

110年度政府科技發展計畫 績效報告書 (D006)

計畫名稱：「核子反應器設施安全與除役前期作業管制
實務研究計畫(2/4)」

執行期間：

全程：自109年01月01日至112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

執行機關：行政院原子能委員會核能管制處

110年度政府科技發展計畫審查意見辦理情形表(檔案上傳)

序號	審查意見	辦理情形
1	報告書第 27 頁所填細部計畫 1 主持人為林家德(主任?)，其與封面頁所填計畫主持人與報告書第 12 頁所填細部計畫、子項計畫主持人為張欣處長稍有不符，建議稍加釐清。	謝謝委員指正，報告書第 27 頁所填細部計畫 1 主持人應為張欣處長，原內容係屬誤植，該欄位已修正，請委員參閱
2	報告書第 41 頁經費支用說明合計數目為 37,305 千元，其與封面頁及其他頁面顯示之 36,157 千元稍有不符，建議稍加釐清；另計畫年度經費執行率為 85.06%，低於核能研究所過去執行其他計畫之(平均)執行率，但報告書似未特別提出說明，是否疫情影響執行率？建議稍加說明。	<p>一、謝謝委員指教，因報告書第 41 頁所列之經費支用說明，係為本會職權交辦予核研所執行之委辦費預算金額(110 年委辦費為 37,305 千元)，另其他頁面所列之 36,157 千元係為 110 年決算數，為該年度實際執行金額，故有所不同，請委員參閱。</p> <p>二、另本計畫執行率為 85.06%，係受疫情影響，無法依原規劃邀請國外專家來台交流，原控留經費無法執行，以餘款繳回方式辦理，故執行率較低，將於報告書補充說明，請委員參考。</p>
3	報告書第 16 頁所列之分年目標「九、核電廠除役期間管路腐蝕抑制技術開發」，其相應之達成情形(第 17-18 頁)，及「十四、碳鋼管材於靜置水環境中進行腐蝕實驗的結果顯示，…，達到監測碳鋼管路腐蝕狀況的目的，作為管制參考。」；此部分之達成情形敘述僅列出「達到監測碳鋼管路腐蝕狀況的目的」，而未提及「管路腐蝕抑制技術開發」的成果(第 26 頁的 12. 項亦同)。於第 31 及 34 頁之「核電廠運轉及除役階段材料維護與防治策略研析相關成果敘述有列出」：「…2 透過高程度塑性變形 304L 不銹鋼於高溶氫水化學中之裂縫成長速率，發現高溶氫量之水化學環境可降低塑性變形 304L 不銹鋼之裂縫成長速率，…」，此部分應為管路腐蝕抑制技術，建議可適當補充列於上述第 17-18 頁與第 26 頁的 12. 項內容中。	謝謝委員指教，將依委員意見，針對報告書分年目標及其相應之達成情形，就管路腐蝕抑制技術開發部分增列高程度塑性變形 304L 不銹鋼於高溶氫水化學中裂縫成長速率之研究成果說明，請委員參閱。

<p>4</p>	<p>報告書第 46 頁之學術成就敘述中提及有發表 9 篇論文，但在 46-49 之相關摘述中，僅列出 7 篇論文(少 2 篇)，第 8 至第 10 篇為研究報告，建議補充遺漏之 2 篇論文摘述。</p>	<p>謝謝委員指教，報告書第二部分為成果之價值與貢獻度，學術成就欄位僅摘述較為重要之論文，將依委員建議於報告書內補充其他 2 篇論文摘述，臚列如下：</p> <p>一、研討會論文「微生物腐蝕對於除役過渡階段核電廠系統與組件安全維護的影響」。本論文為利用實驗方式探討好氧菌與厭氧菌在機組除役過渡階段之水溫條件下的活動狀態與對材料的腐蝕行為。實驗結果顯示不銹鋼在各式菌株與環境條件下並未發生顯著之微生物腐蝕狀況；反之碳鋼材料則將因為好氧菌與厭氧菌之活動機制不同而呈現均勻腐蝕以及孔蝕之現象，研究顯示機組於除役過渡階段的逐漸降溫，將使微生物之生長趨勢減緩，並彙整微生物管制關鍵要項供管制參考。</p> <p>二、研究論文「Development of TRACE Evaluation Model for BWR/4 in Decommissioning Transition Phase」。本論文除更新核一廠除役過渡階段分析模式外，並且參考美國核管會 NUREG 2161 分析案例，就 12 組不同破口尺寸及衰變熱條件進行評估，以熱水流安全分析程式(TRACE)模擬核一廠用過燃料池發生所假設之情況下，研究結果顯示核一廠用過燃料池至少有 24 小時的時間，可用於備妥救援設備以及執行用過燃料池注水，研究成果提供除役階段熱水流安全管制之參考。</p>
----------	--	---

5	<p>報告書第 52 頁起為 110 年計畫成果完整說明，內容應包括 9 個細部計畫之成果說明，但其中第 55 頁之「五、核電廠運轉及除役階段材料維護與防治策略研析」，與第 58 頁之「八、核電廠運轉及除役階段材料維護與防治策略研析」應為同一細部計畫，建議予以整併；另外，細部計畫「除役期間核電廠重要設備維護管理安全管制技術研究」未列入，建議補列成果說明。</p>	<p>謝謝委員指正，報告書第 55 頁之「五、核電廠運轉及除役階段材料維護與防治策略研析」係屬誤植，應為「五、除役期間核電廠重要設備維護管理安全管制技術研究」，已就誤植部分，修正報告書內容；另針對「除役期間核電廠重要設備維護管理安全管制技術研究」部分增列說明，以完整交代研究成果，提供關鍵要項供除役安全管制參考，請委員參閱。</p>
6	<p>依據本計畫 110 年綱要計畫書(法定版)，其計畫基本資料及概述表中所列之 KPI 包括「完成除役管制資訊系統規劃作業」，而所提報告書第 32 頁所列之主要 KPI 達成情形未對此項 KPI 有明確描述，請予確認；此外，建議未來本計畫產出成果之 KPI 目標值要訂得明確合理且具挑戰性，使研究團隊更加努力才能達成，以利研究團隊充分利用研究資源，更期許研究團隊能持續成長突破以利整體產出更豐碩並利於管考績效。</p>	<p>謝謝委員指教，計畫在研擬階段，係依管制機關執行安全管制之實務需求及管制時程，配合電廠除役時程妥為規劃達成目標及 KPI。報告書所提「除役管制資訊系統規劃」，係配合除役規劃時程，針對除役管制資訊系統資料庫，就 IAEA 所提核電廠知識管理相關報告納入該資料庫，並先期探討建築資訊模型 (Building Information Modeling, BIM) 策略，進行除役相關資料管理方式研析，精進除役資料數位化，前述內容已補充至報告書內容。未來在計畫研提階段，除設定指標驗證研究項目達成情形外，亦持續將研究成果及其影響納入效益目標訂定，俾能有效扣合「強化原子能安全管制」之施政目標。</p>

目 錄

【110年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】	1-1
第一部分	1-5
壹、目標與架構	1-5
貳、經費執行情形	1-17

【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	110-2001-02-17-05					
計畫名稱	核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究計畫(2/4)					
主管機關	行政院原子能委員會					
執行機關	行政院原子能委員會核能管制處；					
計畫主持人	姓名	張欣	職稱	處長		
	服務機關	行政院原子能委員會核能管制處				
	電話	02-22322110	電子郵件	schang@aec.gov.tw		
計畫類別	<input checked="" type="checkbox"/> 一般計畫 <input type="checkbox"/> 政策計畫 <input type="checkbox"/> 前瞻計畫					
重點政策項目	<input type="checkbox"/> 亞洲·矽谷 <input type="checkbox"/> 智慧機械 <input type="checkbox"/> 綠能產業 <input type="checkbox"/> 生醫產業 <input type="checkbox"/> 國防產業 <input type="checkbox"/> 新農業 <input type="checkbox"/> 循環經濟圈 <input type="checkbox"/> 晶片設計與半導體前瞻科技 <input type="checkbox"/> 數位經濟與服務業科技創新 <input type="checkbox"/> 文化創意產業科技創新 <input type="checkbox"/> 其他					
前瞻項目	<input type="checkbox"/> 綠能建設 <input type="checkbox"/> 數位建設 <input type="checkbox"/> 人才培育促進就業之建設					
計畫群組及比重	生命科技	0 %	環境科技	100 %	數位科技	0 %
	工程科技	0 %	人文社會	0 %	科技創新	0 %
執行期間	110年01月01日至110年12月31日					
全程期間	109年01月01日至112年12月31日					
資源投入	年度	經費(千元)		人力(人/年)		
	109	45,178		32.40		
	110	36,157		37.90		
	111	37,716		37.70		
	112	60,448		37.70		
	合計	179,499		145.70		

	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		0	0
材料費			5,020	4,269	85.04%	
其他經常支出			30,837	26,226	85.05%	
小計			35,857	30,495	85.05%	
資本門	土地建築		0	0	%	
	儀器設備		6,652	5,662	85.12%	
	其他資本支出		0	0	%	
	小計		6,652	5,662	85.12%	
		經費合計	42,509	36,157	85.06%	
政策依據	1. EYGUID-01090515000000：行政院109年度施政方針：十五、強化輻射安全管理，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理作業，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。					
本計畫在機關施政項目之定位及功能	本計畫係4年期程(109-112年)計畫之第二年，主要係配合原能會106-109年科技施政關鍵策略目標「切實監督核電廠安全」，確保核能電廠運轉安全與除役管制順利進行，另為因應政府組織再造後，核能研究所將改制為行政法人國家龍潭原子能科技研究院，技術支援原子能委員會核能安全管理研發項目，必須經由成立本計畫延續原核研所及規劃成立之「核安管制研究中心」在運轉及除役安全管理累積之知識與經驗，並以計畫方式結合國內學術研究單位，強化核能安全管理效能。					
計畫摘要	本計畫研究目的在強化核安及除役管制技術能力，除維持核能電廠安全運轉所需管制技術能力，保持與核能先進國家技術交流及經驗分享，精進熱水流分析、地震、材料腐蝕與維護、風險評估等核安管制技術外，同時提供技術支援能力；計畫並對於除役管制技術，研擬我國機組進入除役階段而爐心仍置有核燃料之特殊情形，參考各國除役核能電廠除役經驗以及法規要求，建立適當之技術評估與分析能力，強化除役管制作業品質及管制要求，以保障國內除役作業符合安全規範。					
計畫目標與預期關鍵成果之達成情形	原設定	強化核能及除役安全管理技術	1. 以歷經不同塑性變形之材料，探討核能電廠常見之SS304L不鏽鋼之裂縫生長速率情形，有助於強化預防機制。 2. 新增核一廠除役過渡階段前期用過核子燃料安全風險評估模式，以提升核能電廠除役風險管制評估技術能力。 3. 完成核子反應器設施部分廠址釋出之國外案例研究，提高核能電廠除役管制技術能力。			

