

111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（3 / 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111年01月01日至111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

111 年度政府科技計畫績效報告審查表

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

執行期間：自 111 年 1 月 1 日至 111 年 12 月 31
日

執行單位：綜合計畫處

執行經費：新臺幣 37,716 千元

主管機關：行政院原子能委員會

中華民國 112 年 03 月 21 日

壹、計畫實際執行與原計畫目標符合程度

(本項目在評核計畫之執行是否符合原計畫之目標及內容，並就所遭遇困難提出有效因應對策，若有差異，經說明後是否可接受。)

評等：☒優 ☐良 ☐可 ☐待改善 ☐劣

(優：90 分以上、良：89 分-80 分、可：79 分-70 分、待改善：69 分-60 分、劣：59 分以下)

- 一、本計畫於 111 年計畫執行重點為「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外，並就熱水流分析、地震、材料腐蝕與維護、風險評估等核安管制技術持續精進；另針對除役安全管制技術，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，參考國際除役核能電廠除役經驗及法規要求，建立適當之技術評估與分析能力」，所達成產出與原計畫目標與預期產出結果高度相符合。
- 二、本計畫針對核三廠除役期間燃料廠房臨時火源火災危害分析、馬尼拉隱沒帶造成之核三廠海嘯危害度、水密門性能、非破壞檢測技術及核安應用等運轉中及除役過渡階段風險，均完成分析並提出管制建議。並支援年度核安演習與廠內演習，並提出建議。另就國際事務方面完成第五版核能安全公約國家報告中文定稿、以及從加拿大、韓國與日本除役方面經驗研析；此外，原規劃工作切合國內核能電廠面臨除役之狀況，各項工作均如規劃完成，並對管制方面歸納出有用的除役拆除管制建議。
- 三、本計畫為四年期計畫之第三年度績效報告(書)，計畫執行單位為會內之核能管制處，實際執行單位除核管處外，尚包括核能研究所、清大核工所(含原子科學技術發展中心、核能電廠安全分析研究中心等)、成大土木系、海洋大學光電與材料科技系等相關學者專家；計畫旨在確保國內核子反應器設施之安全運作，包括它們除役階段之作業管制。績效報告書大致依原計畫書所寫，循五大計畫目標、九個工作項目分別呈現，因係整合前述各實際執行單位一一呈報之文字資料，總見各工作項目較前一年度有些進展，而彙整所得質與量化數據皆可符合計畫書上之承諾，因此難謂第三年度計畫之執行不符合原計畫目標及內容。
- 四、核管處需要時時確保我國電廠及研究實驗室核子反應器設施之安全運作，包括除役及其前期階段之安全作業，無人可排斥本科技發展計畫之執行，但仍可思考執行上有否改善之處。

貳、計畫經費運用之妥適度

(本計畫執行之經費與工作匹配，與原計畫之規劃是否一致，若有差異，其說明是否能予接受。)

評等：☒優 ☐良 ☐可 ☐待改善 ☐劣

(優：90 分以上、良：89 分-80 分、可：79 分-70 分、待改善：69 分-60 分、劣：59 分以下)

績效報告書第 30、31 頁顯示年度經費資本門執行率為 100%，經常門執行率為 93.23%，整體經費執行率為 94.15%，整體而言，本計畫年度經費運用情形相當好，且原計畫所預訂工作均已如期如質完成，顯示計畫管控得宜及極高績效，然計畫基本資料表將經費執行率填寫為 100%，請說明之。

參、計畫主要成就及成果(重大突破)之價值、貢獻度及滿意度

(請依計畫在學術成就、技術創新、經濟效益、社會影響及其他領域所獲得成就之價值與貢獻，包含量化指標及質化效益達成情形進行評量，若其達成情形與原列指標與預期成效有所差異，其說明是否合理並予採計。)

評等：☒優 ☐良 ☐可 ☐待改善 ☐劣

(優：90 分以上、良：89 分-80 分、可：79 分-70 分、待改善：69 分-60 分、劣：59 分以下)

【量化績效指標達成情形】

各項量化指標均有達到甚至部份有超出原訂的目標，量化指標達成的情形值得肯定；然檢視計畫書陳列「培育及延攬人才」數目由前一年度之 10 人挑戰編列為 11 人、研究報告篇數則由前一年度之 26 篇挑戰編列為 27 篇，復翻閱、計算績效報告書第 46 頁所陳列參與計畫之前述海大、清大、成大學生人數，以及第 47-50 頁所陳列之論文與報告數目，所宣稱之挑戰確實成功，但意義並非很大。

【學術成就(科技基礎研究)】

研究產出共發表 4 篇期刊論文與 6 篇研討會論文，包含核電廠除役階段之熱水流分析、材料腐蝕、核電廠海嘯及地震危害分析等領域；並刊登於(Journal of Nuclear Materials、Materials、ANNALS OF NUCLEAR ENERGY 期刊)或發表於第 13 屆核能熱水流運轉及安全研討會、111 年度防蝕工程年會暨論文發表會、第 21 屆非破壞檢測技術研討會、第 44 屆海洋工程研討會及第 16 屆結

構工程研討會；惟每年度這樣類型的計畫對科技基礎研究應有所幫助，但難見突破。

【技術創新(科技技術創新)】

- 一、本計畫針對核能電廠除役過渡階段前期，評估核二廠緊要安全功能適切性，並進行上燃料池暫存燃料衰變熱及水位下降時間計算，整合風險顯著性確立程序之半定量評估，開發定性風險分析架構及用過核子燃料風險模式。可做為執行風險管制視察之參考基礎；藉由風險顯著性確立程序之強化及更新，發揮風險評估工具之功能及提供執行風險管制決策之參考；更新風險顯著性評估工具使用者操作手冊，納入新評估程序及功能，提供視察員執行風險告知視察管制作業。
- 二、我國核電廠除役燃料無法退出爐心，為國際間前所未有的狀況，本計畫在核能電廠除役過渡階段前期的一系列分析，對於管制視察之參考，風險評估與管控，有正面的幫助，對國內科技技術持續精進應有所助益，但難見創新。

【經濟效益(經濟產業促進)】

本計畫之執行雖無法獲得直接經濟效益，但對切實監督核電廠安全有不可抹殺的貢獻，具有一定之間接經濟效益。。

【社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)】

- 一、本計畫旨在確保國內核子反應器設施之安全運作，針對核電廠除役但核燃料長期無法退出爐心的過渡時期探討可能的危害與破壞機制，對於避免災害事故的發生，防範放射性物體外洩進行研究，與社會福祉提升及環境保護安全息息相關，並有正面貢獻。
- 二、本計畫針對除役過渡階段之機組，透過實驗探討微生物生長環境及腐蝕機制，研究成果有助於管制機關對除役過渡階段微生物腐蝕機制之了解，並提升民眾對於我國核能機組除役管制作業之信心與安心。
- 三、本計畫精進風險告知視察工具量化風險評估技術之基礎，藉由系統性與科學方法，提供客觀且透明之風險量化數據，並就其風險高低，以淺顯易懂之燈號呈現，增進民眾對核電廠安全狀態之瞭解和安全管制單位的信心。

【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)】

- 一、績效報告書不少處提及國際合作研究、國際管制技術、國際除役資料、國際拆除經驗等，反映本計畫執行單位能隨時留意國際現況，其係我國講求核能安全必須的，值得肯定。
- 二、本計畫透過 CAMP 國際合作架構，取得最新版熱水流安全分析程式，可

促進國際合作與交流，並完成國際(加拿大、韓國與日本)除役作業標準、除役計畫書、拆除案例與安全評估等資訊研析，提出管制要項供我國管制機關參考，瞭解國際核能電廠除役管制做法。

三、本計畫完成美國核管會報告(NUREG-2233)之評估方法與 RG 1.191 除役期間防火計畫監管內涵研析，以及關鍵設備之火災危害分析，並與核三廠消防相關程序比對，提出建議及注意事項，供管制參考。

四、本計畫在相關核能技術方面之研究，國外法規，經驗之研析等，可收到相當之訓練。研究成果對管制策略與實務方面的建議，對於法規制度的精進也有正面效益。

肆、後續工作構想及重點之妥適度

(計畫是否落實檢討改進，並將檢討結果納入後續工作構想？屆期計畫後續是否有推廣或擴散計畫成果效益之措施等？)

評等：☐優 ☒良 ☐可 ☐待改善 ☐劣

(優：90 分以上、良：89 分-80 分、可：79 分-70 分、待改善：69 分-60 分、劣：59 分以下)

一、本計畫為 4 年計畫第 3 期，對後續工作構想及重點均有明確和重點規劃，文字雖稍嫌制式，然其妥適性得宜。

二、本計畫以每季查訪方式管考，確保執行方向符合原訂目標，並持續就管制需求之現況滾動檢討、修正，可有效落實維護核電廠安全之總目標，後續推廣為落實到核電廠除役安全管制的實際應用。

伍、綜合意見

(對整體計畫之看法，以及是否有其他可提升或創造價值之建議？)

【本計畫優點】

一、為確保我國電廠及研究實驗室核子反應器設施之安全運作，包括除役及其前期階段之安全作業，且需留意國際發展趨勢，無人可否認本科技發展計畫之重要性，亦即本計畫需要持續執行。

二、本計畫完整、詳實，符合現況需要，且產出結果豐碩，並因應國際間前所未有的核電廠除役燃料但長期無法退出爐心之狀況，研析各可能的安全危害機制，為相關的管制提供有用的參考，對於我國核電廠後續的安全保障有相當重要的意義與貢獻。

【建議事項】

- 一、計畫團隊持續進步努力不懈，且各項研究結果，落實到管制措施的訂定與執行，以保障核能安全。持續就除役過渡期陸續出現的問題，滾動檢討、修訂、強化各項研究計畫。
- 二、誠如績效報告第 36 頁所寫文字一般，如果本計畫及其後續計畫無法以比較新穎之面目與方式呈現，料想計畫仍可繼續獲得支持，但恐無法突破既有框架，且有經費逐年遞減之疑慮，建議思考一些新穎或改善作法。當然，管制講求穩健，以不變應萬變也是選項之一。

陸、總體績效評量

評等：☒優 ☐良 ☐可 ☐待改善 ☐劣

(優：90 分以上、良：89 分-80 分、可：79 分-70 分、待改善：69 分-60 分、劣：59 分以下)

計畫評估委員：陳建源、吳文方、單秋成

目 錄

【111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	1-4
壹、目標與架構	1-4
貳、經費執行情形	1-18

