-18FEONM 之另一款基因轉殖鼠造影，並增加數量，進行造影與攝取情形比較，結果顯示兩者在腦中海馬迴之攝取均不明顯，將持續追蹤其變化情形。 5. 完成肝、腦組織及血漿中 FEONM 藥物的代謝產物研究，了解代謝物演變及其對藥物造影應用之效應。 6. 取得密封射源執照(活度 2 mCi 之 Co57 圓盤狀校正射源)使用執照，使實驗平台所需射源得以實施。 7. 完成感測器校正用掃描平台自動化，使掃描射束可依規劃路徑進行多點校正資料擷取。 8. 完成偵檢面積為 5×500 mm²之雙能階光子計數成像偵檢器(PCD)影像擷取程式開發，經測試可成功擷取低能量與全能量之 X 光投影影像，供未來進行能階式放射成像實驗使用。 9. 完成校正數據密度對感測器解析性能研究，感測器解析力由先前的 0.9 mm 提升至 0.5 mm。 分項四： ➤ 量化成果 1. 國外期刊 16 篇。 2. 國外會議論文 6 篇。 3. 國內外專利申請 14 件及獲得 6 件，共 20 件。 4. 研究報告 15 篇。 5. 技服收入 2,150 萬元，專利應用 2 件。 6. 授權金 188 萬元。
--	--	--

	本，提高使用者的經濟接受度，有助智慧綠色生活的節能落實。	➤ 質化成果 1. 完成幅寬 1,560 mm PET 基材之多腔式量產系統精進及光學監測系統開發，成功製鍍 7 層頂級節能膜 $\text{TiO}_2/\text{Ag}(\text{Ti})/\text{TiO}_2/\text{Ag}(\text{Ti})/\text{TiO}_2$ 並由技轉公司完成封裝測試，性能與現有市售頂級產品並駕齊驅，技服收入 2,100 萬元。 2. 完成與製造商○○公司簽訂「汽車的後視鏡及照後鏡電致變色(EC)」技術服務案，簽約金 50 萬元，專利應用 2 件。 3. 完成應用於光圈之電致變色元件技術開發，於波長 550 nm 光學穿透度變化(ΔT)可達 74%，並完成 10,000 次操作之可靠度驗證。 4. 完成低成本固態電解質薄膜技術之開發，並可與現有鋰電池廠製程整合，將可加速技術導入量產之時程；並與國內兩家廠商簽訂保密協議書，作為後續合作的第一步。 5. 完成與「永○○○股份有限公司」簽訂「高溫電漿熔融爐的焚化灰渣電漿熔融處理技術」研發成果技術授權，並促成該公司投資達 20 億元興建一廢棄物處理環保工廠，解決國內紡織染整、造紙、光電半導體企業等之污泥廢棄物處理問題，使業界無後顧之憂，專注於生產，提昇經濟。
107	分項一： 確保國內現有核能電廠在設計年限期間之安全運轉，提昇天然災害之風險分析與防禦能力。在用過核子燃料之處置議題方面，則著重在乾式貯存筒劣化之評估與修護能力與運輸屏蔽分析能力。	分項一： ➤ 量化成果 1. 國外學術期刊 16 篇 2. 國內重要期刊 1 篇 3. 國際會議論文 9 篇 4. 國內會議論文 5 篇 5. 研究報告 35 篇 6. 博/碩士生培育 3 名 7. 技服收入 96,482 千元 ➤ 質化成果 1. 完成 24 小時的 SBO(Station Blackout)持續時間下，國內核電廠是否有能力承受而維持爐心及圍阻體完整性分析；並整編核一、二、三廠之 SBO JLD-10109 核能管制案「強化核電廠因應電廠全黑能力至 24 小時」多年來之研究成果，且反映最新之狀態，建立擬定緩抑措施與策略導則。(INER-13851R) 2. 完成 PWR 核能蒸氣供應系統熱平衡計算工具與方法論建立，建立穩態熱平衡計算模式，可以求得相關熱流參數，作為暫態與事故分析初始條件