	<p>達成情形請依原設定進行達成情形之說明</p>	<p>強化核能及除役安全管理技術</p>	<p>1. 完成論文 “The Effect of deposited dust on SCC and crevice corrosion of AISI 304L stainless steel in saline environment” 乙篇。主要就沈積於304L不銹鋼上之灰塵，探討其對於304L不銹鋼於含鹽環境中之間隙腐蝕形貌及應力腐蝕龜裂裂縫的影響，實驗結果有助於強化材料腐蝕預防機制，提供管制參考。</p> <p>2. 針對核一廠除役過渡階段前期，考量電廠組態與特性，完成核一廠各狀態用過核子燃料風險告知管制架構草案，提供管制參考。</p> <p>3. 研析國際案例，完成核電廠除役期間禁制區邊界與低密度人口區變更計畫管制重點研析，提出範圍變更審查要項，作為管制參考。</p>
<p>計畫效益與重大突破</p>	<p>一、核電廠熱水流安全分析程式應用與驗證： (一)配合核二廠除役過渡階段管制需求，完成核二廠熱水流安全分析程式之反應爐開蓋模式，提供管制參考。 (二)探討核電廠好氧菌與厭氧菌之合適生長溫度，提供管制參考。</p> <p>二、核電廠後福島管制審查技術精進研究： (一)完成核二廠除役過渡階段共用系統「設計或運轉變更」或「不可用」對2號機可能之潛在影響，並提出管制建議。 (二)針對美國地震型機率式海嘯危害度分析程序之研析，作為管制參考。</p> <p>三、核電廠結構/設備受潛在天然災害之安全影響及因應管制技術研究： (一)完成17條代表地動估計方程式(Ground Motion Prediction Equation, GMPE)計算參數探討，作為管制參考。 (二)完成加速耐震評估程序之安全停機路徑的關鍵結構/設備耐震度分析方法與技術程序，作為核電廠耐震分析之管制參考。</p> <p>四、風險告知視察工具應用於運轉及除役作業管制研究： (一)完成核一廠各狀態用過核子燃料風險告知管制架構草案，提供管制參考。</p> <p>五、核電廠運轉及除役期間事故分析及緩和策略研究： (一)完成核二廠在除役過渡階段前期之開蓋模式以及穩態運轉，作為管制參考。</p> <p>六、除役期間核電廠重要設備維護管理安全管理技術研究： (一)蒐集美國重要電氣被動組件維護管理方案資料，作為除役期間設備維護管理之管制參考。</p> <p>七、核電廠運轉及除役期間非破壞檢測評估研究： 建置渦電流瑕疵/非瑕疵訊號的數據資料庫，作為管制參考。</p> <p>八、核電廠運轉及除役階段材料維護與防治策略研析： (一)透過碳鋼管材於靜滯水環境中進行腐蝕實驗，研究成果可提供除役過渡階段組件之管制參考。</p> <p>九、核電廠除役視察管制實務研究： 研析國際核設施拆除管制架構、法規與相關技術指南，並對除役拆除作業中可能產生之粉塵危害，提出管制建議。</p>		
<p>遭遇困難與因應對策</p>	<p>計畫執行無遭遇困難。</p>		

後續精進措施	以每季計畫查訪會議方式管考，檢視計畫執行方向是否符合原訂工作規劃，並持續滾動檢討研究成果是否符合管制需求。若有執行方向偏離情事，即要求計畫執行人員調整改進外，直至符合原訂計畫目標。			
計畫連絡人	姓名	龔繼康	職稱	技正兼科長
	服務機關	行政院原子能委員會		
	電話	02-22322118	電子郵件	jkgone@aec.gov.tw

壹、目標與架構

一、總目標及其達成情形

1. 全程總目標：請在此依照計畫書簡要敘明計畫總目標，亦即總計畫之在期程內規劃達成的成果。

本計畫研究目的在強化核安及除役管制技術能量，除維持核能電廠安全運轉所需管制技術能力，保持與核能先進國家技術交流及經驗分享，精進熱水流分析、地震、材料腐蝕與維護、風險評估等核安管制技術外，同時提供技術支援能力；計畫並對於除役管制技術，研擬我國機組進入除役階段而爐心仍置有核燃料之特殊情形，參考各國除役核能電廠除役經驗以及法規要求，建立適當之技術評估與分析能力，強化除役管制作業品質及管制要求，以保障國內除役作業符合安全規範。

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
109年度	<p>一、核電廠熱水流安全分析程式應用與驗證：</p> <p>(一) 進行微生物影響、機制與可能參數之研析，強化核電廠除役階段微生物腐蝕防治。</p> <p>(二) 協助管制機關進行第四版核能安全公約國家報告(CNS report)相關工作，增進國際交流。</p> <p>二、核電廠後福島管制審查技術精進研究：</p> <p>(一) 機率式海嘯危害度分析方法(Probabilistic Tsunami Hazard Analysis, PTHA)情境可用性研究。</p> <p>三、核電廠結構/設備受潛在天然災害之安全影響及因應管制技術研究：</p> <p>(一) 執行地殼震源GMC邏輯樹與權重合理性之檢視，提升核電廠耐震分析能力。</p> <p>四、風險告知視察工具應用於運轉及除役作業管制研究：</p> <p>(一) 建立核一廠各狀態用過核子燃料風險告知管制架構。</p> <p>五、核電廠運轉及除役期間事故分析及緩和策略研究：</p> <p>(一) 支援核電廠執行緊急計畫演習或核安演習時協助管制單位進行事故評估工作。</p> <p>六、除役期間核電廠重要設備維護管理安全管制技術研究：</p>	<p>一、核電廠熱水流安全分析程式應用與驗證：</p> <p>(一) 完成國際間相關案例彙整，以及國內機組參數進行微生物影響、機制與可能參數，將基於本年度成果設計實驗探討微生物腐蝕情形，提供管制參考。</p> <p>(二) 完成第四版核能安全公約國家報告(CNS report)英文報告，並開始同行審查。</p> <p>二、核電廠後福島管制審查技術精進研究：</p> <p>(一) 完成地震危害分析資深委員會等級3(SSHAC L3)機率式地震危害度分析(PSHA)隱沒帶SSC於機率式海嘯危害度分析方法情境可用性之探討，彙整研究成果提出管制建議。</p> <p>三、核電廠結構/設備受潛在天然災害之安全影響及因應管制技術研究：</p> <p>(一) 完成地殼震源GMC邏輯樹與權重合理性之檢視，提供管制建議。</p> <p>四、風險告知視察工具應用於運轉及除役作業管制研究：</p> <p>(一) 完成核一廠各狀態用過核子燃料風險告知管制架構草案，作為管制參考。</p> <p>五、核電廠運轉及除役期間事故分析及緩和策略研究：</p> <p>(一) 核電廠執行緊急計畫演習或核</p>

年度	分年目標	達成情形
	<p>(一)研析國際除役期間核電廠重要設備維護管理安全管制技術，檢討對國內核子反應器除役法規的適用性。</p> <p>七、核電廠運轉及除役期間非破壞檢測評估研究：</p> <p>(一)探討核能電廠除役期間高輻射及滯留水環境主動件失效機制及遠端目視檢測程序，提出管制要項</p> <p>八、核電廠運轉及除役階段材料維護與防治策略研析：</p> <p>(一)進行核電廠碳鋼管路靜滯水腐蝕研究，提出管制建議。</p> <p>九、核電廠除役視察管制實務研究：</p> <p>(一)研析國際除役資料庫知識管理案例，建置除役期間拆除知識管理系統。</p>	<p>安演習時，提出管制機關進行事故評估工作之管制參考。</p> <p>六、除役期間核電廠重要設備維護管理安全管制技術研究：</p> <p>(一)研議IMC-2515第15節與附錄G內容，並檢討其適用性。完成IMC-2515第15節與附錄G彙整。說明用過核子燃料仍在反應器的視察要項建議、與IMC-2561的視察要求的差異，以及檢討對國內核子反應器除役法規的適用性，作為管制參考。</p> <p>七、核電廠運轉及除役期間非破壞檢測評估研究：</p> <p>(一)完成「核能電廠除役期間高輻射及滯留水環境主動件失效機制及遠端目視檢測程序管制要項之探討」報告，提供非破壞管制相關議題之參考。</p> <p>八、核電廠運轉及除役階段材料維護與防治策略研析：</p> <p>(一)研析核電廠碳鋼管路靜滯水腐蝕研究，探討除役過渡期間靜滯水對於管路腐蝕影響，研究發現定期水流流動可能對管路腐蝕產生抑制效果，另外，管路未充滿水者，由於有氣液介面，管路於介面處，可能加速腐蝕速率，提供管制建議。</p> <p>九、核電廠除役視察管制實務研究：</p> <p>(一)彙整國際除役資料，研析美國核管會的知識管理案例，並完成除役期間拆除知識管理系統建置，研究成果可助於我國除役期間核電廠拆除管制知識之管理，作為管制參考。</p>