【111年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】

審議編號	111-2001-02-28-08				
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(3/4)				
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	☒ 一般計畫 ☐ 基礎研究 ☐ 政策計畫 ☐ 前瞻計畫				
重點政策項目	☐ 亞洲·矽谷 ☐ 智慧機械 ☐ 綠能產業 ☐ 生醫產業 ☐ 國防產業 ☐ 新農業 ☐ 循環經濟圈 ☐ 晶片設計與半導體前瞻科技 ☐ 數位經濟與服務業科技創新 ☐ 文化創意產業科技創新 ☐ 其他：				
前瞻項目	☐ 綠能建設 ☐ 數位建設 ☐ 人才培育促進就業之建設				
計畫群組及比重	生命科技 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	111年01月01日至111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	35,511		38.00	
	112	55,367		30.30	
	合計	172,213		138.60	
	111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	4,162	3,949	94.88%
		其他經常支出	28,393	26,401	92.98%
		小計	32,555	30,350	93.23%

		資本門	土地建築	0	0	%
			儀器設備	4,641	4,641	100.00%
			其他資本支出	520	520	100.00%
			小計	5,161	5,161	100.00%
			經費合計	37,716	35,511	94.15%
政策依據	1. EYGUID-01100515000000：行政院110年度施政方針：十五、嚴密監督核電廠運轉與除役作業及核廢料管理，持續推動公眾參與及資訊透明，厚實輻安管制、環境輻射偵測及災害防救能量；拓展原子能技術跨領域應用，研發能源及核後端產業關鍵技術。 2. NSTP-20210204010000：國家科學技術發展計畫(民國110年至113 年)：2-4-1. 強化科技風險評估					
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)計畫之第三年，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」，提升核能電廠運轉與除役管制技術能力，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制研發項目，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制累積之知識與經驗，並以計畫方式結合國內學術研究單位，強化核能安全管制效能。					
計畫摘要	計畫重點為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外，並就熱水流分析、地震、材料腐蝕與維護、風險評估等核安管制技術持續精進；另針對除役安全管制技術，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，參考國際除役核能電廠除役經驗及法規要求，建立適當之技術評估與分析能力，強化除役安全管制作業品質。					
計畫目標與預期關鍵成果之達成情形	計畫目標	預期關鍵成果	原設定	達成情形		
	1:增進我國核電廠熱水流安全分析程式分析技術能力	1	參與國際熱水流分析合作計畫，完成111年CAMP會議資料彙整，以了解國際核管單位之最新管制動態。	參與國際熱水流分析合作計畫，完成111年CAMP會議資料彙整，並進行核二廠除役過渡階段之冷卻水流失事故分析與低壓注水系統救援有效性評估，研究成果可供管制參考。		
	2:強化核電廠除役階段微生物防治策略	1	完成微生物菌株培養與腐蝕實驗量測、菌落數檢測，彙整實驗結果並提出管制建議。	針對厭氧菌在除役過渡階段下對敏化不銹鋼之腐蝕情形進行實驗，完成微生物菌株培養與腐蝕實驗，以及電化學量測、菌落數檢測，彙整實驗結果並提出管制建議。		
	3:提升核能電廠除役階段風險告知視察工具應用	1	完成核二廠除役風險告知視察管制工具及各狀態用過核子燃料受損風險模式。	完成核二廠除役過渡階段前期之定性風險分析架構及用過核子燃料風險模式，研究成果可提供管制參考。		
	4:精進核電廠除役過	1	針對核電廠除役過渡階段用過燃料池完整性相關	完成用過燃料池維護管理及完整性研析，以及提出廠房吊車管制要項，研究成果可提供管制參考		

	渡階段 用過燃 料池完 整性研 析		資料進行檢視 ，並提出管制關 鍵要項。	。
	5:開發 核能電 廠除役 階段知 識管理 系統	1	完成核設施除役管 拆除除役知識管 理系統資料整合 匯入及功能擴充 。	精進除役知識管理系統資料整合 功能，研析視察流程文件紀錄數 位化方法，有助於除役資料數位 化應用。
計畫效益與 重大突破	一、針對核三廠除役期間燃料廠房臨時火源進行火災危害分析，並提出RG 1.191火災防護計畫安全管制要項建議。 二、針對美國地震型機率式海嘯危害度分析程序，完成機率式海嘯之海嘯源逆推方法建置，以及就馬尼拉隱沒帶造成之核三廠「近岸廠區」機率式海嘯危害度波高，完成分析程序；另針對水密門易損性曲線組成進行分析，以及研析日本的水密門實驗和模擬分析成果，並提出管制建議。 三、完成垂直向與水平向中值和標準差重要影響因子之探討，以及包絡函數分析，作為管制參考。 四、協助完成第五版核能安全公約國家報告之中文定稿版。 五、支援年度核安演習與廠內演習評估，協助進行事故趨勢研判、處置措施分析，並提出事故評估建議。 六、完成非破壞檢測技術及應用之核安資訊報告撰寫，提供非破壞檢測之管制建議。 七、針對加拿大Pickering核電廠初期除役計畫書、拆除作業管制與安全評估資料，日本原子力研究所之動力實驗爐(JPDR)拆除經驗及技術，以及韓國研究用反應器(KRR)之生物屏蔽結構拆除作業進行研析，提出除役管制要項供我國管制機關參考。			
遭遇困難與 因應對策	計畫執行符合原訂目標，無遭遇困難。			
後續精進措施	無。			
計畫連絡人	姓名	何恭旻	職稱	簡任技正兼科長
	服務機關	行政院原子能委員會		
	電話	02-22322118	電子郵件	gmho@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。

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	一、核電廠熱水流安全分析程式應用與驗證： 1. 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。 2. 協助管制機關進行第四版核能安全公約國家報告(Convention on Nuclear Safety, CNS report)相關工作，增進國際交流。 二、核電廠後福島管制審查技術精進研究： 1. 進行機率式海嘯危害度分析方法情境可用性研究，強化核電廠因應海嘯事件之分析能力。 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： 1. 執行地動特性(Ground Motion Characterization, GMC)邏輯樹與權重合理性之檢視，提升核電廠耐震分析能力。 四、風險告知視察工具應用於運轉及除役作業管制研究： 1. 建立核一廠各狀態用過核子燃料風險告知管制架構，強化風險告知視察管制能力。 五、核電廠運轉及除役期間事故分析及緩和策略研究： 1. 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。	一、核電廠熱水流安全分析程式應用與驗證： 1. 完成國際間相關案例彙整，並就國內機組參數進行微生物影響、機制與可能參數探討，作為後續實驗參數設定依據，並提供管制參考。 2. 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。 二、核電廠後福島管制審查技術精進研究： 1. 針對隱沒帶於機率式海嘯危害度分析方法情境進行可用性探討，完成地震危害分析資深委員會等級3 (Senior Seismic Hazard Analysis, Committee Level 3, SSHAC L3) 機率式地震危害度分析，提出管制建議。 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： 1. 完成地殼震源GMC邏輯樹與權重合理性之檢視，以及重要影響因子之探討，提出關鍵要項供管制參考。 四、風險告知視察工具應用於運轉及除役作業管制研究： 1. 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。 五、核電廠運轉及除役期間事故分

年度	分年目標	達成情形
	六、除役期間核電廠重要設備維護管理安全管理技術研究： 1. 研析國際除役期間核電廠重要設備維護管理安全管理技術，檢討對國內核子反應器除役法規的適用性。 七、核電廠運轉及除役期間非破壞檢測評估研究： 1. 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 八、核電廠運轉及除役階段材料維護與防治策略研析： 1. 進行核電廠碳鋼管路靜滯水腐蝕研究，提出管制建議。 九、核電廠除役視察管制實務研究： 1. 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。	析及緩和策略研究： 1. 核電廠執行緊急計畫演習或核安演習時，提出管制機關進行事故評估工作之管制參考。 六、除役期間核電廠重要設備維護管理安全管理技術研究： 1. 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。 七、核電廠運轉及除役期間非破壞檢測評估研究： 1. 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。 八、核電廠運轉及除役階段材料維護與防治策略研析： 1. 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。 九、核電廠除役視察管制實務研究： 1. 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。

年度	分年目標	達成情形
110年度	一、核電廠熱水流安全分析程式應用與驗證： 1. 進行關鍵參數之微生物與腐蝕特性實驗。 2. 撰寫及更新第五版核能安全公約國家報告。 二、核電廠後福島管制審查技術精進研究： 1. 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。 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： 1. 進行隱沒帶震源GMC邏輯樹與權重合理性之檢視。 四、風險告知視察工具應用於運轉及除役作業管制研究： 1. 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。 五、核電廠運轉及除役期間事故分析及緩和策略研究： 1. 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。 六、除役期間核電廠重要設備維護管理安全管制技術研究： 1. 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。 七、核電廠運轉及除役期間非破壞檢測評估研究： 1. 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。 八、核電廠運轉及除役階段材料維護與防治策略研析： 1. 核電廠除役期間管路腐蝕抑制技術開發 九、核電廠除役視察管制實務研究： 1. 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。	一、核電廠熱水流安全分析程式應用與驗證： 1. 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。 2. 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。 二、核電廠後福島管制審查技術精進研究： 1. 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。 2. 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。 3. 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。 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： 1. 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。 2. 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。 四、風險告知視察工具應用於運轉及除役作業管制研究： 1. 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。

年度	分年目標	達成情形
		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。 五、核電廠運轉及除役期間事故分析及緩和策略研究： 1. 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。 六、除役期間核電廠重要設備維護管理安全管制技術研究： 1. 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。 七、核電廠運轉及除役期間非破壞檢測評估研究： 1. 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。 2. 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。 八、核電廠運轉及除役階段材料維護與防治策略研析： 1. 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。 九、核電廠除役視察管制實務研究： 1. 研析國際核設施拆除管制架構、法規與相關技術指引，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。 2. 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。