	分項二： 整合除役清理、除污，以及廢棄物之解除管制、減容與處理等工作，積極執行本所停用核設施清理作業。確保核能安全，解除停用核設施對環境之潛在威脅，在符合安全及環境保護要求下做好核能設施清理與放射性廢棄物管理，妥善解決。	訂定之依據；並實際執行個案分析及程式驗證，證實核三廠 NSSS 熱平衡計算結果的正確性。(INER-13791R) - 完成熱室 H 型機械手臂國內自主設計、製作與維護技術開發，提升熱室設備自主製作維護能力與降低維護成本。 - 完成核二廠除役期間用過核子燃料池島區系統分析，依此進行核二廠除役期間用過核子燃料池島區可能產生之廠內肇始事件，做為後續燃料貯存安全度評估使用。 - 完成 BWR 燃料間隙熱導係數計算方法，本方法主要是補足本土化 BWR 暫態安全分析技術，自主計算取得分析需要之燃料間隙熱導係數；解決過去必須由燃料廠家提供相關數據狀況。本報告目標即是以既有的計算程式，發展燃料間隙熱導係數計算方法，落實 BWR 暫態安全分析技術自主化之目標(如圖 1-1)。(INER-14036R) - 建立乾式貯存設施分析方法與流程，並參考 NUREG-1864 報告內的方法，對國內現有之乾式貯存設施做為案例進行用過核子燃料貯存，以系統化的方式對乾貯設施之外部事件進行安全評估，建立乾貯設施安全評估之基礎。 分項二： ➤ 量化成果 - 國內外期刊論文 5 篇 - 培育博碩士 4 人 - 辦理學術活動 1 場次 - 獲得及申請專利 12 件 - 研究報告 1 篇 - 技術報告 61 篇 ➤ 質化成果 - TRR 爐體廢棄物拆解前準備，完成「TRR 爐體廢棄物拆解計畫書」送物管局審查。 - TRR 燃料池除污廢液處理，完成 32 桶(約 6,700 公升)處理符合本所液體廠接收標準，並申請液體廠接收。 - 完成安定化處理 58 罐 TRR 燃料池鈾泥，銲接密封 5 組安定化產物貯存外罐，並移送至護箱暫貯及提供 IAEA 查證其核子料帳。
--	--	---

	分項三： 預定以發展腦神經退化造影藥物、以及同步應用中型迴旋加速器產製同位素或開發相關技術。	4. 完成年度 TRR 廢熱交換器金屬熔鑄減容 5 爐次，檢整鑄錠計 47 錠，重量約 22 公噸。 5. 完成一貯庫及 020 館既貯 TRU 廢棄物包件共 182 桶檢整作業，有效提升貯存安全及紓解一貯庫庫貯壓力。 6. 完成 5 桶放射性含油污泥之固液分離前處理作業、完成 1 桶編號 T3 高活度廢機油前處理作業。 分項三： ➤ 量化成果 1. 期刊論文 12 篇 2. 專利申請 10 件 3. 獲得專利 14 件 4. 研究報告 25 篇 ➤ 質化成果 1. 完成高容積斜面靶之設計，並進行製作。照射注射用水於鈦專利靶，成功研製出毫居里級氟-18 氟化氫。驗證計畫建立之高壓純化單元放射反應製程成品，證實放射成品之毒性大幅度降低，放射化學與化學純度提高。 2. 開發 PET 核種銅-64 於 052 館鉛室之研製技術，成功銜接原同位素組與化學組合作開發之分離純化方法，建立雙管單模組分離純化方法與製程技術與熱試，逐步將核種純度由 90%，提高到 99.5%以上，完成銅-64 放射性同位素由實驗室到生產線銜接性製程之建立。 3. 完成迴旋加速器真空系統冷凍幫浦更新，可使真空系統更穩定運轉。 4. 完成迴旋加速器輻射偵檢系統更新，並於加速器和靶室內新增即時輻射偵檢器，照射中可即時測量靶室內輻射強度，可立即反映照射狀況是否正常，以供運轉人員快速判斷處理。 5. 完成腫瘤導向性鉑類藥物 NIR790-Pt 之合成與 HPLC 純化分離，經質譜分析，獲得目標產物。完成腫瘤導向性鉑類藥物 NIR790-Pt 之生體分佈與組織內鉑含量分析，以動物螢光模式偵測，經計算腫瘤/肌肉攝取比可大於 3，腫瘤/肝臟攝取比可大於 1。 6. 完成改良型多鏈葡萄糖造影劑之醣基衍生物 PEG4-GLN 及 G3-GLN 之製備。
--	--	---