年度	分年目標	達成情形
110年度	<p>一、核電廠熱水流安全分析程式應用與驗證：</p> <p>(一) 進行關鍵參數之微生物與腐蝕特性實驗。</p> <p>(二) 撰寫及更新第五版核能安全公約國家報告。</p> <p>二、核電廠後福島管制審查技術精進研究：</p> <p>(一) 進行機率式地震危害度分析之斷層震源特性評估於機率式海嘯危害度分析方法情境可用性之探討。</p> <p>三、核電廠結構/設備受潛在天然災害之安全影響及因應管制技術研究：</p> <p>(一) 進行隱沒帶震源GMC邏輯樹與權重合理性之檢視。</p> <p>四、風險告知視察工具應用於運轉及除役作業管制研究：</p> <p>(一) 開發核一廠除役作業管制用過核子燃料受損風險告知視察工具。</p> <p>五、核電廠運轉及除役期間事故分析及緩和策略研究：</p> <p>(一) 蒐集及彙整國外禁制區及低密度人口區範圍變更之參考法規、法規指引、技術文件，研擬適合我國國情之範圍變更參考。</p> <p>六、除役期間核電廠重要設備維護管理安全管制技術研究：</p> <p>(一) 進行國際在除役過渡階段的管制法規與案例探討，針對留用設備的維護管理進行關鍵參數探討。</p> <p>七、核電廠運轉及除役期間非破壞檢測評估研究：</p> <p>(一) 進行沉積物對核能異質銲接組件於除役過渡階段之加凡尼加速腐蝕之影響評估研究。</p> <p>八、核電廠運轉及除役階段材料維護與防治策略研析：</p> <p>(一) 核電廠除役期間管路腐蝕抑制技術開發</p> <p>九、核電廠除役視察管制實務研究：</p> <p>(一) 研析國際拆除經驗(包括組織、人力配置及經費)及管制作為，並研擬適合我國國情之拆除計畫架構。</p>	<p>一、核電廠熱水流安全分析程式應用與驗證：</p> <p>(一) 探討好氧菌與厭氧菌之合適生長溫度，發現具較強孔蝕風險的厭氧菌在低溫下將不會被活化，推論機組中熱源減少(不論是衰變熱降低或部分燃料移除)，水溫降低至接近30°C時，其活動將會減緩，可推估除役機組在相同水質條件下，未來因熱源減低受微生物腐蝕之趨勢係為持續降低，可作為微生物腐蝕之管制參考。</p> <p>(二) 完成第四版核能安全公約國家報告中文版，並持續進行第五版核能安全公約國家報告相關準備工作。</p> <p>二、核電廠後福島管制審查技術精進研究：</p> <p>(一) 針對美國地震型機率式海嘯危害度分析程序之研析，模擬分析考量馬尼拉和琉球隱沒帶造成之核三廠外海機率式海嘯危害度波高，初步完成分析程序建置及需注意事項，以作為管制參考。</p> <p>(二) 蒐集機率式海底山崩型海嘯之重現期和海嘯危害度分析之國外技術文獻，並以紐西蘭庫克海峽之研究方法為基礎，模擬分析核三廠外海機率式海嘯危害度波高，並提出未來評估時所需之調查及研究項目，作為管制參考。</p> <p>(三) 完成機率式地震危害度報告(PSHA SSHAC Level 3)斷層震源於機率式海嘯危害度分析方法情境可用性探討，並建立海嘯模擬所需參數之計算程序，作為管制參考。</p> <p>三、核電廠結構/設備受潛在天然災害之安全影響及因應管制技術研究：</p> <p>(一) 完成17條代表地動估計方程式(Ground Motion Prediction Equation, GMPE)計算參數探討，並建置完成相關分析程序，作為管制參考。</p> <p>(二) 檢視隱沒帶板塊介面和板塊內部地震代表地動估計方程式、邊緣效應、單一測站標準差和混合模式權重之合理性，作為管制參考。</p> <p>四、風險告知視察工具應用於運轉及除役作業管制研究：</p> <p>(一) 針對運轉中及除役電廠之視察風險顯著性評估工具，完成使用者操作手冊，提供管制機關執行風險告知視察管制作業之參考。</p>

年度	分年目標	達成情形
		<p>(二)針對核一廠除役過渡階段前期，考量電廠組態與特性，完成核一廠各狀態用過核子燃料風險告知管制架構草案，提供管制參考。</p> <p>五、核電廠運轉及除役期間事故分析及緩和策略研究：</p> <p>(一)研析國外禁制區及低密度人口區範圍變更之參考法規、法規指引、技術文件，提出範圍變更審查要項，作為管制參考。</p> <p>六、除役期間核電廠重要設備維護管理安全管制技術研究：</p> <p>(一)研析美國重要電氣被動組件維護管理方案資料，以及美國核管會NUREG-2191, GALL-SLR技術文件，作為除役期間設備維護管理之管制參考。</p> <p>七、核電廠運轉及除役期間非破壞檢測評估研究：</p> <p>(一)建置渦電流瑕疵/非瑕疵訊號的Artificial Intelligence(AI)數據資料庫，發展AI系統批次辨識渦電流號之瑕疵/非瑕疵訊號，作為管制參考。</p> <p>(二)完成研究報告「沉積物對核能異質銲接組件於除役過渡階段之加凡尼加速腐蝕之影響評估」，研究成果可提供核電廠除役過渡階段組件之管制參考。</p> <p>八、核電廠運轉及除役階段材料維護與防治策略研析：</p> <p>(一)碳鋼管材於靜滯水環境中進行腐蝕實驗的結果顯示，在碳鋼管路腐蝕速率較快的條件下，靜滯水中的電導率越高，由實驗結果顯示試片腐蝕速率主要受氧濃度與離子濃度(電導率)影響，研究成果可提供除役過渡階段組件之管制參考。</p> <p>(二)透過高程度塑性變形304L不銹鋼於高溶氫水化學中之裂縫成長速率，發現高溶氫量之水化學環境可降低塑性變形304L不銹鋼之裂縫成長速率，研究成果可提供管制參考。</p> <p>九、核電廠除役視察管制實務研究：</p> <p>(一)研析國際核設施拆除管制架構、法規與相關技術指南，作為我國核能安全與資料數位化之管制參考。並就除役拆除作業中可能產生之粉塵危害提出管制建議。</p> <p>(二)完成日本核設施除役拆除實施標準之管制實例研究，針對日本濱</p>

年度	分年目標	達成情形
		<p>岡核電廠1、2號機除役之工程規劃與拆除現況，並就除役計畫修訂、拆除作業對應的標準跟對應管制進行整理，彙整除役拆除工法資料，作為我國核電廠除役拆除作業管制參考。</p> <p>(三)配合除役規劃時程，針對除役管制資訊系統，就IAEA所提核電廠知識管理相關報告納入最新標準資料庫，並先期探討以建築資訊模型 (Building Information Modeling, BIM) 為策略，進行除役相關資料管理方式研析，精進除役資料數位化。</p>

年度	分年目標	達成情形
111年度	<p>一、核電廠熱水流安全分析程式應用與驗證：</p> <p>(一) 進行關鍵參數之微生物與腐蝕特性實驗。</p> <p>(二) 撰寫及更新第五版核能安全公約國家報告。</p> <p>二、核電廠後福島管制審查技術精進研究：</p> <p>(一) 進行機率式地震危害度分析之斷層震源特性評估於機率式海嘯危害度分析方法情境可用性之探討。</p> <p>三、核電廠結構/設備受潛在天然災害之安全影響及因應管制技術研究：</p> <p>(一) 進行隱沒帶震源GMC邏輯樹與權重合理性之檢視。</p> <p>四、風險告知視察工具應用於運轉及除役作業管制研究：</p> <p>(一) 開發核一廠除役作業管制用過核子燃料受損風險告知視察工具。</p> <p>五、核電廠運轉及除役期間事故分析及緩和策略研究：</p> <p>(一) 進行111年度緊急計畫演習或核安演習之相關評估分析。</p> <p>六、除役期間核電廠重要設備維護管理安全管制技術研究：</p> <p>(一) 針對核二廠電氣設備維護管理方案及電廠程序書進行探討，並持續對於核能電廠重要電氣設備備品進行研究。</p> <p>(二) 精進除役管制資訊平台之PIRT應用，提出除役期間各階段管制研究要項建議。</p> <p>七、核電廠運轉及除役期間非破壞檢測評估研究：</p> <p>(一) 彙整研析國外核安相關資訊，完成至少5篇核安資訊報告。</p> <p>(二) 研析渦電流檢測自動訊號判讀技術的實務運用情況，提供訊號判讀技術的實務或測試的報告一篇。</p> <p>八、核電廠運轉及除役階段材料維護與防治策略研析：</p> <p>(一) 模擬銲接碳鋼管路在運轉期間產生缺陷後，在除役期間該銲接缺陷之腐蝕實驗。</p> <p>九、核電廠除役視察管制實務研究：</p> <p>(一) 參考相關文獻及國際上之案例(如日本及韓國)，已有相關研究提出系統性的拆除作業安全評估方法論。</p>	將依實際達成情形填報

年度	分年目標	達成情形
112年度	<p>一、核電廠熱水流安全分析程式應用與驗證</p> <p>(一)探討微小擾動(模擬核電廠進入除役階段之水流狀態)對於微生物腐蝕的影響。</p> <p>(二)彙整111年度CAMP會議資料，與國際核管單位之最新管制動態與分析技術接軌。</p> <p>二、核電廠後福島管制審查技術精進研究</p> <p>(一)進行核一廠和核二廠的地震型(隱沒帶)機率式海嘯離岸波高，以及廠區近岸海嘯危害度波高及溯升高度分析。</p> <p>(二)進行核一廠和核二廠的地震型(斷層)機率式海嘯離岸波高，以及廠區近岸海嘯危害度波高及溯升高度分析。</p> <p>三、核電廠結構/設備受潛在天然災害之安全影響及因應管制技術研究：</p> <p>(一)配合場址井下與圍阻體之實際地震資料，探討在考慮不同震度及震源機制下，基於廠址基礎設計反應譜，圍阻體振動反應進行評估。</p> <p>(二)進行時間域地盤反應分析研究。</p> <p>四、風險告知視察工具應用於運轉及除役作業管制之研究</p> <p>(一)針對核二廠除役管制視察作業，納入其系統組態特性，藉由建立除役過渡階段定性風險之分析架構，提出用過核子燃料風險模式，應用於風險顯著性確立程序評估工具。</p> <p>(二)針對核三廠進入除役期間之機組共用系統進行安全管制技術分析，提供核電廠除役管制建議。</p> <p>五、核電廠運轉及除役期間事故分析及緩和策略研究</p> <p>(一)進行111年度緊急計畫演習或核安演習之相關評估分析</p> <p>(二)彙整前三年研究成果，提供核電廠除役管制建議。</p> <p>六、除役期間核電廠重要設備維護管理安全管制技術研究</p> <p>(一)研析核電廠進入除役過渡階段之重要留用設備(系統)維護管理方案，提出管制要項建議。</p> <p>(二)針對核二、三廠電氣設備老化管理制度進行探討，就核能電廠重要電氣設備備品提出管制要項建議</p>	將依實際達成情形填報