年度	分年目標	達成情形
111年度	一、核電廠熱水流安全分析程式應用與驗證： 1. 進行關鍵參數之微生物與腐蝕特性實驗。 2. 撰寫及更新第五版核能安全公約國家報告。 二、核電廠後福島管制審查技術精進研究： 1. 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。 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： 1. 進行隱沒帶震源GMC邏輯樹與權重合理性之檢視。 四、風險告知視察工具應用於運轉及除役作業管制研究： 1. 開發核二廠除役作業管制用過核子燃料風險模式。 五、核電廠運轉及除役期間事故分析及緩和策略研究： 1. 進行111年度緊急計畫演習或核安演習之相關評估分析。 六、除役期間核電廠重要設備維護管理安全管制技術研究： 1. 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。 2. 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。 七、核電廠運轉及除役期間非破壞檢測評估研究： 1. 彙整研析國外核安相關資訊，完成至少5篇核安資訊報告。 2. 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。 八、核電廠運轉及除役階段材料維護與防治策略研析： 1. 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。 九、核電廠除役視察管制實務研究： 1. 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	一、核電廠熱水流安全分析程式應用與驗證： 1. 針對機組除役過渡階段，透過微生物對敏化不銹鋼之腐蝕實驗，評估微生物適合生長環境及機制，並提出防治關鍵要項，提供微生物管制參考。 2. 協助完成第五版核能安全公約國家報告之中文定稿版。 3. 透過CAMP國際合作架構，取得最新版熱水流安全分析程式，並針對核二廠除役過渡階段發生LOCA事故之情境與低壓注水系統(LPCI)救援措施，進行有效性評估，彙整關鍵參數提供管制參考。 二、核電廠後福島管制審查技術精進研究： 1. 針對美國地震型機率式海嘯危害度分析程序，建置機率式海嘯之海嘯源逆推方法，藉以模擬馬尼拉隱沒帶造成之核三廠「近岸廠區」機率式海嘯危害度波高，提出分析程序及需注意事項，提供管制參考。 2. 完成核三廠除役期間重要防火區臨時火源之火災危害評估與火災防護計畫安全管制要項檢視分析，並提出管制關鍵項目。 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： 1. 完成隱沒帶震源GMC邏輯樹與權重合理性之檢視，探討垂直向與水平向中值和標準差之重要影響因子，並完成包絡函數分析，作為管制參考。 2. 完成不同輸入地動強度與場址土層非線性行為之探討，以及垂直向地盤反應與地震事件井下量測之評估。 四、風險告知視察工具應用於運轉及除役作業管制研究： 1. 完成核二廠除役過渡階段前期之定性風險分析架構及用過核子燃料風險模式，研究成果可作為風險管制視察之參考基礎。 2. 完成運轉中及除役過渡階段前期核能電廠大修風險顯著性確立程序之半定量評估，可應用於我國風險顯著性確立程序評估工具。 3. 完成運轉中及除役過渡階段前期核能電廠風險顯著性評估工具之使用者操作手冊更新，提供視察人員使用。

年度	分年目標	達成情形
	論。	五、核電廠運轉及除役期間事故分析及緩和策略研究： 1. 支援111年度核三廠核安演習，演習期間協助事故評估組進行事故趨勢研判、處置措施分析，並提出事故評估建議。 六、除役期間核電廠重要設備維護管理安全管制技術研究： 1. 針對國際核電廠電氣設備管制指引，如NUREG-1801 Rev. 2以及NUREG-2191、GALL-SLR等進行比對，其中在NUREG-2191新增XI.E7高壓礙子維護管理方案建議部分，完成與核二廠高壓礙子維護管理方案程序書比對，並提出管制建議。 2. 蒐集國際最新核安資訊，完成用過燃料池維護管理及完整性研析、廠房吊車管制要項相關之研究報告，以及用過燃料池冷卻淨化系統劣化因子研析報告，研究成果可提供管制參考。 3. 研析國際間運用現象識別與評比方法(PIRT)研究資料，針對SFP冷卻水快速流失以及因池水蒸發緩慢導致用過燃料曝露意外事件，就熱水力、熱傳與燃料升溫等現象進行分類及評比，更新除役管制資訊平台應用資料庫，並提出除役期間各階段(包括用過燃料池)管制關鍵要項，提供管制機關參考。 七、核電廠運轉及除役期間非破壞檢測評估研究： 1. 彙整研析國外核安相關資訊5篇，包括「經濟合作與發展組織成員國風險告知營運期間檢查與非破壞檢測能力驗證報告」、「發揮人工智慧效能於非破壞評估技術報告」、「使用機器學習之非破壞檢測系統資格認證報告」、「非破壞檢測人員資格再認證或需保持其熟練度報告」以及「Duane Arnold 能源中心遭2020年8月10日Derecho事件之相關營運處理經驗技術指引」等5篇核安資訊報告，提出國際間核電廠管制及非破壞檢測應用經驗，提供管制參考。 2. 研析國際間渦電流檢測自動訊號判讀技術實務運用資料，完成「人工智慧全自動辨識渦電流訊號系統之開發」報告。並進行渦電流檢測自動訊號判讀程式撰寫，完成程式驗證實機測試及渦電流儀器操作手冊，提供非破壞檢測人員訓練及操作參考。

年度	分年目標	達成情形
		八、核電廠運轉及除役階段材料維護與防治策略研析： 1. 針對核電廠常見碳鋼材料進行材料間隙腐蝕實驗，完成含人工間隙之A106碳鋼管銲件及模擬除役過渡階段靜置水環境之間隙腐蝕試驗，實驗結果顯示碳鋼管銲件對間隙腐蝕具有抵抗能力，研究成果可提供除役過渡階段組件材料管制技術之參考。 2. 探討塑性變形對304L不銹鋼於溶氧環境下應力腐蝕裂縫成長行為的影響，完成塑性變形對於材料晶粒之影響，以及應力腐蝕裂紋與成長速率分析，研究成果可提供管制參考。 九、核電廠除役視察管制實務研究： 1. 針對加拿大Pickering核電廠初期除役計畫書、拆除作業管制與安全評估資料，日本原子力研究所之動力實驗爐(JPDR)拆除經驗及技術，以及韓國研究用反應器(KRR)之生物屏蔽結構拆除作業進行研析，提出除役管制要項供我國管制機關參考。

年度	分年目標	達成情形
112年度	一、核電廠熱水流安全分析程式應用與驗證 1. 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。 2. 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。 二、核電廠後福島管制審查技術精進研究 1. 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。 2. 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。 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 1. 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。 2. 進行時間域地盤反應分析研究。 四、風險告知視察工具應用於運轉及除役作業管制之研究 1. 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。 2. 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。 五、核電廠運轉及除役期間事故分析及緩和策略研究 1. 進行111年度緊急計畫演習或核安演習之相關評估分析 2. 彙整前三年研究成果，提供核電廠除役管制建議。 六、除役期間核電廠重要設備維護管理安全管制技術研究 1. 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。 2. 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。	-

年度	分年目標	達成情形
	七、核電廠運轉及除役期間非破壞檢測評估研究 1. 進行國際核安及非破壞檢測技術資料研究，提供管制參考。 八、核電廠運轉及除役階段材料維護與防治策略研析 1. 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。 2. 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。 九、核電廠除役視察管制實務研究 1. 研析國際核電廠拆除管制經驗及標準文件，提供管制參考。 2. 核設施除役拆除視察資訊標準化研究。	

說明：

研究結果均符合預期目標。

二、架構

細部計畫		主持人	執行機關	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計畫(3/4)	37716/(35511)	張欣	行政院原子能委員會核能管制處	計畫重點為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外，並就熱水流分析、地震、材料腐蝕與維護、風險評估等核安管制技術持續精進；另針對除役安全管制技術，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，參考國際除役核能電廠除役經驗及法規要求，建立適當之技術評估與分析能力，強化除役安全管制作業品質。	1. 針對核二廠除役開蓋階段，就喪失冷卻水事故進行安全性及參數靈敏度分析，並提出補水及緩和策略建議，提供管制參考。 2. 完成用過核子燃料不同停機天數下之事故情境及事故時序分析，以及輻射熱傳模式之溫升特性影響程度評估，研究成果可作為管制參考。 3. 進行微生物腐蝕實驗，發現敏化304不銹鋼雖因鉻乏區存在，使得氧化層易遭硫化物的破壞，然對於微生物腐蝕仍具有一定程度之抵抗能力。綜整過去年度研究成果，除役過渡階段水溫趨勢漸減，輻射劑量仍有抑菌效果；且機組皆有合適程序書管理水質，除役過渡階段之水溫、養份與輻射場環境皆不利於厭氧菌活動，且代謝活動逐步趨於緩慢而暫時停止活動，故於除役過渡階段環境下微生物腐蝕活動應趨緩，研究成果可提供管制參考。

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(3/4)	計畫性質	G. 環境永續與社會發展
主持人	張欣	執行機關	行政院原子能委員會核能管制處
計畫規劃內容			
計畫目標	計畫重點為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外，並就熱水流分析、地震、材料腐蝕與維護、風險評估等核安管制技術持續精進；另針對除役安全管制技術，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，參考國際除役核能電廠除役經驗及法規要求，建立適當之技術評估與分析能力，強化除役安全管制作業品質。		
重點描述	計畫目標為配合行政院施政方針「嚴格執行核電廠除役及核電廠安全管制作業」，進行核安與除役管制技術研究，計畫第三年預計執行9項工作項目，如下： 1. 核電廠熱水流安全分析程式應用與驗證。 2. 核電廠後福島管制審查技術精進研究 3. 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 4. 風險告知視察工具應用於運轉及除役作業管制之研究 5. 核電廠運轉及除役期間事故分析及緩和策略研究 6. 除役期間核電廠重要設備維護管理安全管制技術研究 7. 核電廠運轉及除役期間非破壞檢測評估研究 8. 核電廠運轉及除役階段材料維護與防治策略研析 9. 核電廠除役視察管制實務研究		
預期成果	完成核二廠除役風險告知視察管制工具及各狀態用過核子燃料受損風險模式。		
計畫投入（Inputs）			
預算數（千元）／決算數（千元）／執行率	37716／35511／94.15%	總人力（人年）實際	38.0
其他資源投入			
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