	分項四： 1. 完成卷對卷電漿鍍膜量產製程設備開發，適用於頂級低熱輻射膜、電致變色膜、薄膜電池等節能膜量產製造，產品符合商業規範。 2. 完成快速變色玻璃與光感測器之模組整合驗證，提升未來自駕車之車用鏡頭於不同光照環境下之穩定性與精確度。	7. 發展微流體真空乾燥技術，並應用於前驅物 TEON(TEONM)之溶解充填後之真空乾燥程序。發現微流體真空乾燥成品純度，可將 70%以上純度提高到 90%以上。 8. 完成肝、腦組織及血漿中 FEONM 藥物的代謝產物研究，了解代謝物演變及其對藥物造影應用之效應。 9. 完成驗證感測器模組讀出功能與建立電子操作技術，使感測器有效擷取輻射訊號。 10. 完成建立完成感測器均勻度量測方法並製作感測器模組均勻度校正表 1 套，用以校正感測器性能差異。 分項四： ➤ 量化成果 1. 國外期刊 9 篇。 2. 國外會議論文 5 篇。 3. 國內外專利申請 8 件及獲得 14 件，共 22 件。 4. 研究報告 16 篇，技術報告 3 篇。 5. 技服收入 100 萬元，專利應用 2 件。 ➤ 質化成果 1. 完成「可撓式節能膜少量試產先期推廣應用」技術服務案簽約手續，全案簽約金 100 萬元，技服收入 100 萬元，專利應用 2 件。 2. 完成電致變色元件上退色透光率變化達 78%(上色透光率 2%、退色透光率 80%)，並達成 2 秒內 40%光穿透度變化之目標以及 25,000 次穩定度測試，並進一步整合光感測器進行不同光照度環境下之鏡頭影像測試，提升未來自駕車之車用鏡頭於不同光照環境下之穩定性與精確度。並參展 2018 年台灣創新技術博覽會，獲選為展前記者會發表亮點項目之一及大會指定 20 項亮點技術之一，並接受國內媒體訪談於多個網站刊登，提升本所技術能見度，相關專利競賽獲銅牌肯定。 3. 與合作廠商東○公司共同開發出 TopCool 頂鑽 T70 頂級隔熱紙系列產品，其性能在封裝後可見光穿透率 70.62%的情境下，紅外光(900 nm ~2,500 nm)穿透率< 8.05%，紅外光吸收率 19.26%，符合商用規格。此產品參加 2018 年台北國際汽機車 5 聯展共 1,304 家廠商 3,688 個攤
--	---	---

		位參展。「創新產品獎」競賽選拔，共計有 118 件作品參賽，選出「零件類 1 金 2 銀 3 銅」、「配件類 2 金 4 銀 6 銅」、「電子終端產品及零組件類 1 金 2 銀 3 銅」等 3 大類 24 件得獎產品，本計畫頂級節能膜產品獲得配件類銅牌獎，彌補國內頂級品生產技術長期遭國外大廠壟斷之技術缺口，協助國內產業技術升級。 4. 參加 NASA 技術摘要雜誌主辦的開創未來獎(Create the Future)設計競賽，榮獲 2018 年機械與自動化類榮譽獎(Honorable Mention)及百大創新獎。
--	--	--