年度	分年目標	達成情形
	<p>。</p> <p>七、核電廠運轉及除役期間非破壞檢測評估研究 (一)進行國際核安及非破壞檢測技術資料研究，提供管制參考。</p> <p>八、核電廠運轉及除役階段材料維護與防治策略研析 (一)研析國際上就陰極防蝕對地下具有保護內襯碳鋼埋管之交互作用影響等文獻資料，提供管制機關對除役期間電廠管路及組件安全維護之參考。 (二)探討具有保護內襯之碳鋼管路破損後，碳鋼管件處產生間隙腐蝕及加凡尼效應影響致使其壽命急遽下降之機制，並計算相關腐蝕速率。</p> <p>九、核電廠除役視察管制實務研究 (一)研析國際核電廠拆除管制經驗及標準文件，提供管制參考。 (二)核設施除役拆除視察資訊標準化研究。</p>	

說明：
無。

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)				
核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究	42509/(36157)	張欣	行政院原子能委員會核能管制處	本年度為計畫第2年，計畫目標在精進我國運轉及除役電廠之核安管制技術，在運轉安全管制部分，對於核能電廠安全運轉之重要議題，如核能電廠運轉之熱水流安全分析、國際持續強化核安管制技術方式、以及核電廠對於超越設計之天然事件承受能力及事件緩和能力，需持續挹注資源研究以增進核安管制技術能力；在除役管制部分，對於我國面臨核電廠運轉執照屆期，機組進入除役階段，所需具備之關鍵工程技術、相關法規要求、視察管制技術等挑戰，以計畫方式透過國際合作及經驗交流、研析各國案例及規範、關鍵技術研究等方式，強化國內核電廠除役管制技術能量，確保除役安全管制品質符合要求。	完成論文“The Effect of deposited dust on SCC and crevice corrosion of AISI 304L stainless steel in saline environment”乙篇，並於國際期刊“Materials”發表。內容主要就沈積於304L不銹鋼上之灰塵，探討其對於304L不銹鋼於含鹽環境中之間隙腐蝕形貌及應力腐蝕龜裂裂縫的影響。實驗結果顯示，以白色金鋼砂模擬之灰塵會導致304L不銹鋼在金鋼砂沈積部位產生間隙腐蝕現象，而應力腐蝕裂縫之長度及數目會隨著鹽含量及相對濕度條件升高而增加，且應力腐蝕裂縫型態為穿晶應力腐蝕龜裂。

三、細部計畫與執行摘要

細部計畫	核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究	計畫性質	7. 公共服務
主持人	張欣	執行機關	行政院原子能委員會核能管制處
細部計畫目標	本年度為計畫第2年，計畫目標在精進我國運轉及除役電廠之核安管制技術，在運轉安全管制部分，對於核能電廠安全運轉之重要議題，如核能電廠運轉之熱水流安全分析、國際持續強化核安管制技術方式、以及核電廠對於超越設計之天然事件承受能力及事件緩和的能力，需持續挹注資源研究以增進核安管制技術能力；在除役管制部分，對於我國面臨核電廠運轉執照屆期，機組進入除役階段，所需具備之關鍵工程技術、相關法規要求、視察管制技術等挑戰，以計畫方式透過國際合作及經驗交流、研析各國案例及規範、關鍵技術研究等方式，強化國內核電廠除役管制技術能量，確保除役安全管制品質符合要求。		
計畫投入 (Inputs)			
預算數 (千元) / 決算數 (千元) / 執行率	42509 / 36157 / 85.06%	總人力 (人年) 實際	37.9
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
核電廠熱水流安全分析程式應用與驗證	<p>1. 完成建立核二廠除役過渡階段開蓋模式下TRACE熱水流分析模式，說明如下： (1) 完成核二廠全黑事故評估以及關鍵時序分析，針對核二廠除役過渡階段假想發生全黑事故進行評估，就熱流分析結果與關鍵時序建立數據庫，並提出管制參考。 (2) 針對緊急救援備用水源進行評估，模擬緊急情況下外部水源無法導入廠房內，就汽水分離器貯存池做為緊急後備水源能夠延緩事故發展之時序進行分析，並提出管制參考。</p> <p>2. 完成好氧菌與厭氧菌對碳鋼與不銹鋼之加速實驗、電化學分析、表面分析。實驗結果可確認好氧菌與厭氧菌之合適生長溫度，顯示具較強孔蝕風險的厭氧菌在低溫下將不會被活化，倘核電廠機組中熱源減少(衰變熱降低或部分燃料移除)而令水溫進一步降低至接近30°C時，菌種活動將會減緩，研究結果可推估除役機組在相同水質條件下，因熱源減少受微生物腐蝕之趨勢應為持續降低。</p> <p>3. 研究結果顯示不銹鋼對於微生物腐蝕具有一定程度之抵抗能力，故於除役過渡階段下機組中不銹鋼製之組件，推論暫無需顧慮微生物腐蝕之影響。</p>		原子能委員會核能管制處
核電廠後福島管制審查技術精進研究	針對核二廠1號機進入除役過渡階段，而2號機仍在運轉之情形，就共用系統設計、運轉變更或不可用情境下對2號機可能之潛在影響進行評估，並提出管制建議。		原子能委員會核能管制處

核電廠結構/設備受潛在天然災害之安全影響及因應管制技術研究	<ol style="list-style-type: none"> 1. 完成馬尼拉和琉球隱沒帶的單位海嘯法資料庫建置，可適用於相同隱沒帶各種不同海嘯情境之分析。 2. 針對隱沒帶板塊介面和板塊內部地震代表地動估計方程式、邊緣效應、單一測站標準差和混合模式權重，完成合理性分析。 3. 依井下量測記錄，就壓水式反應器廠址地層轉換函數前三個顯著頻率進行比對，完成廠址地層轉換函數之三種建議模型，以及轉換函數之比較。 4. 針對各種環境條件下之部份土壤與結構體元素，考量不同震源導致之土壤變異性，完成核三廠圍阻體之土壤-結構互制分析。 5. 針對核電廠安全停機路徑之關鍵組件，以保守確定性損壞餘裕方法分析，提出高信心低破壞機率值。 	原子能委員會核能管制處
風險告知視察工具應用於運轉及除役作業管制之研究	<ol style="list-style-type: none"> 1. 完成核一廠除役過渡階段前期用過核子燃料安全風險評估模式。包括： <ol style="list-style-type: none"> 1. 針對核一廠除役過渡階段前期，考量電廠組態與特性，精進定性風險分析架構；依「核一廠除役過渡階段前期技術規範」評估基準，探討五項緊要安全功能（定性安全功能）關於除役過渡階段前期之適切性。 2. 完成風險優先係數分析方法與風險矩陣及風險輪廓探討，並應用於核一廠除役過渡階段風險告知視察工具之系統評估再分類與過渡程序系統邊界隔離風險優先度功能，可為系統隔離作業執行過程，管制單位視察參考，並彈性調整管制及視察強度。 3. 針對核一二三廠分別對應完成視察風險評估工具之使用者操作手冊，並納入相關更新與異動之內容。 	原子能委員會核能管制處
核電廠運轉及除役期間事故分析及緩和策略研究	<ol style="list-style-type: none"> 1. 完成核二廠在除役過渡階段前期之開蓋模型，就再循環管斷管之LOCA暫態進行分析，模擬LPCI注水策略，觀察其對事故緩和情況，提出分析結果供管制參考。 2. 完成研究報告「護箱式乾式貯存系統安全分析審查要點」乙篇。 	原子能委員會核能管制處
除役期間核電廠重要設備維護管理安全管制技術研究	<ol style="list-style-type: none"> 1. 完成研究報告「核二廠除役過渡階段重要電氣被動組件維護管理方案管制策略研究」乙篇，並就核二廠除役過渡階段前期電氣被動組件維護管理方案現況提出評估建議。 2. 研析IAEA報告內容(IAEA-TECDOC-1957)，就除役過渡期間持續使用之冷卻系統相關泵、馬達、熱交換器等除役留用設備進行探討，彙整國際上冷卻水泵因長期運轉產生磨損之經驗，提供管制參考。 	原子能委員會核能管制處
核電廠運轉及除役期間管制非破壞檢測之評估與研究	<ol style="list-style-type: none"> 1. 完成可批次辨識渦電流號之瑕疵/非瑕疵訊號之AI系統，並總結開發過程為研究報告「以CNN神經網路辨識渦電流訊號之程式開發」乙篇。 2. 完成「沉積物對核能異質銲接組件於除役過渡階段加凡尼加速腐蝕之影響評估」研究報告乙篇。 	原子能委員會核能管制處

核電廠運轉及除役階段材料維護與防治策略研析	1. 發表論文 “The Effect of deposited dust on SCC and crevice corrosion of AISI 304L stainless steel in saline environment” 於國際期刊 “Materials”。此篇論文主要就沈積於304L不銹鋼上之灰塵，探討其對於304L不銹鋼於含鹽環境中之間隙腐蝕形貌及應力腐蝕龜裂裂縫的影響。實驗結果顯示，以白色金鋼砂模擬之灰塵會導致304L不銹鋼在金鋼砂沈積部位產生間隙腐蝕現象，而應力腐蝕裂縫之長度及數目會隨著鹽含量及相對濕度條件升高而增加，且應力腐蝕裂縫型態為穿晶應力腐蝕龜裂。 2. 進行碳鋼管材於靜置水環境中進行腐蝕實驗，實驗結果顯示，在碳鋼管路腐蝕速率較快的條件下，靜置水中的電導率越高，研究結果可提供管制參考。	原子能委員會核能管制處
核電廠除役視察管制實務研究	1. 針對日本濱岡核電廠1、2號機除役之工程規劃與拆除現況，與除役計畫修訂、拆除作業對應的標準進行研析，完成「日本核設施除役拆除實施標準之管制實例研究」期末報告，提供拆除管制之參考。 2. 研析英國核能管制辦公室 (Office for Nuclear Regulation, ONR)之建築資訊模型技術評估指南報告(NS-TAST-GD-017 Annex 2 Revision 0)，完成核電廠除役管制資料數位化標準研究報告，提出國際上對於除役管制資訊框架、工程圖件(或數位3D立體模型與資料庫等)，以供管制參考。	原子能委員會核能管制處
主要績效指標KPI達成情形		
原規劃	1. 完成人才培育及延攬10人。 2. 完成研究報告26篇。 3. 完成除役管制資訊系統規劃作業。	達成情形
補充說明	執行進度符合原規劃目標。 實際達成與原預期目標之差異說明： 無。	
本年度效益、影響、重大突破		
完成論文 “The Effect of deposited dust on SCC and crevice corrosion of AISI 304L stainless steel in saline environment” 乙篇，並於國際期刊 “Materials” 發表。內容主要就沈積於304L不銹鋼上之灰塵，探討其對於304L不銹鋼於含鹽環境中之間隙腐蝕形貌及應力腐蝕龜裂裂縫的影響。實驗結果顯示，以白色金鋼砂模擬之灰塵會導致304L不銹鋼在金鋼砂沈積部位產生間隙腐蝕現象，而應力腐蝕裂縫之長度及數目會隨著鹽含量及相對濕度條件升高而增加，且應力腐蝕裂縫型態為穿晶應力腐蝕龜裂。		
遭遇困難與因應對策		
無遭遇困難。		