除役期間核電廠重要設備維護管理安全管制技術研究	1. 針對用過燃料池淨化系統，配合電廠現況，完成主動件運轉數據監測之軟硬體設備建置，研究成果可提供管制參考。 2. 針對美國核管會報告(NUREG-2191)，就維護管理方案(XI. E7高壓礙子)與國內核電廠使用現況進行比對，研究成果可提供除役期間設備維護管理之管制參考。	行政院原子能委員會核能管制處
核電廠運轉及除役期間非破壞檢測評估研究	1. 完成AI全自動辨識渦電流系統實機測試，有助於提升檢測師判讀渦電流瑕疵訊號之準確度，另全自動判讀功能可簡化所需人力與時間，提升整體檢測作業的效率，以及作為核電廠非破壞檢測之管制參考。 2. 協助管制機關執行核三廠大修視察作業非破壞檢測作業，包括蒸汽產生器熱交換管渦電流檢測作業、反應器爐槽爐心組件目視檢查(IVVI)作業等視察項目，有助於核電廠視察管制作業之參考。	行政院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. 完成含人工間隙之A106碳鋼管鉚件，於模擬除役過渡階段靜置水環境之間隙腐蝕試驗，實驗結果顯示碳鋼管鉚件對間隙腐蝕具有抵抗能力，研究成果可提供除役過渡階段組件之管制參考。 2. 完成不同塑性變形304L不銹鋼應力腐蝕試驗樣品表面破壞形貌觀察及剖面電子背向散射繞射分析，發現塑性變形導致材料晶粒拉長，應力腐蝕裂紋易沿晶界形成，因裂紋擴展所需驅動力降低，故使材料的應力腐蝕裂縫成長速率提升，相關研究成果可提供管制參考。	行政院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. 針對日本原子力研究所的JPDR(Japan Power Demonstration Reactor)，完成JPDR高活度設備拆解之實際案例研析，提出日本除役實務經驗與管制要項，提供管制參考。 2. 完成加拿大標準協會(CSA)含核物料除役作業標準研析作業，比對Pickering核電廠與我國之除役相關資訊，提出除役實務經驗，提供管制參考。	行政院原子能委員會核能管制處
核電廠熱水流安全分析程式應用與驗證	1. 針對核二廠除役開蓋階段，就喪失冷卻水事故進行安全性及參數靈敏度分析，並提出補水及緩和策略建議，提供管制參考。 2. 完成用過核子燃料不同停機天數下之事故情境及事故時序分析，以及輻射熱傳模式之溫升特性影響程度評估，研究成果可作為管制參考。 3. 進行微生物腐蝕實驗，發現敏化304不銹鋼雖因鉻乏區存在，使得氧化層易遭硫化物的破壞，然對於微生物腐蝕仍具有一定程度之抵抗能力。綜整過去年度研究成果，除役過渡階段水溫趨勢漸減，輻射劑量仍有抑菌效果；且機組皆有合適程序書管理水質，除役過渡階段之水溫、養份與輻射場環境皆不利於厭氧菌活動，且代謝活動逐步趨於緩慢而暫時停止活動，故於除役過渡階段環境下微生物腐蝕活動應趨緩，研究成果可提供管制參考。	行政院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	1. 完成美國核管會報告(NUREG-2233)之評估方法研析，以及RG 1.191除役期間防火計畫監管內涵研析，並與核三廠消防相關程序比對後提出建議或注意事項，提供管制參考 2. 完成核能電廠除役期間臨時火源之火災危害分析與安全管制要項研究報告，並提出管制建議，研究成果可供管制參考。 3. 完成機率式地震型海嘯源逆推方法之建置及測試，並研擬逆推門檻條件。另完成水密門水理試驗數據研析，並推導易損性相關參數，研究成果可作為管制參考。 4. 完成包含認知不確定性分析之機率式海底山崩型海嘯的執行架構及分析流程之建立，研究成果可提供核電廠海嘯事件評估及緩和策略之管制參考。	行政院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	1. 針對地震垂直與水平加速度比值(V/H Ratio)，提出重要影響因子之V/H Ratio中值和對數標準差之包絡線經驗公式，並以寬頻大震度人造地震探討水平方向土壤之非線性反應，並與其他場址之地震事件進行交互驗證，研究成果可提供核電廠地震事件評估及緩和策略之管制參考。 2. 完成以不同土壤性質差異，分別輸入各種地震地表反摺積，進行壓水式核電廠圍阻體結構土壤結構互制效應之分析，研究成果可提供核電廠地震事件評估及緩和策略之管制參考。	行政院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	1. 參考核二廠除役過渡階段前期之系統組態特性及技術規範，完成適用於除役過渡階段之用過核子燃料定性風險分析架構初步建立，提供核電廠除役過渡階段燃料風險評估之管制參考。 2. 針對一機組進入除役期間而一機組尚在運轉，蒐集美國電廠運轉經驗，掌握管制作法並提出要項，提供管制參考。 3. 針對核能電廠除役階段前期風險顯著性確立程序評估工具，就評估程序及功能持續進行強化與維護及更新，完成核能電廠視察風險顯著性評估工具之使用者操作手冊，納入新完成之評估程序及功能。有助於視察人員進行風險評估之參考。	行政院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	根據美國核管會報告(NUREG/CR-7110 Vol.2)，完成我國核三廠MELCOR模式建立，包括一、二次側、圍阻體之相關參數設置，並模擬電廠全黑案例取得初步分析結果，提供管制參考。	行政院原子能委員會核能管制處
本年度效益、影響、重大突破		

1. 針對核二廠除役開蓋階段，就喪失冷卻水事故進行安全性及參數靈敏度分析，並提出補水及緩和策略建議，提供管制參考。
2. 完成用過核子燃料不同停機天數下之事故情境及事故時序分析，以及輻射熱傳模式之溫升特性影響程度評估，研究成果可作為管制參考。
3. 進行微生物腐蝕實驗，發現敏化304不銹鋼雖因鉻乏區存在，使得氧化層易遭硫化物的破壞，然對於微生物腐蝕仍具有一定程度之抵抗能力。綜整過去年度研究成果，除役過渡階段水溫趨勢漸減，輻射劑量仍有抑菌效果；且機組皆有合適程序書管理水質，除役過渡階段之水溫、養份與輻射場環境皆不利於厭氧菌活動，且代謝活動逐步趨於緩慢而暫時停止活動，故於除役過渡階段環境下微生物腐蝕活動應趨緩，研究成果可提供管制參考。

遭遇困難與因應對策

計畫執行符合原訂目標，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111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. 預算數：原則填寫法定預算數，如立法院尚未通過總預算，則填寫預算案數。
5. 執行率：係指決算數佔預算數之比例。

單位：千元；%

	109年度	110年度	111年度					112年度 預算數
			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	30495	32555	30350	0	30350	93.23%	51972
(1)人事費	0	0	0	0	0	0	%	0
(2)材料費	4994	4269	4162	3949	0	3949	94.88%	6716
(3)其他經常支出	30674	26226	28393	26401	0	26401	92.98%	45256
二、資本門小計	9510	5662	5161	5161	0	5161	100.00%	3395
(1)土地建築	0	0	0	0	0	0	%	0
(2)儀器設備	9510	5662	4641	4641	0	4641	100.00%	3315
(3)其他資本支出	0	0	520	520	0	520	100.00%	80
總計	45178	36157	37716	35511	0	35511	94.15%	55367

		109年度 決算數	110年度 決算數	111年度 決算數（執行率）	112年度 預算數
科技計畫總計	總計	45178	36157	35511（94.15%）	55367
核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究計畫 (3/4)	小計	45178	36157	35511（94.15%）	55367
	經常支出	35668	30495	30350（93.23%）	51972
	資本支出	9510	5662	5161（100.00%）	3395

二 經費支用說明

經費支用情形大致符合原訂規劃。

三 經費實際支用與原規劃差異說明

無。

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

(請說明計畫執行至今所達成之主要成果之價值與貢獻，亦即多年期綱要計畫，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、學術成就(科技基礎研究)

研究產出核電廠除役階段之熱水流分析、材料腐蝕、核電廠海嘯及地震危害分析等領域期刊及研討會論文共 10 篇如下。

- 呂文豐，“Effects of thermal aging on the stress corrosion cracking behavior of cast stainless steel with different δ -ferrite levels in high temperature water environment”，Journal of Nuclear Materials，2022。
- 蔡坤釗，“The corrosion susceptibility of 304L stainless steel exposed to crevice environments”，Materials，2022。
- 雍敦元，“Oxidation behavior characterization of zircaloy-4 cladding with different hydrogen concentrations at 500–800°C in an ambient atmosphere”，Materials，2022。
- 陳家貫，“Modeling of Gaseous Contaminants and Particulate Matters Transport in a Ventilated Machine Workshop of Nuclear Power Plant”，第 13 屆核能熱水流運轉及安全研討會。
- 周森翔，“微生物腐蝕對於除役過渡階段核電廠冷卻系統組件影響”，111 年度防蝕工程年會暨論文發表會。
- Bo-Bin, Xiao，“The thermal analysis of pre-defueled operation for decommissioning of a BWR4 reactor”，ANNALS OF NUCLEAR ENERGY，2022。
- 張佐民，“AI 全自動辨識渦電流訊號系統之開發”，第 21 屆非破壞檢測技術研討會。
- 林書睿，“Applying the Phenomena Identification and Ranking Table (PIRT) for Maintenance strategy of the Decommissioning Nuclear Power Plant during Transition Period”，第 13 屆核能熱水流運轉及安全研討會。
- 陳彥龍，“地震型機率式海嘯於近岸危害度之研究”，第 44 屆海岸工程研討會。

- 朱世禹，“核電廠圍阻體結構健康診斷研究”，第 16 屆海岸工程研討會。

二、技術創新(科技技術創新)

針對核二廠除役過渡階段前期，評估核二廠緊要安全功能適切性，並進行上燃料池暫存燃料衰變熱及水位下降時間計算，整合大修風險顯著性確立程序之半定量評估，開發定性風險分析架構及用過核子燃料風險模式。技術成果與貢獻：(i)做為執行安全管制視察之技術基礎；(ii)藉由風險顯著性確立程序之強化及更新，發揮風險評估工具之功能，提供執行風險管制決策之參考；(iii)更新風險顯著性評估工具使用者操作手冊，納入新完成之評估程序及功能，提供視察員執行風險告知視察管制作業。

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」，以精進核能電廠運轉與除役安全管制技術為目標，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)

1. 針對除役過渡階段之機組，透過實驗探討微生物生長環境及腐蝕機制，研究成果有助於管制機關對除役過渡階段微生物腐蝕機制之了解，並提升我國核能機組除役管制技術能量。
2. 精進風險告知視察工具，藉由系統性與科學方法，提供客觀且透明之風險量化數據，並就其風險高低，以淺顯易懂之燈號呈現，可增進民眾對核電廠安全狀態之了解。

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)

完成美國核管會報告(NUREG-2233)之評估方法與 RG 1.191 除役期間防火計畫監管內涵研析，以及關鍵設備之火災危害分析，並與核三廠消防相關程序比對，提出建議及注意事項，供管制參考。

貳、檢討與展望

1. 經檢視計畫執行進度均符合原訂目標，可增進核電廠運轉及除役安全管制所需技術能力，並培養相關技術人才。
2. 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。若執行方向或內容有需依計畫目標調整者，即要求計畫執行人員修正，以符合原訂計畫執行目的。

參、其他補充資料

一、 跨部會協調或與相關計畫之配合

無跨部會協調或相關計畫之配合。

二、 大型科學儀器使用效益說明

無。

三、 其他補充說明(分段上傳)

1. 「核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究」111 年計畫成果說明。

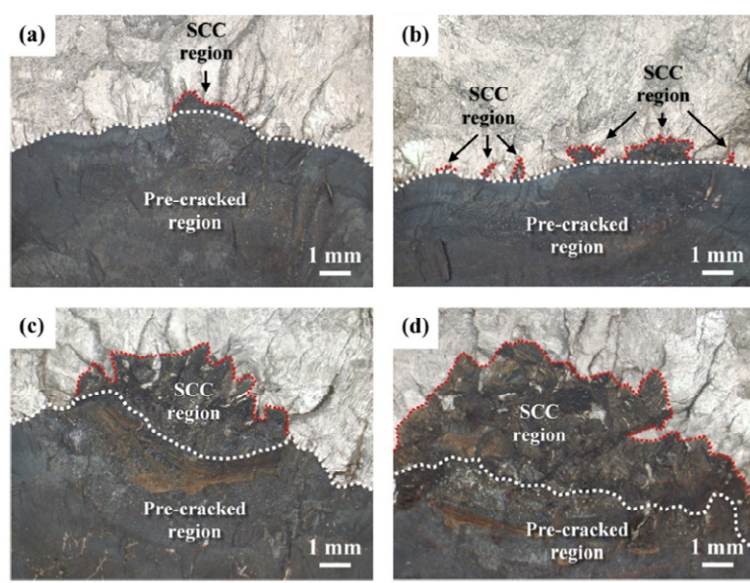
「核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究」

111 年計畫成果說明

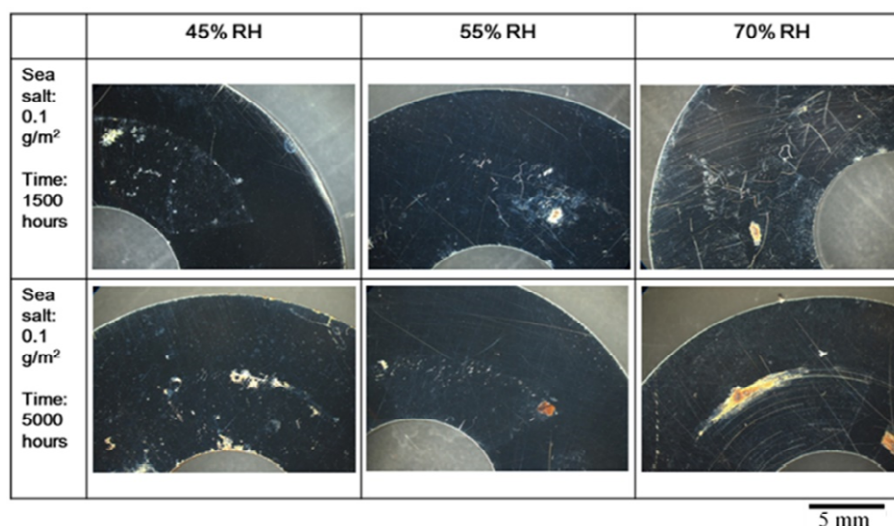
(一)核電廠運轉及除役階段材料維護與防治策略研析

針對核電廠常見不銹鋼材料，以 δ -肥粒鐵含量及熱時效參數作為實驗變因，探討 CF8A 鑄造不銹鋼在模擬沸水式反應器高溫水化學環境中應力腐蝕裂縫成長行為之影響，結果顯示高 δ -肥粒鐵含量及熱時效均會提升 CF8A 鑄造不銹鋼的應力腐蝕龜裂敏感性。研究結果如圖一所示；此外，針對 304L 不銹鋼在富鹽環境下的間隙腐蝕行為進行實驗，結果顯示，304L 不銹鋼之腐蝕面積會隨環境中相對濕度的增加而增加，如圖二所示。

研究主要參考國際文獻以及核電廠實際環境參數，探討核電廠常見系統組件材料受到應力腐蝕影響程度，並提出實際執行材料評估時，應考量參數、影響程度等資訊，可供管制機關參考。



圖一 CF8A 鑄造不銹鋼經應力腐蝕試驗後破斷表面形貌：(a)低肥粒鐵含量/未加入熱時效條件；(b)低肥粒鐵含量/加入熱時效條件；(c)高肥粒鐵含量/未加入熱時效條件；(d)高肥粒鐵含量/加入熱時效條件



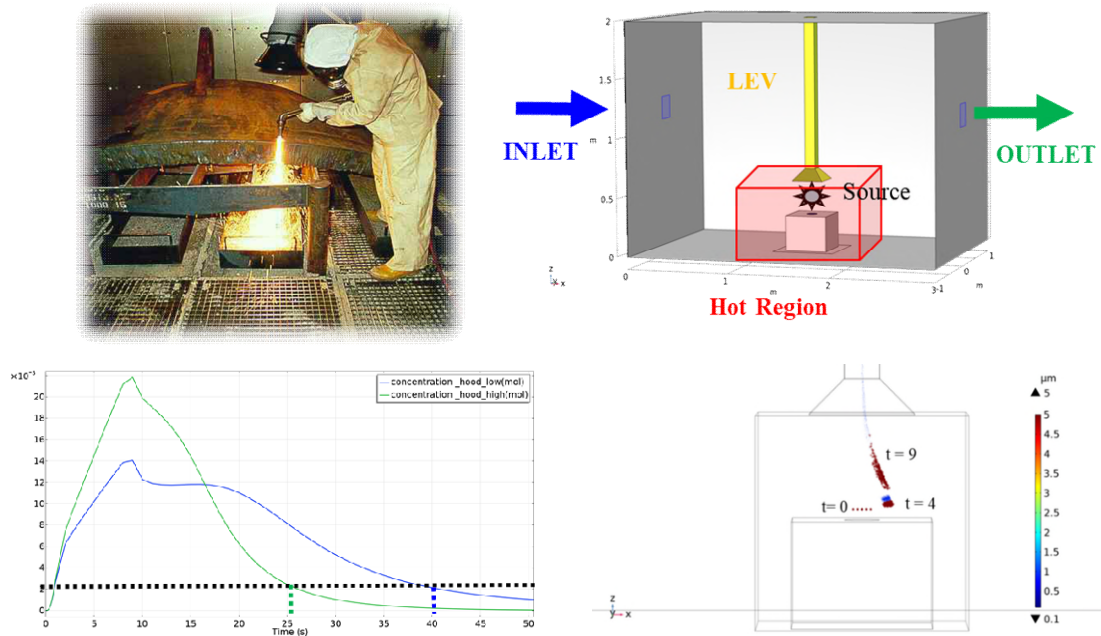
圖二 304L 不銹鋼在 0.1g/m² 鹽量及不同相對溼度的條件下，經 1500 小時及 5000 小時間隙腐蝕後的表面形貌

(二) 核電廠除役視察管制實務研究

參考韓國研究用反應器(KRR)生物屏蔽結構評估資料，針對核電廠進行除役拆除作業，就拆除作業產生之氣態及粒狀危害物質在核電廠通風流場內之傳輸行為進行探討，透過物種稀釋法(Diluted Species)及拉格朗日法(Lagrangian)進行模擬，並以局部排氣罩(Local Exhaust Ventilation, LEV)的輔助來進行驗證。比較兩種方法，物種稀釋法及拉格朗日法皆可用於氣態污染物和細懸浮微粒($<1\mu\text{m}$)的傳輸模擬；而拉格朗日法則可針對大粒徑粉塵($\sim 5\mu\text{m}$)模擬出其傳輸過程的沉降現象，如表一及圖三所示。研究成果可以更準確地預測污染物在空間內的分佈情形，可供管制機關制定污染控制措施之參考。

表一 核電廠機械加工間可能污染物性質比較表

Particle Type	Diameter [μm]	substance	Density [kg/m^3]
Gaseous Contaminants	0.1	Nitric oxide (NO)	1.34
Suspended Atmospheric Dust	0.3	Stainless Steel	7900
	0.5		7900
	1		7900
Settling Dust	5	Stainless Steel	7900



圖三 上左:機械加工間內的金屬切割作業。

上右:通風流場模擬環境示意圖。

下左:熱區內降低污染物至背景值所需時間比較。藍線為遠距氣罩(40秒);綠線為近距氣罩(25秒)。

下右:不同粒徑微粒,在 t=0 秒、4 秒、9 秒之空間位置疊加圖。

(三)核電廠熱水流安全分析研究

1. 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

針對核電廠除役環境,藉由腐蝕實驗,就不同材料於好氧與厭氧菌之環境下是否易與微生物作用進行探討,並透過電子顯微鏡、電化學分析等多元度量設備,釐清不同環境下微生物腐蝕機制與影響,發現敏化 304 不銹鋼雖因鉻乏區存在,使得氧化層易遭硫化物的破壞,然對於微生物腐蝕仍具有一定程度之抵抗能力。

核電廠進入除役過渡階段,水溫趨勢降低,且輻射劑量仍具有抑菌效果,同時機組皆有合適程序書管理水質,綜觀除役過渡階段之水溫、水質與輻射場環境皆不利於厭氧菌活動,厭氧菌之代謝活動逐步趨於緩慢而暫時停止活動。整體來說,除役過渡階段環境下微生物腐蝕活動應趨緩,研究成果可供管制機關研訂微生物防制策略之參考。

2. CAMP 合作計劃下核電廠除役過渡階段系統安全分析與評估

藉由 CAMP 國際合作計畫，取得最新熱水流分析程式版本，並與美方技術經驗交流，強化我國熱水流安全評估技術能力，並以熱水流分析程式模擬核二廠除役開蓋階段遭遇喪失冷卻水事故(LOCA)之安全性及參數靈敏度分析，以得到潛在風險、關鍵時序、系統參數等結果，供管制參考。

(四)核電廠運轉及除役期間非破壞檢測評估研究

運用先期建置的渦電流瑕疵/非瑕疵訊號之人工智慧(AI)數據資料庫，發展渦電流檢測自動訊號判讀程式，並進行程式驗證與研擬實機測試，透過 AI 系統批次辨識渦電流號之瑕疵/非瑕疵訊號，用以降低訊號判讀時間，有助於提升管制技術能力。