貳、經費執行情形

一 經資門經費表(E005)

1. 初編決算數：因績效報告書繳交時，審計機關尚未審定110年度決算，故請填列機關編造決算數。
2. 實支數：係指工作實際已執行且實際支付之款項，不包含暫付數。
3. 保留數：係指因發生權責關係經核准保留於以後年度繼續支付之經費。
4. 111年度預算數：如立法院已通過111年度總預算，則填寫法定預算數；如立法院尚未通過總預算，則填寫預算案數。
5. 執行率：係指決算數佔預算數之比例。

單位：千元；%

	109年度	110年度					111年度 預算數	112年度 申請數
		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)			
一、經常門小計	35668	35857	30495	0	30495	85.05%	32575	53498
(1)人事費	0	0	0	0	0	%	0	4500
(2)材料費	4994	5020	4269	0	4269	85.04%	4162	6322
(3)其他經常支出	30674	30837	26226	0	26226	85.05%	28413	42676
二、資本門小計	9510	6652	5662	0	5662	85.12%	5141	6950
(1)土地建築	0	0	0	0	0	%	0	0
(2)儀器設備	9510	6652	5662	0	5662	85.12%	4641	6450
(3)其他資本支出	0	0	0	0	0	%	500	500
總計	45178	42509	36157	0	36157	85.06%	37716	60448

		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
綱要計畫總計	總計	45178	36157 (85.06%)	37716	60448
核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究	小計	45178	36157 (85.06%)	37716	60448
	經常支出	35668	30495 (85.05%)	32575	53498
	資本支出	9510	5662 (85.12%)	5141	6950

二 經費支用說明

原110年計畫法定數經常門為35,859千元，資本門為6,650千元，因計畫執行需要，核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究計畫(2/4)由經常門項下流用2千元至資本門，流用後經常門為35,857千元，資本門為6,652千元。

※【管考總考備註】

前瞻司1/18來函，告知「核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究計畫(2/4)」經資門互相流用，故，1/22管考端配合修正。

「核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究」經常門35,859=>35,857(流出2千元)、資本門6,650=>6,652(流入2千元)

三 經費實際支用與原規劃差異說明

經費實際支用情況與原規劃大致符合，執行率為85.06%係受疫情影響，無法依原規劃邀請國外專家來台交流，原控留經費無法執行，以餘款繳回方式辦理。

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)

研究產出核電廠除役階段之材料腐蝕、核電廠海嘯源及耐震分析等領域期刊及研討會論文共 9 篇，並刊登於重要期刊，有助於我國相關領域之基礎研究發展，摘述如下。

- (一) 研究論文「Effects of heat treatments on the microstructure and environment-induced cracking of CF8A steel in simulated BWR water」，刊登於國際期刊「International Journal of Pressure Vessels and Piping」。此篇主要探討在模擬沸水式反應器(BWR)環境下，不同熱處理參數對 CF8A 鑄造不銹鋼之環境效應加速劣化的影響。實驗結果顯示，熱處理後之微觀組織對日後的環境效應加速劣化，影響顯著，研究成果可提供管制參考。
- (二) 研究論文「The effects of cold work on the incipient pitting morphology evolution of 304L stainless steels」，刊登於國際期刊「Corrosion」。此篇主要探討滾壓 304L 不銹鋼在鹽霧環境下，孔蝕行為隨腐蝕時間的變化。實驗結果顯示，未經滾壓的 304L 不銹鋼，其孔蝕程度比經 20% 程度滾壓加工的 304L 不銹鋼嚴重，研究成果可提供管制參考。
- (三) 研究論文「Effect of micro-shot peening on the fatigue performance of AISI 304 stainless steel」，刊登於國際期刊「Metals」。此篇主要探討微珠擊對 304 不銹鋼顯微組織及疲勞性質的影響。實驗結果顯示，微珠擊導致 304 不銹鋼表面產生壓應力及奈米晶粒結構，且不會產生表面微裂紋或嚴重表面粗化，故可顯著提升 304 不銹鋼的疲勞強度，研究成果可提供管制參考。

- (四)研究論文「The Effect of deposited dust on SCC and crevice corrosion of AISI 304L stainless steel in saline environment」，刊登於國際期刊「Materials」。此篇論文主要探討沈積於 304L 不銹鋼上之灰塵對 304L 不銹鋼於含鹽環境中之間隙腐蝕形貌及應力腐蝕龜裂裂縫的影響。實驗結果顯示，以白色金鋼砂模擬之灰塵會導致 304L 不銹鋼在金鋼砂沈積部位產生間隙腐蝕現象，而應力腐蝕裂縫之長度及數目會隨著鹽含量及相對濕度條件升高而增加，且應力腐蝕裂縫型態為穿晶應力腐蝕龜裂，研究成果可提供核電廠材料防腐蝕之管制參考。
- (五)研究論文「以單位海嘯法建置屏東外海機率式海嘯波高之研究」，採用 FUNWAVE 數值模式進行 PTHA 所需之偶然及認知不確定性計算，本研究初步建構了各種不同超越機率下的外海機率式波高分布情形，並探討偶然不確定性分析所用之觀測資料對於結果之影響性，提供管制建議。
- (六)研究論文「Multiple Criteria Decision Making on Damage Assessments of Target Building Array Subjected to Minor and Destructive Earthquakes」，發表於「Proceedings of the 22nd Japan-Korea-Taiwan Joint Seminar on Earthquake Engineering (SEEBUS 2021), Online Conference, Suwon, Korea, October 15」，延伸針對核電廠圍阻體廠房和相關廠房所發展的三種結構系統識別技巧，進行一般結構多重標準決策的健康診斷，提供管制參考。
- (七)研究論文「金屬切割產生危害物質於局部抽氣裝置輔助下的逸散模擬」。本論文為探討金屬切割作業，產生粒狀物及氣態有害物質，於室內通風環境下，使用局部抽氣裝置的移除模擬。以計算流體力學有限元素方法，建立空間中的穩態氣流場，以拉格朗日及尤拉兩種方式分

別對於粒狀物與氣體危害物，於局部抽氣裝置輔助下的運動與擴散行為進行耦合運算，得出隨時間變化的濃度及微粒分布。比較不同高度氣罩對危害物質的捕集模擬，兩種模擬方式皆顯示出類似的濃度及微粒分布，此現象與氣流場的流線圖亦有高度相關，得知空間內的氣流場為影響危害物擴散的主要因子，研究成果可提供除役管制之參考。

(八)研究論文「Development of TRACE Evaluation Model for BWR/4 in Decommissioning Transition Phase」。本論文除更新核一廠除役過渡階段分析模式外，並且參考美國核管會 NUREG 2161 分析案例，就 12 組不同破口尺寸及衰變熱條件進行評估，以熱水流安全分析程式 (TRACE) 模擬核一廠用過燃料池發生所假設之情況下，研究結果顯示核一廠用過燃料池至少有 24 小時的時間，可用於備妥救援設備以及執行用過燃料池注水，研究成果提供除役階段熱水流安全管制之參考。

(九)研討會論文「微生物腐蝕對於除役過渡階段核電廠系統與組件安全維護的影響」。本論文為利用實驗方式探討好氧菌與厭氧菌在機組除役過渡階段之水溫條件下的活動狀態與對材料的腐蝕行為。實驗結果顯示不銹鋼在各式菌株與環境條件下並未發生顯著之微生物腐蝕狀況；反之碳鋼材料則將因為好氧菌與厭氧菌之活動機制不同而呈現均勻腐蝕以及孔蝕之現象，研究顯示機組於除役過渡階段的逐漸降溫，將使微生物之生長趨勢減緩，並彙整微生物管制關鍵要項供管制參考。

(十)研究報告「沉積物對核能異質銲接組件於除役過渡階段之加凡尼加速腐蝕之影響評估」，評估鎳基合金覆銲層與 A508-SS304L 銲接件底材介面進行腐蝕行為評估，研究成果發現添加鋅離子 10 ppb 之浸泡試驗，低合金鋼側之銲後熱影響區並未觀察到加凡尼腐蝕的腐蝕形貌，

僅具有不連續的腐蝕孔洞。銲道熱影響區具有最大的金屬損失量，尤以覆銲層/緩衝層/低合金鋼基材的交界處，研究成果可提供核電廠除役過渡階段組件之管制參考。

(十一)研究報告「CAMP 合作計劃下核電廠除役過渡階段系統安全分析與評估」，說明核二廠除役階段開蓋狀態下全黑事故發生初期階段池水升溫時，池水體積會膨脹來因應密度的改變，並將熱水流程式分析結果之關鍵時序彙整於成果表中，建立事故發展關鍵時序資料庫，作為熱水流安全管制參考。

(十二)針對運轉中及除役電廠之視察風險顯著性評估工具，完成下列使用者操作手冊：核一廠除役過渡階段視察風險評估工具操作手冊-用過核子燃料風險顯著性評估工具之建立(系統評估再分類與過渡(SERT)程序與系統邊界隔離風險優先度功能)(第 1.2 版)；核二廠風險顯著性評估工具軟體與使用手冊-維護與更新(第 4.6 版)；核三廠風險顯著性評估工具軟體與使用手冊-維護與更新(第 5.2 版)，提供管制機關執行風險告知視察管制作業之參考。