(五)核電廠運轉及除役期間事故分析及緩和策略研究

支援核電廠執行緊急計畫演習或核安演習，協助管制機關進行事故評估工作，另針對國際間小型反應器之發展進行研析，以掌握國際安全管制發展趨勢。

(六)除役期間核電廠重要設備維護管理安全管制技術研究

蒐集國際文獻，針對經濟合作暨發展組織核能署(OECD/NEA)下之核設施安全委員會研究報告，就“用過燃料池冷卻水喪失及其意外(Spent Fuel Pools under Loss-of-Cooling and Loss-of-Coolant Accident Conditions)”部分，運用現象識別與評比方法(PIRT)進行識別，針對兩種事件進行討論，包括 SFP 冷卻水快速流失意外 (Worst Case)以及因池水蒸發緩慢導致用過燃料曝露意外(Typical Heat Load)，並就熱水力、熱傳與燃料升溫、用過燃料與格架劣化機制、裂變產物釋放、產生氫氣、再臨界、緩解措施、影響 SFP 冷卻恢復正常等現象分類及評比，提供管制參考。

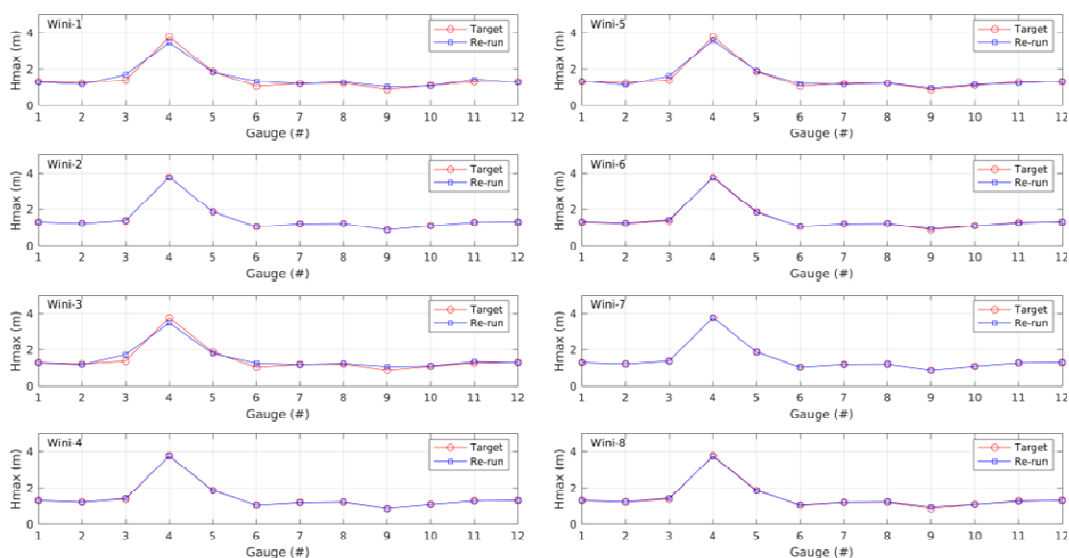
(七)核電廠結構設備受潛在天然災害之安全影響及因應管制技術研究

1. 參考美國作法，進行機率式海嘯源逆推方法之建置，研究進一步將所需之門檻條件明確化(Condition-1: 所有測站的最大海嘯波高的相對誤差絕對值之平均值 $\leq 20\%$ ；Condition-2: 每個測站之最

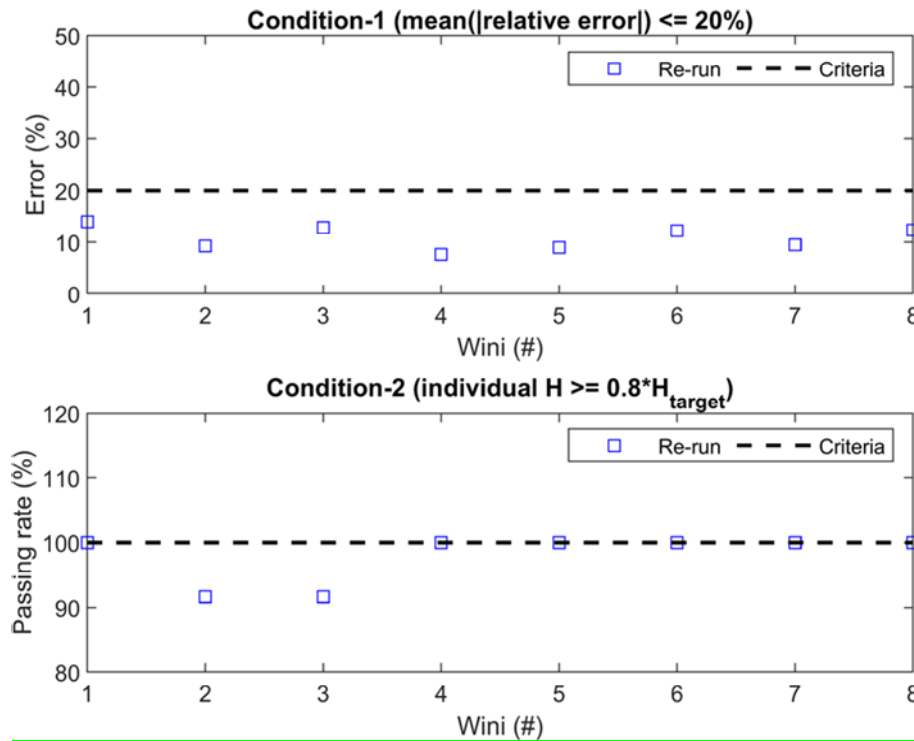
大波高皆須 $\geq 80\%$ 的最大海嘯波高值)，並成功逆推海嘯源。研究採用屏東周圍海域 50 m 水深的 12 個數值觀測站進行逆推分析，其位置如下圖四所示。研究以 8 個不同的海嘯源初始權重猜測值進行，逆推成果如下圖五所示。下圖六顯示通過逆推門檻條件的結果共有 6 組，惟結果非唯一解，將進一步研析機率式海嘯源分析方法，研究成果將提供管制參考。



圖四 十二個位於屏東周圍海域 50 m 水深之數值觀測站

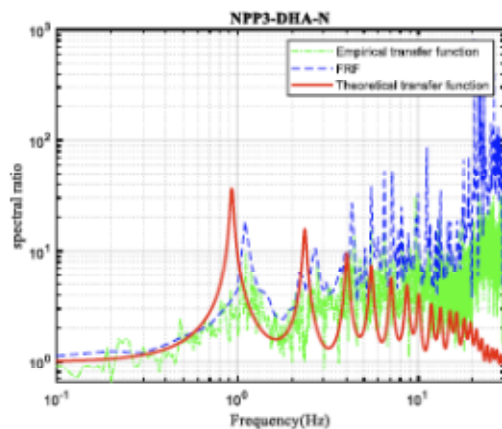


圖五 八種初始權重猜測值以 FUWAVE-TVD 重新模擬(Re-run)與目標值(Target)的最大海嘯波高(Hmax)於不同測站之比對結果

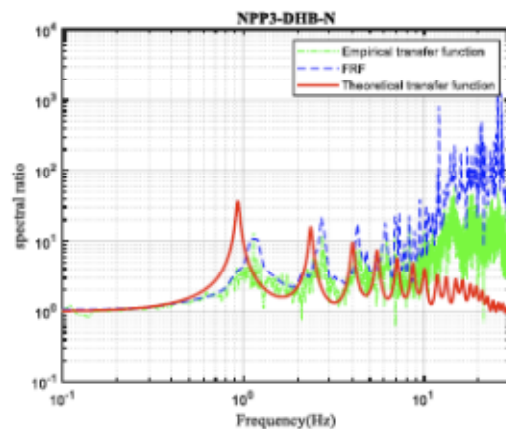


圖六 八種初始權重猜測值於逆推門檻條件之分析(Passing rate = 滿足 Condition-2 的測站數/總測站數)

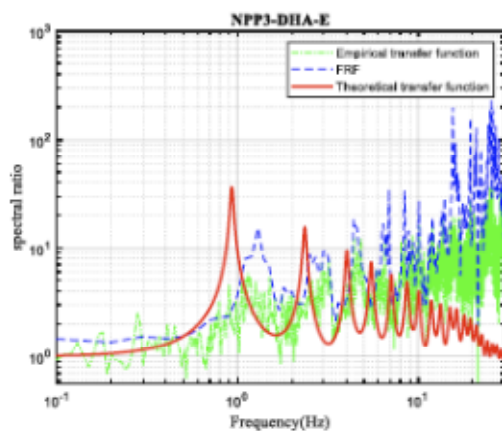
2. 以壓水式核能電廠一號機圍阻體為標的，進行訊號篩選與圍阻體搖擺行為分析，探討土壤-結構互制效應對健康診斷之影響，並根據歷次地震事件建立圍阻體健康履歷，以及 PWR 廠井下觀測資料，利用頻率響應函數(FRF)進行地層轉換函數運算，與傳統之經驗地層轉換函數比較，研究成果如下圖七所示，並根據現有地層參數建立 PWR 電廠預估理論地層模型，有助於管制機關進行核電廠結構耐震評估之參考。



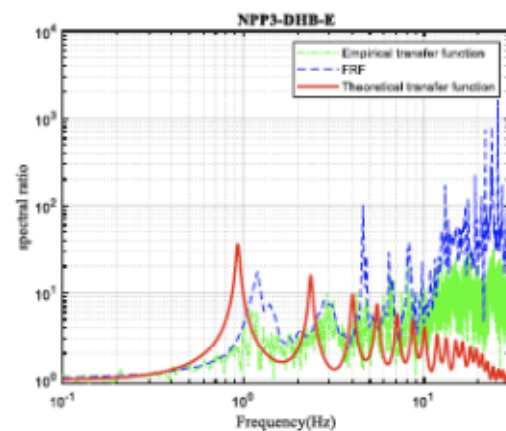
(a) DHA NS



(b) DHB NS



(c) DHA EW



(d) DHB EW

圖七 場址理論土層轉換函數與實測資料之經驗地層轉換函數與 FRF 之比較

(八) 核電廠後福島管制審查技術精進研究

過去核電廠火災事件機率風險分析(Probabilistic Risk Assessment, PRA)大多依據美國核管會報告 NUREG/CR-6850 提供之數據與方法，對於臨時可燃物，其評估結果趨於保守。因此美國核管會與美國電力研究協會合作，提出 NUREG-2233 之評估方法，根據最新的實驗數據與知識，更新數據以建立新臨時火源(即臨時可燃物)分析參數與方法。數據更新包含納入核電廠運轉期間與大修期間之運轉經驗(臨時可燃物火災或臨時可燃物違規攜入)，以及新增臨時可燃物火災測試數據，並對於臨時可燃物之火災模型提出新參數與計算公式，研究成果可提供管制參考。

(九) 其他研究成果

1. 產出五篇核安資訊報告，其中四篇與核電廠非破壞檢測技術應用有關，提供管制參考。

- (1) 經濟合作與發展組織成員國風險告知營運期間檢查與非破壞檢測能力驗證報告。
- (2) 發揮人工智慧效能於非破壞評估技術報告
- (3) 使用機器學習之非破壞檢測系統資格認證報告
- (4) 非破壞檢測人員資格再認證或需保持其熟練度報告

第一篇報告主要依美國核管會與電力研究協會就非破壞檢測研析之主要案例進行研析，發現超音波檢測及渦電流檢測之自動化分析，目前已實際應用於蒸汽產生器熱交換管檢測，並將經驗回饋管制機關參考。此外，亦發現因演算法與計算機性能之提高，機器學習已廣泛運用於各項技術。第二篇及第三篇報告主要蒐集歐洲檢驗與資格認證網路(European Network for Inspection & Qualification, ENIQ)所提研究經驗，幫助管制機關瞭解使用機器學習進行自動數據分析之檢驗程序。最後，第四篇報告提出於資格認證過程中，最好由獨立第三方資格認證機構(IQB)擔任，其扮演之角色為確認 NDE 系統中所有基本組成都能執行其指定的功能。成功完成資格認證程序後，IQB 將發布聲明或其他形式的證明，將資格審查結果通知核電廠持照業者，研究結果可提供管制參考。

- (5) Duane Arnold 能源中心遭 2020 年 8 月 10 日 Derecho 事件之相關營運處理經驗技術指引

本篇資訊報告主要介紹美國核管會發布資訊通告，告知有關杜安阿諾能源中心(Duane Arnold Energy Center ,DAEC)在 2020 年 8 月 10 日遭受德雷丘(Derecho)超強對流風暴侵襲事件後之應變措施經驗及受關注議題，提供管制參考。

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 thermal aging on the stress corrosion cracking behavior of cast stainless steel with different δ -ferrite levels in high temperature water environment	呂文豐	2022	D	核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究
The corrosion susceptibility of 304L stainless steel exposed to crevice environments	蔡坤釗	2022	C	同上
Oxidation behavior characterization of zircaloy-4 cladding with different hydrogen concentrations at 500-800°C in an ambient atmosphere	雍敦元	2022	C	同上
Modeling of Gaseous Contaminants and Particulate Matters Transport in a Ventilated Machine Workshop of Nuclear Power Plant (核電廠機械加工間之氣態及微粒污染物於通風流場環境傳輸模擬)	陳家貫	2022	F	同上
微生物腐蝕對於除役過渡階段核電廠冷卻系統組件影響	周森翔	2022	E	同上
The thermal analysis of pre-defueled operation for decommissioning of a BWR4 reactor	Bo-Bin, Xiao	2022	C	同上
AI 全自動辨識渦電流訊號系統之開發	張佐民	2022	E	同上
Applying the Phenomena Identification and Ranking Table (PIRT) for Maintenance strategy of the Decommissioning	林書睿	2022	F	同上

Nuclear Power Plant during Transition Period				
核電廠圍阻體結構健康診斷研究	朱世禹	2022	E	同上
地震型機率式海嘯於近岸危害度之研究	陳彥龍	2022	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。

【AA 決策依據表】

名稱	內容	類別	是否被採納	成果歸屬
111 年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	研析核電廠除役過渡階段之機組，透過實驗探討微生物生長環境及腐蝕機制，彙整實驗結果，並提出關鍵要項作為管制微生物腐蝕技術之參考。	B	C	核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究
111 年風險告知視察工具應用於運轉及除役作業管制之研究	針對核能電廠除役過渡階段前期，透過核二廠緊要安全功能適切性評估，進行上燃料池暫存燃料衰變熱及水位下降時間計算，整合大修風險顯著性確立程序之半定量評估，開發定性風險分析架構及用過核子燃料風險模式，更新風險顯著性評估工具使用者操作手冊，納入新完成之評估程序及功能，提供視察員執行風險告知視察管制作業之參考。	B	C	核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究
111 年核電廠水災與海嘯危害再評估精進技術研究與管制技術研析	研析機率式地震型海嘯源逆推方法之建置及測試，並研擬逆推門檻條件，另探討水密門水理試驗數據，進一步推導易損性相關參數，研究成果可提供核電廠海嘯事件評估及緩和策略之管制參考。	B	C	核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究

註：類別分成 A 新建或整合流程、B 重大統計訊息或政策建議報告；是否被採納分成 A 院級採納、B 部會署級採納、C 單位內採納、D 存參；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
康佳穎	國立臺灣海洋大學光電與材料科技學系	B	B	核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究
周森翔	清華大學工科系	B	B	同上
林辰漣	清華大學工科系	B	C	同上
康展榮	國立成功大學	A	C	同上
朱峻毅	國立成功大學	B	C	同上
黃昱菱	國立成功大學	B	B	同上
廖則淳	國立成功大學	B	C	同上
羅鼎霖	國立成功大學	B	C	同上
張人方	國立成功大學	B	C	同上
白漢娜	國立成功大學	B	C	同上
張鈞程	國立成功大學	B	C	同上
沈煜修	國立成功大學	B	C	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
------	------	----------	-------	------

電廠除役過渡階段碳鋼焊件間隙腐蝕行為研究	呂文豐	2022	D	核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究
不同塑性變形程度之 304L 不銹鋼在溶氧高溫水化學環境中之應力腐蝕裂縫成長行為研究	陳泰丞	2022	D	同上
相對濕度、氯化物濃度及測試時間對間隙腐蝕環境下不銹鋼應力腐蝕龜裂影響之研究	葉俊平	2022	D	同上
日本發電用反應器高活度設備拆除技術實例研究	許文勝	2022	D	同上
數位化技術於核除役應用及核能管制研究	劉書佑	2022	D	同上
IAEA 除役安全相關文獻之標準格式及內容之研析	林國楨、張寓閔	2022	D	同上
加拿大核設施除役管制標準與案例研析	張寓閔	2022	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	王美雅 鍾曉萍 周森翔 林辰灃	2022	D	同上
CAMP 合作計畫下核電廠除役過渡階段系統安全分析與評估	李進得 曾永信	2022	D	同上
核電廠除役期間機組共用系	曾永信、李進得、鍾曉萍	2022	D	同上

統之安全管制及危害評估技術研究				
核二廠 MELCOR Mode5 ⁺ 模式建立與再循環管路大破口案例分析研究	蕭伯彬	2022	D	同上
核一廠用過燃料池蒐集水探討及核種分析	黃揮文、林書睿	2022	D	同上
核能電廠重載吊運法規彙整	陳建忠、徐康耀、林書睿	2022	D	同上
美國核能電廠除役過渡期間之 NRC 規範及經驗整理	林獻洲、林書睿	2022	D	同上
核能電廠用起重機操作經驗調查	徐康耀、陳建忠	2022	D	同上
聯合結構廠房結構組件老劣化評估建議報告	林書睿	2022	D	同上
用過燃料池冷卻淨化系統劣化因子探討	林書睿	2022	D	同上
核能產業地下水防護倡議-正式指引文件	黃相霖	2022	D	同上
111 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、朱世禹、侯琮欽、王雲哲、鍾興陽	2022	D	核子反應器設施安全與除役前期作業管制實務研究
垂直向對水平向反應譜比值管制技術之研究	洪李陵	2022	D	同上
核電廠新一代地動反應分析管制技術研究(III)	朱世禹	2022	D	同上

核電廠新一代土壤-結構互制分析管制技術研究(III)	侯琮欽	2022	D	同上
核電廠結構設備耐震分析管制技術研究(III)	王雲哲、鍾興陽	2022	D	同上
111 年核電廠水災與海嘯危害再評估精進技術研究與管制技術諮詢	蕭士俊、吳昀達、陳彥龍	2022	D	同上
美國地震型機率式海嘯危害度分析於近岸溯升程序之研析及建置	陳彥龍	2022	D	同上
海底山崩型海嘯邏輯樹分析程序研析及建置	吳昀達	2022	D	同上
水密門易損性曲線組成分析	洪李陵	2022	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

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。

【G 智慧財產資料表】

智財名稱	智財類別	授予國家	有效日期 (YYYYMM)	成果歸屬

註：智財類別分成 A 發明專利、B 新型/設計專利、C 商標、D 專書著作、E 品種；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

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。

【J1 技術移轉及智財授權表】

技術或智財名稱	類別	授權單位	被授權廠商或機構	授權金(千元)	成果歸屬

註：類別分成 A 先期技術移轉、B 軟體/自由軟體授權、C 技術移轉、D 專利授權、E 商標授權、F 品種權授權、G 著作/出版品授權、H 其他項目授權(請述明)；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【J2 技術輸入表】

輸入技術名稱	輸出國家	輸出(授權)廠商或機構	引進(被授權)廠商或機構	成果歸屬

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

【K 規範標準及政策法規草案制訂表】

名稱	類別	制定及參採情形	應用範圍	成果歸屬

註：類別分成 A 規範、B 標準、C 法規、D 政策；制定及參採情形分成 A 參與草案或建議方案制訂、B 草案經採納或認可通過、C 發表或公告實施、D 草案存參、E 其他；應用範圍分成 A 機構內、B 國內、C 國際、D 未發表；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【L 促成投資表】

廠商名稱	投資類別	投資金額(千元)	產品名稱	成果歸屬

註：投資類別分成 A 研發投資、B 生產投資、C 新創事業投資；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【M 創新產業或模式建立表】

名稱	性質	產值提升(千元)	產品名稱	成果歸屬

註：性質分成 A 成立營運總部、B 衍生公司、C 建立產業環境或營運模式、D 促成企業聯盟；投資類別分成 A 研發投資、B 生產投資；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【N 協助提升我國產業全球地位表】