二、技術創新(科技技術創新)

(一)完成核二廠除役過渡階段開蓋模式下之熱水流分析模式建立，並完成動畫模組開發，此創新分析模式有助於後續暫態事故評估與審查平行驗證工作進行，並提供管制參考。

(二)建立國內機率式地震危害度報告(PSHA SSHAC-3)中的「斷層震源」分析成果用於機率式海嘯危害度分析(PTHA)之方法流程，提出 PTHA 所需之 8 個地震參數和 2 個機率模型參數的計算方式，作為我國地震型 PTHA 之管制參考。

(三)導入 AI 技術中的 Convolutional Neural Network (CNN) 神經網路對渦電流訊號，進行核電廠非破壞影像辨識的技術，以降低人工辨識非破壞檢測訊號所需人力資源，有助於管制機關執行非破壞檢測管制作業之參考。

三、經濟效益(經濟產業促進)

本計畫係配合科技施政關鍵策略目標「切實監督核電廠安全」，確保核能電廠運轉安全與除役管制順利進行為目標，非以創造經濟效益為目的。

四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

透過多種實驗分析方法的結合，探討好氧菌與厭氧菌之合適生長溫度，發現具較強孔蝕風險的厭氧菌在低溫下將不會被活化，顯見機組中熱源減少(不論是衰變熱降低或部分燃料移除)，水溫降低至接近 30°C 時，其活動將會減緩，表示除役機組在相同水質條件下，未來因熱源減低受微生物腐蝕之趨勢係為持續降低；並確認不銹鋼對於微生物腐蝕具有一定程度之抵抗能力，故於除役過渡階段下機組中不銹鋼製之組件，暫無需顧慮微生物腐蝕之影響。研究成果可提供管制參考，增進民眾對核安管制之信心。

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)

人才培育：

透過本計畫之執行，培養學研團隊，除更深入瞭解國際除役現況，強化除役安全分析能力外，藉此促進研究人員相關專業知識與能力，強化核電廠除役安全管制人才的技术能力。

國際合作：

- (一) 藉由參與 Code Application And Maintenance Program (CAMP)國際合作計畫之方式，取得國外軟體最新熱水流分析程式，保持我國核電廠管制技術與國際同步，分別於 110 年 5 月及 11 月參加 CAMP 春季及秋季線上虛擬會議，並於 6 月參加 CSARP/MCAP (MELCOR Code Assessment Program)線上虛擬會議，蒐集並交換分析技術與程式使用經驗。
- (二) 參加國際合作環境效應促進材料劣化會議(International Cooperative Group on Environmentally Assisted Cracking, ICG-EAC)。藉由透過與各先進國家的專家及學者進行意見交流，汲取與核電廠運轉及老化管理相關經驗。

貳、檢討與展望

- 一、 經檢視計畫執行進度均符合原訂目標，預期計畫完成後將可增進核安管制及除役作業所需技術能力，並培養相關技術人才。
- 二、 計畫以每季計畫查訪會議方式管考，檢視計畫執行方向是否符合原訂工作規劃，並持續滾動檢討研究成果是否符合管制需求。若有執行方向偏離情事，即要求計畫執行人員調整改進外，直至符合原訂計畫目標。

參、其他補充資料

一、 跨部會協調或與相關計畫之配合

本計畫之執行原則無涉跨部會協調，係經由職權交辦由本會核能研究所辦理，並透過學術合作或勞務委託，以達技術精進、官學合作、並建立第

三方公正技術團隊，各工作項目之間協調機制及運作情形良好。

二、 大型科學儀器使用效益說明

無。

三、 其他補充說明(計畫成果完整說明)

核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究

110 年計畫成果完整說明

一、核電廠熱水流安全分析程式應用與驗證：

(一)透過多種實驗分析方法的結合，確認好氧菌與厭氧菌之合適生長溫度，並確定具較強孔蝕風險的厭氧菌在低溫下將不會被活化，顯見機組中熱源減少(不論是衰變熱降低或部分燃料移除)，水溫降低至接近 30°C 時，其活動將會減緩，表示除役機組在相同水質條件下，未來因熱源減低受微生物腐蝕之趨勢係為持續降低；並確認不銹鋼對於微生物腐蝕具有一定程度之抵抗能力，故於除役過渡階段下機組中不銹鋼製之組件，暫無需顧慮微生物腐蝕之影響。上述成果可提供管制參考，增進民眾對核安管制之信心。

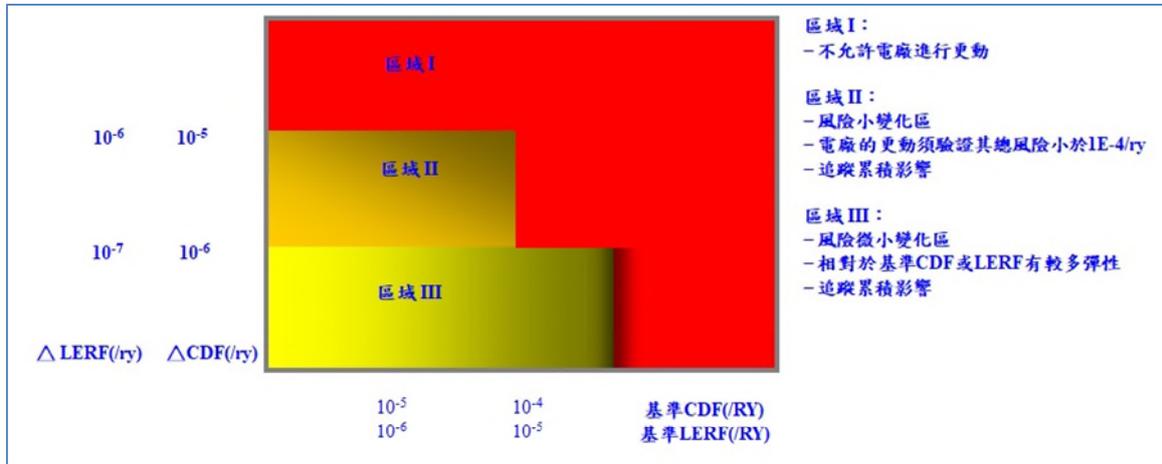
(二)建立核二廠除役過渡階段開蓋模式下 TRACE 熱水流分析模式，完成核二廠進入除役過渡階段初期發生全黑事故之安全評估，以及建立關鍵時序數據資料表，能強化核安管制能量以及提早規劃緊急應變措施，可提升民眾對核電廠除役階段安全性之信心。研究結果顯示，核二廠除役階段開蓋狀態下全黑事故發生初期階段池水升溫時，池水體積會膨脹來因應密度的改變，這導致整體系統的水位有小幅上升約莫 0.25 m 的高度。而在水位方面顯示於到達飽和溫度後，約 93.36 小時左右水位會下降至爐心燃料頂端。隨著池水持續蒸發，水位低於用過核子燃料頂端此時燃料開始裸露，進入階段三，約經過 5.6 小時燃料護套溫度來到 600°C。本研究也針對不同停機冷卻時間，採用 7 天、30 天、60 天、90 天、180 天、以及 365 天之衰變熱進行評估，TRACE 分析結果之關鍵時序也彙整於成果表中，以建立事故發展關鍵時序資料庫。另外針對緊急備用水源評估部分，當

考量汽水分離器貯存池水量的情況下，以停機後 7 天衰變熱為例在反應爐喪失冷卻後約 9.87 小時水溫會達到飽和溫度，再經過 128 小時後水位會因為蒸發降至用過核子燃料頂端，比不考量汽水分離器貯存池為緊急備用水源的情況下多了約 30 小時的時間，亦即若採取汽水分離器貯存池的水源，將可延緩事故並提供約 30 小時的時間以清理事故及備妥救援設備與注水管線，研究成果可提供管制參考。

二、核電廠後福島管制審查技術精進研究

對於核二廠 1 號機除役過渡階段，因 2 號機仍在運轉，分析共用系統「設計或運轉變更」、或「不可用」對 2 號機可能之潛在影響。其中僅「一次圍阻體氫氣再結合系統」及「循環水與外部循環水系統」涉及設計或運轉變更，參考美國核管會 RG 1.174 風險可接受準則，對 2 號機之影響評估結果如下所述，提供管制參考：

- (一) 前者 ΔLERF (Large Early Release Frequency) $<1.0\text{E}-08$ /ry，顯示對 2 號機之 LERF 風險(降低)並無明顯影響。
- (二) 前者 $\Delta\text{LERF}<1.0\text{E}-08$ /ry，對 1 號機爐心尚有燃料時，依據 RG 1.174 之準則(如下圖)，屬於可接受之區域 III—風險微小變化。
- (三) 後者 ΔCDF (Core Damage Frequency) $<1.0\text{E}-07$ /ry，依據 RG 1.174 之準則，屬於可接受之區域 III—風險微小變化。
- (四) 靈敏度分析結果：1 號機 NCCCW、TPCCW 不可用，對 2 號機之風險影響均甚微($\Delta\text{CDF}<1.0\text{E}-07$ /ry)。



圖一 美國核管會 RG 1.174 風險可接受準則

三、核電廠結構/設備受潛在天然災害之安全影響及因應管制技術研究

(一) 藉由地震型和海底山崩型機率式海嘯評估方法之研析與評估模型建置，有助於了解海嘯對國內核電廠之影響情形，並能協助核安管制單位對海嘯相關議題之審查工作，提供管制建議。

(二) 依據本年度研究成果，協助管制機關進行「核二及核三廠台灣地區核能電廠加速耐震評估程序(Expedited Seismic Evaluation Process, ESEP)報告」和「核一、核二及核三廠地震危害篩選(Screening, Prioritization and Implementation Details, SPID)報告」，提供核電廠相關結構、系統及組件(Structure, System and Component, SSC)之耐震安全性管制建議。

四、風險告知視察工具應用於運轉及除役作業管制研究

(一) 考量運轉期間與除役過渡階段前期，針對核能電廠機組之風險顯著性確立程序評估工具，進行維護及更新與功能提升，持續維持與確保核能機組之系統安全與可靠度，提升風險告知管制品質。

(二) 針對用過核子燃料定性風險分析架構、以及緊急安全功能定性基準，考量除役過渡階段之電廠特性，評估相關安全功能之適切性，包括餘熱移除、水位控制、反應度控制、二次圍阻體完整、及電源供應等領域。於 110 年研究基礎上，提出大修風險顯著性確立程序之第 1 階段，納入大修視察發現(先兆類與修件類)以及大修肇始事件(喪失餘熱移除、喪失外電、與喪失爐心注水)之影響。綜整全盤成果，針對運轉中及除役電廠，完成視察風險顯著性評估工具以及使用者操作手冊，提升風險告知技術能力，提供管制參考。

五、除役期間核電廠重要設備維護管理安全管制技術研究

(一) 研析 IAEA-TECDOC-1957 報告，就除役過渡期間冷卻系統相關泵、馬達、熱交換器等除役留用設備仍持續運行使用，提出因長期運轉產生磨損之經驗回饋，提供管制參考。

(二) 完成美國重要電氣被動組件維護管理方案資料彙整，研析美國核管會 NUREG-2191, GALL-SLR 建議之電氣被動組件維護管理方案，並與 NUREG-1801, GALL-LR 比對差異，作為除役期間設備維護管理之管制參考。

六、核電廠運轉及除役期間事故分析及緩和策略研究

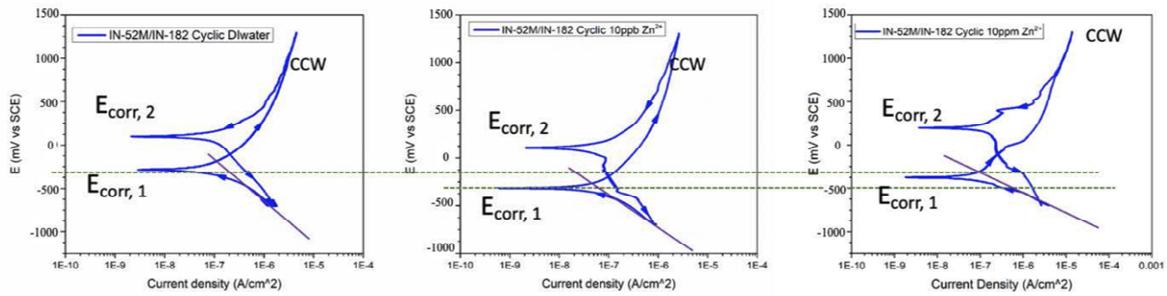
(一) 針對儲存 BWR 用過核子燃料之護箱式乾貯系統，將其安全分析審查導則及重點，以臨界、包封、熱傳、輻射屏蔽、結構、異常狀況、意外事故及自然災害事件等六大領域進行探討，並彙整編寫護箱式乾式貯存系統安全審查技術研析報告，可作為日後審查相關申請案件之參考。

- (二) 蒐集美國重要電氣被動組件維護管理方案資料，研讀整理美國核管會 NUREG-2191, GALL-SLR 建議之電氣被動組件維護管理方案，並與 NUREG-1801, GALL-LR 比對差異，已完成電氣被動組件編號 XI.E1(非環境驗證(EQ)絕緣電纜與連接組件)至編號 XI.E7(高壓礙子)等項目之比對，作為除役期間設備維護管理之管制參考。
- (三) 完成研究報告「核二廠除役過渡階段重要電氣被動組件維護管理方案管制策略研究」乙篇。內容亦完成評估核二廠除役過渡階段前期電氣被動組件維護管理方案現況，作為除役期間設備維護管理之管制參考。

七、核電廠運轉及除役期間非破壞檢測評估研究

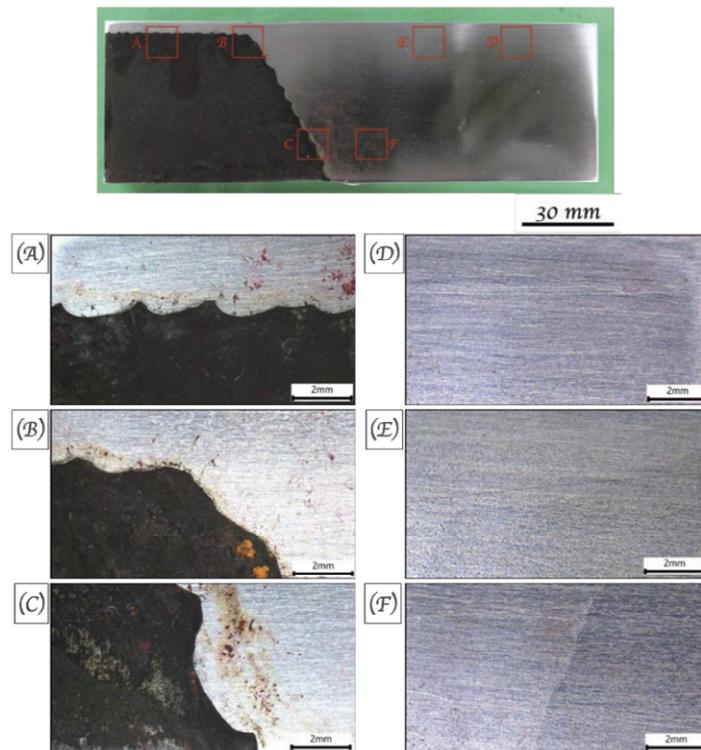
- (一) 使用 AI 技術中的 Convolutional Neural Network (CNN) 神經網路對渦電流訊號進行影像辨識的技術，以降低人工辨識非破壞檢測訊號所需之人力物力，開發過程收集已經過高級檢測師判讀的核二廠主冷凝器管渦電流檢測訊號(無瑕疵訊號及瑕疵訊號，並進行裁截辨識訊號區域及消除標線等圖資處理，撰寫 CNN 神經網路程式(使用 Python)，運用渦電流圖資訓練 CNN 神經網路，已成功建置可批次辨識核電廠渦電流瑕疵/分瑕疵訊號的 AI 神經網路系統，辨識率準確度可達九成以上，可作為管制參考。
- (二) 進行沉積物對核能異質銲接組件於除役過渡階段之加凡尼加速腐蝕之影響評估，就鎳基合金覆銲層與 A508-SS304L 銲接件底材介面進行腐蝕行為評估，利用沉積氧化鐵粉末、鋅離子濃度調整浸泡水溶液的試驗環境，模擬低週期運轉的水溶液環境中的腐蝕型態。透過微觀組織分析、顯微結構觀察及耐蝕能力評估，探討覆銲層異質介面於核電廠除役階段之低週期運轉工作環境之加凡尼腐蝕造

成之材料減損行為，研究成果發現添加鋅離子 10 ppb 之浸泡試驗，如圖三，低合金鋼側之鍍後熱影響區並未觀察到加凡尼腐蝕的腐蝕形貌，僅具有不連續的腐蝕孔洞，如圖四。鍍道熱影響區具有最大的金屬損失量，尤以覆鍍層/緩衝層/低合金鋼基材的交界處，研究成果可提供核電廠除役過渡階段組件之管制參考。



圖二 不同鋅離子濃度之 182 合金鍍道/Inconel 52M 覆鍍層的循環動電位極化曲線

參考電極為甘汞電極



圖三 覆層銲接處理 Inconel 52M 之異質銲接件樣品於添加氧化鐵粉末 1 g/L 之去離子水中浸泡 2 個月之表面形貌觀察。使用立體顯微鏡記錄，放大倍率 10 倍。(A) Inconel52M/A508 介面、(B) Inconel 52M/A508/Inconel 182 介面、(C) A508/Inconel 182 介面、(D) Inconel 52M/F304L 介面、(E) Inconel 52M/Inconel 182/F304L 介面，以及(F) Inconel182/F304L 介面。

八、核電廠運轉及除役階段材料維護與防治策略研析

(一) 探討在模擬沸水式反應器(BWR)環境下，不同熱處理參數對 CF8A 鑄造不銹鋼之環境效應加速劣化的影響。實驗結果顯示如圖五，熱處理後之微觀組織對日後的環境效應加速劣化，影響顯著，此研究成果可供管制參考。

(二) 探討微珠擊對 304 不銹鋼顯微組織及疲勞性質的影響。實驗結果顯示，微珠擊導致 304 不銹鋼表面產生壓應力及奈米晶粒結構，且不會產生表面微裂紋或嚴重表面粗化，故可顯著提升 304 不銹鋼的疲勞強度，提供管制參考。

	腐蝕速率 ($\mu\text{m}/\text{year}$)	氧濃度 (ppm)	電導率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
不換水	H: 19(中)	0.8(低)	40.3
約一個月換水	11(慢)	6至1.7之間(高)	0.4至1.3(低)
介面腐蝕 不換水	w: 88(快)	2.2(中)	60.8

圖四 高程度塑性變形 304L 不銹鋼於高溶氫水化學中之裂縫成長速率

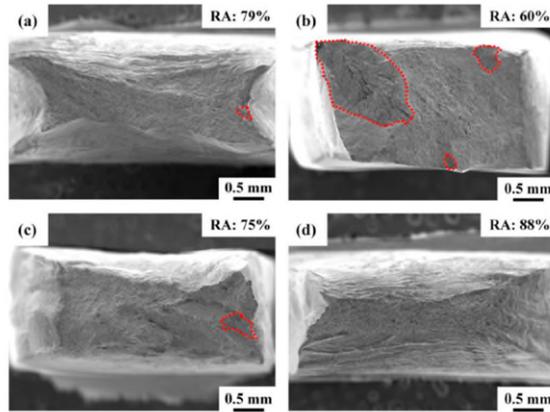


Fig. 3. Macroscopic fracture appearance of the (a) C, (b) A, (c) R and (d) S samples after SSRT tests in simulated BWR water. The red-dotted region indicates the brittle fracture area. (Note: RA indicates the reduction of area of the sample).

圖五 熱處理後之微觀組織

九、核電廠除役視察管制實務研究

- (一) 研析國際除役與拆除管制框架、實際經驗及法規，如：日本濱岡核電廠之除役現況、拆除作業標準與管制；英國管制機關核能辦公室之核能除役安全評估指南(NS-TAST-GD 026 Revision 5)、除役執照許可條件之核能安全技術視察指南(NS-INSP-GD 035 Revision 6)與建築資訊模型技術評估指南報告(NS-TAST-GD-017 Annex 2)；加拿大除役管制(REDOC-2.11.2)；美國職業安全衛生法(OSHA-1926.55)之粉塵危害章節等。彙整視察員評估指南、除役現況、管制資料數位化與粉塵管制規範之資料，作為我國制定除役管制規範之參考，並提出相關建議，以落實我國核電廠安全除役之目標，提升公眾與環境之輻射安全。
- (二) 研析英國與加拿大之除役管制架構、法規與相關技術評估與視察指南，完成成果報告，並提出管制建議。
- (三) 完成「日本核設施除役拆除實施標準之管制實例研究」報告，針對日本濱岡核電廠 1、2 號機除役之工程規劃與拆除現況，並就除役

計畫修訂、拆除作業對應的標準跟對應管制進行整理，並彙整除役拆除工法資料，作為我國核電廠除役拆除作業管制之參考。

(四) 研析英國核能管制辦公室 (Office for Nuclear Regulation, ONR)之建築資訊模型技術評估指南報告((NS-TAST-GD-017 Annex 2 Revision 0)，完成核電廠除役管制資料數位化標準研究報告，說明其管制框架，作為拆除標的物概述中，工程圖件(或數位 3D 立體模型與資料庫等)之管制參考。

附表、佐證資料表

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

【A 論文表】

題 名	第一作者	發表年(西元年)	文獻類別	成果歸屬
Effects of heat treatments on the microstructure and environment-induced cracking of CF8A steel in simulated BWR water	陳泰丞	2021	C	核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究
The effects of cold work on the incipient pitting morphology evolution of 304L stainless steels	董曉明	2021	C	同上
Effect of micro-shot peening on the fatigue performance of AISI 304 stainless steel	鍾宇軒	2021	C	同上
The effect of deposited dust on SCC and crevice corrosion of AISI 304L stainless steel in saline environment	葉俊平	2021	D	同上
微生物腐蝕對於除役過渡階段核電廠系統與組件安全維護的影響	周森翔	2021	E	同上
Development of TRACE Evaluation Model for BWR/4 in Decommissioning Transition Phase (NUREG-IA)	Jung Hua, Yang	2021	F	同上
以單位海嘯法建置屏東外海機率式海嘯波高之研究 (成大-水災)	陳彥龍	2021	E	同上
Multiple Criteria Decision Making on Damage Assessments of Target Building Array Subjected to Minor and Destructive Earthquakes (成大-地震)	朱世禹、康展榮	2021	F	同上
金屬切割產生危害物質於局部抽氣裝置輔助下的逸散模擬	陳家貫	2021	E	同上

註：文獻類別分成 A 國內一般期刊、B 國內重要期刊、C 國外一般期刊、D 國外重要期刊、E 國內研討會、F 國際研討會、G 國內專書論文、H 國際專書論文；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【B 合作團隊(計畫)養成表】

團隊(計畫)名稱	合作對象	合作模式	團隊(計畫)性質	成立時間(西元年)	成果歸屬
TRACE 分析技術團隊	清大	B	A	2016	核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究
地震安全分析研究團隊	成大	B	A	2018	同上
環境效應促進材料研究團隊	燃材組環境效應促進材料研究團隊	A	A	2010	同上
MELCOR 嚴重事故分析團隊	核工組 MELCOR 嚴重事故分析團隊	A	A	2020	同上

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

【C 培育及延攬人才表】

姓名	機構名稱	學歷	性質	成果歸屬
陳得誠	清華大學	A	B	核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究
洪定勝	國立臺灣海洋大學	B	B	同上
周森翔	國立清華大學	B	B	同上
王文豫	國立清華大學	A	B	同上
陳玄哲	清大核工所	B	B	同上
沈煜修	國立成功大學水利及海洋工程學系	B	B	同上
張鈞程	國立成功大學水利及海洋工程學系	B	B	同上

陳俊宏	國立成功大學土木工程研究所	B	B	同上
鄭駿達	國立成功大學土木工程研究所	B	B	同上
楊博鈞	國立成功大學土木工程研究所	B	B	同上
賴昀希	國立成功大學土木工程研究所	B	B	同上
徐浩翔	國立成功大學土木工程研究所	B	B	同上

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

【D1 研究報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年(西元年)	是否被採納	成果歸屬
氯化物濃度、相對濕度及測試時間對間隙腐蝕環境下不銹鋼腐蝕形貌影響之研究	葉俊平	2021	D	核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究
電廠除役過渡階段碳鋼管材與焊件腐蝕行為研究	呂文豐	2021	D	同上
304L 不銹鋼經塑性變形後於 PWR 高溫水化學環境下之應力腐蝕裂縫成長速率研究	陳泰丞	2021	D	同上
微生物腐蝕對於除役過渡階段的核電廠系統與組件安全維護的影響	曾永信、楊融華、陳詩奎	2021	D	同上
核電廠除役期間機組共用系統之安全管制及危害評估技術研究	曾永信、楊融華、陳詩奎	2021	D	同上
CAMP 合作計劃下核電廠除役過渡階段系統安全分析與評估	曾永信、楊融華、陳詩奎	2021	D	同上

護箱式乾式貯存系統安全審查技術研析	吳晃昭 蔣宇 林書睿 郭文生 羅惠基	2021	D	同上
以 CNN 神經網路辨識渦電流訊號之程式開發	張佐民	2021	D	同上
沉積物對核能異質銲接組件於除役過渡階段之加凡尼加速腐蝕之影響評估	王朝正	2021	D	同上
美國地震型機率式海嘯危害度分析程序研析及建置	蕭士俊、 洪李陵、 吳昀達、 陳彥龍	2021	D	同上
海底山崩型海嘯分析程序研析及建置	蕭士俊、 洪李陵、 吳昀達、 陳彥龍	2021	D	同上
PSHA SSHAC-3 斷層 SSC 於機率式海嘯危害度分析之可行性評估研究	蕭士俊、 洪李陵、 吳昀達、 陳彥龍	2021	D	同上
110 年核電廠結構設備受潛在地震之安全影響及因應管制技術研究	洪李陵等人	2021	D	同上
地震危害度高階分析之隱沒帶地震地動特性邏輯樹與權重合理性之檢視	洪李陵	2021	D	同上
核電廠新一代地動反應分析管制技術研究(II)	朱世禹	2021	D	同上
核電廠新一代土壤-結構互制分析管制技術研究(II)	侯琮欽	2021	D	同上
核電廠結構_設備耐震分析管制技術研究(II)	鍾興陽、 王雲哲	2021	D	同上
加拿大核設施管制規範研析	黃君平	2021	D	同上

核電廠除役管制資料數位化標準研究	劉書佑	2021	D	同上
英國除役管制實務	張寓閔	2021	D	同上
日本核設施除役拆除實施標準之管制實例研究	許文勝	2021	D	同上
美國核能管制委員會法規指引概述-核能電廠停機後除役活動報告標準格式與內容	黃郁青	2021	D	同上
美國核能管制委員會法規指引概述-核能電廠運轉期間的除役規劃	黃郁青	2021	D	同上
美國核能管制委員會法規指引概述-用於核能電廠停機及除役之防火程序	黃郁青	2021	D	同上
安裝在輕水冷卻式核能電廠之放射性廢料管理系統、結構和組件的設計指引	徐康耀	2021	D	同上
核能安全重要組件之環境效應疲勞評估應用軟體開發	徐康耀、 黃智麟、 黃郁青	2021	D	同上
國際原子能總署特定安全指引 No. SSG-47 核能電廠、研究反應爐與其他核子燃料循環設施之除役概述	黃揮文	2021	D	同上
用過燃料池及混凝土結構之老化效應與管理	胡進章	2021	D	同上
核二廠除役過渡階段重要電氣被動組件維護管理方案管制策略研究	杜炫德	2021	D	同上
除役作業之安全評估	吳思穎	2021	D	同上
爐內組件除役期間過渡階段維護管理評估	陳建忠 林書睿	2021	D	同上
反應爐更換燃料穴除役期間過渡階段維護管理方案	胡進章 林書睿	2021	D	同上

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

【F 形成課程教材手冊軟體表】

名稱	性質	類別	發表年度 (西元年)	出版單位	是否為自由 軟體	成果歸屬
核一廠除役期間過渡階段視察風險評估工具(第 1.2 版)		C	2021	核能研究所核子工程組	否	核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究
核二廠風險顯著性評估工具(第 4.6 版)		C	2021	核能研究所核子工程組	否	同上
核三廠風險顯著性評估工具(第 5.2 版)		C	2021	核能研究所核子工程組	否	同上
核一廠除役過渡階段視察風險評估工具操作手冊-用過核子燃料風險顯著性評估工具之建立	C		2021	核能研究所核子工程組	否	同上
核二廠風險顯著性評估工具使用手冊-維護與更新	C		2021	核能研究所核子工程組	否	同上
核三廠風險顯著性評估工具使用手冊-維護與更新	C		2021	核能研究所核子工程組	否	同上

註：性質分成 A 課程、B 教材、C 手冊；類別分成 A 文件式、B 多媒體、C 軟體(含 APP)、D 其他(請序明)；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【H 技術報告檢驗方法表】

技術或檢驗方法名稱	性質	作者姓名	出版年(西元年)	出版單位	成果歸屬
-----------	----	------	----------	------	------

機械差動式定溫型溫度偵檢器召回事件 RECALL OF MECHANICAL RATE OF RISE AND FIXED-TEMPERATURE HEAT DETECTORS	A	李建洲	2021	核能研究所	核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究
廠外消防主管路埋管失效之相關處理經驗 OPERATING EXPERIENCE RELATED TO FAILURE OF BURIED FIRE PROTECTION MAIN YARD PIPING	A	裴廣智	2021	核能研究所	同上
組態管理事件中許可程序結果的不適當施行 INADEQUATE IMPLEMENTATION OF CLEARANCE PROCESSES RESULTS IN CONFIGURATION CONTROL ISSUES	A	胡進章	2021	核能研究所	同上
用過核燃料池於反應器永久停機期間的安全性 SPENT FUEL POOL SAFETY AT PERMANENTLY SHUTDOWN REACTORS	A	胡弘昌	2021	核能研究所	同上
美國核能管制委員會視察核能電廠動力驅動閥(POV)的設計基準能力之經驗	A	林書睿	2021	核能研究所	同上

註：性質分成 A 技術報告、B 檢驗方法；成果歸屬請填細部計畫名稱。