產品/技術/服務名稱	公司名稱	產值(千元)	世界排名	成果歸屬

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

【O 共通檢測技術服務及輔導表】

服務名稱	服務對象	服務性質	服務收入(千元)	成果歸屬

註：服務對象分成 A 國內廠商、B 國外廠商、C 其他；服務性質分成 A 輔導諮詢、B 檢測校正、C 訓練講習、E 工作坊 D 其他(請述明)

【P 創業育成表】

新創廠商名稱	資本額(千元)	年營業額(千元)	成立時間(西元年)	成果歸屬

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

【Q 資訊服務表】

網站或服務名稱	服務對象	服務人次/年	服務收入(千元)	成果歸屬

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

【R 增加就業表】

廠商名稱	廠商統一編號	增加員工人數	增加之年度	成果歸屬

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

【S1 技術服務表】

技術服務名稱	服務對象類別	服務對象名稱	服務收入(千元)	成果歸屬

註：服務對象類別分成 A 國內廠商、B 國外廠商、C 其他(請序明)；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【S2 科研設施建置及服務表】

科研設施名稱	服務件數	服務人次	服務收入(千元)	成果歸屬

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

【T 促成產學合作表】

合作廠商名稱	合作計畫或合約名稱	廠商配合款(千元)	合作參與人數	成果歸屬

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

【U 智財資金融通表】

智財名稱	廠商名稱	融資機構性質	融資機構名稱	協助取得融資金額(千元)	成果歸屬

註：融資機構性質分成 A 國內融資機構、B 國外融資機構；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【V 能源利用表】

技術或產品名稱	廠商名稱	提升能源效率(%)	節約能源量(%)	二氧化碳減量(公噸)	成果歸屬

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

【W 提升公共服務表】

服務或措施名稱	行政精簡時間(天)	運輸耗能節省金額(千元)	二氧化碳減量(公噸)	成果歸屬

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

【X 提高收入表】

措施名稱	受益人數	受益者每人年平均增加收入金額(千元)	增加之年度 (西元年)	成果歸屬

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

【Y 資訊平台資料庫表】

資訊平台/資料庫名稱	內容描述	類別	資料筆數	成果歸屬

註：類別分成 Bibliography、Numerical、Factual、Multimedia、Text；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【Z 調查成果表】

調查項目名稱	調查面積	圖幅數	調查點筆數	成果歸屬

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

附表、【111 年度績效自評意見暨回復說明(D007)】

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

績效自評審查委員：

序號	審查意見	回復說明
壹、計畫實際執行與原計畫目標符合程度(自評評等：<u>優</u>) 優：超越計畫原訂目標，且已就所遭遇困難提出有效之因應對策。 良：達成計畫原訂目標，且已就遭遇困難提出可行之因應對策。 可：大致達成原訂目標，且就遭遇困難所提因應對策尚屬可行。 待改善：超過3成以上執行內容與原規劃未符或未達成原訂目標，且仍須對所遭遇困難提出更有效可行之因應對策。 劣：半數以上執行內容與原規劃未符或未達成原訂目標，且仍須對所遭遇困難提出更有效可行之因應對策。		
1-1	本計畫於111年計畫執行重點為「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外，並就熱水流分析、地震、材料腐蝕與維護、風險評估等核安管制技術持續精進；另針對除役安全管理技術，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，參考國際除役核能電廠除役經驗及法規要求，建立適當之技術評估與分析能力」，所達成產出與原計畫目標與預期產出結果高度相符合。	感謝委員肯定。
1-2	本計畫針對核三廠除役期間燃料廠房臨時火源火災危害分析、馬尼拉隱沒帶造成之核三廠海嘯危害度、水密門性能、非破壞	感謝委員肯定。

序號	審查意見	回復說明
	檢測技術及核安應用等運轉中及除役過渡階段風險，均完成分析並提出管制建議。並支援年度核安演習與廠內演習，並提出建議。另就國際事務方面完成第五版核能安全公約國家報告中文定稿、以及從加拿大、韓國與日本除役方面經驗研析；此外，原規劃工作切合國內核能電廠面臨除役之狀況，各項工作均如規劃完成，並對管制方面歸納出有用的除役拆除管制建議。	
1-3	本計畫為四年期計畫之第三年度績效報告(書)，計畫執行單位為會內之核能管制處，實際執行單位除核管處外，尚包括核能研究所、清大核工所(含原子科學技術發展中心、核能電廠安全分析研究中心等)、成大土木系、海洋大學光電與材料科技系等相關學者專家；計畫旨在確保國內核子反應器設施之安全運作，包括它們除役階段之作業管制。績效報告書大致依原計畫書所寫，循五大計畫目標、九個工作項目分別呈現，因係整合前述各實際執行單位一一呈報之文字資料，總見各工作項目較前一年度有些進展，而彙整所得質與量化數	感謝委員肯定。

序號	審查意見	回復說明
	據皆可符合計畫書上之承諾，因此難謂第三年度計畫之執行不符合原計畫目標及內容。	
1-4	核管處需要時時確保我國電廠及研究實驗室核子反應器設施之安全運作，包括除役及其前期階段之安全作業，無人可排斥本科技發展計畫之執行，但仍可思考執行上有否改善之處。	感謝委員建議，本計畫係依我國核安管制實務需求，並配合我國核能機組除役相關管制技術議題研訂研究項目，在運轉部分，針對核能電廠安全相關重要組件，評估在歷經天然事件下仍能維持設計能力，強化核能電廠面對天然事件之因應能力。在除役部分，因應我國核電廠陸續進入除役期間，透過計畫方式先期研析國際管制實務經驗及法規，精進除役管制技術能力。計畫執行期間亦就機組實際情形持續滾動檢討，適時調整研究方向，並關注國際核能使用現況與最新發展，針對管制關鍵議題進行前瞻研究，與國際接軌。請委員參考。
貳、計畫經費運用之妥適度(自評評等： <u>優</u>) 優：經費運用與工作內容相當匹配，且運用更有效率。 良：經費運用與工作內容相當匹配，與原規劃一致。 可：經費運用與工作內容與原規劃大致相符，差異處經機關說明後可以接受。 待改善：經費運用與工作內容與原規劃不盡相符，差異處經機關說明後可以接受。 劣：經費運用與工作內容與原規劃非常不相符，且未說明差異或說明無法獲得接受。		
2-1	績效報告書第 30、31 頁顯示年度經費資本門執行率為 100%，經常門執行率為 93.23%，整體經費執行率為 94.15%，整體而言，本計畫年度經費運用情形相當好，且	感謝委員指正。本計畫執行經費係如績效報告書第 30、31 頁所登載資料，111 年度經費資本門執行率為 100%，經常門執行率為 93.23%，整體經費執行率為

序號	審查意見	回復說明
	原計畫所預訂工作均已如期如質完成，顯示計畫管控得宜及極高績效，然計畫基本資料表將經費執行率填寫為 100%，請說明之。	94.15%，計畫基本資料表係屬誤植，將修正該表內容，以符合實際情形。
參、計畫主要成就及成果(重大突破)之價值、貢獻度及滿意度 (自評評等： <u>優</u>) 優：所達成量化指標或質化效益超越原計畫預期效益。 良：所達成量化指標及質化效益與原計畫預期效益相符。 可：達成 8 成原計畫預期效益。 待改善：達成 6 成原計畫預期效益。 劣：超過半數計畫預期效益未達成。		
3-1	本計畫之量化績效指標達成情形，相關建議如下： 一、各項量化指標均有達到甚至部份有超出原訂的目標，量化指標達成的情形值得肯定；然檢視計畫書陳列「培育及延攬人才」數目由前一年度之 10 人挑戰編列為 11 人、研究報告篇數則由前一年度之 26 篇挑戰編列為 27 篇，復翻閱、計算績效報告書第 46 頁所陳列參與計畫之前述海大、清大、成大學生人數，以及第 47-50 頁所陳列之論文與報告數目，所宣稱之挑戰確實成功，但意義並非很大。	感謝委員支持。未來將透過計畫方式持續與國內學研機關合作，培養具核安管制技術人力，深化我國核安及除役管制技術能力。
3-2	本計畫於學術成就部分之達成情形，相關建議如下： 一、研究產出共發表 4 篇期刊	感謝委員支持，本計畫目標主要係依核安及除役管制技術研訂工作項目，協助管制機關提供實

序號	審查意見	回復說明
	論文與 6 篇研討會論文，包含核電廠除役階段之熱水流分析、材料腐蝕、核電廠海嘯及地震危害分析等領域；並刊登於(Journal of Nuclear Materials、Materials、ANNALS OF NUCLEAR ENERGY 期刊)或發表於第 13 屆核能熱水流運轉及安全研討會、111 年度防蝕工程年會暨論文發表會、第 21 屆非破壞檢測技術研討會、第 44 屆海洋工程研討會及第 16 屆結構工程研討會；惟每年度這樣類型的計畫對科技基礎研究應有所幫助，但難見突破。	務建議及技術評估，著重於解決管制實務需求，後續於研訂研究項目時，將檢視管制實務需求及國際最新發展，適時調整研究方向，強化我國核安及除役管制技術能力。
3-3	本計畫於技術創新部分達成情形，相關建議分述如下： 一、本計畫針對核能電廠除役過渡階段前期，評估核二廠緊要安全功能適切性，並進行上燃料池暫存燃料衰變熱及水位下降時間計算，整合風險顯著性確立程序之半定量評估，開發定性風險分析架構及用過核子燃料風險模式。可做為執行風險管制視察之參考基礎；藉由風險顯著性確立程序之強化及更	1. 感謝委員肯定。 2. 本計畫目標主要係依核安及除役管制技術研訂工作項目，協助管制機關提供實務建議及技術評估，著重於解決管制實務需求，與科研計畫著重於基礎科學研究，孕育科研創新之目標有所不同，後續於研訂研究項目時，將檢視管制實務需求及國際最新發展，適時調整研究方向，強化我國核安及除役管制技術能力。

序號	審查意見	回復說明
	新，發揮風險評估工具之功能及提供執行風險管制決策之參考；更新風險顯著性評估工具使用者操作手冊，納入新評估程序及功能，提供視察員執行風險告知視察管制作業。 二、我國核電廠除役燃料無法退出爐心，為國際間前所未有的狀況，本計畫在核能電廠除役過渡階段前期的一系列分析，對於管制視察之參考，風險評估與管控，有正面的幫助，對國內科技技術持續精進應有所助益，但難見創新。	
3-4	本計畫於經濟效益部分之達成情形，相關建議如下： 一、本計畫之執行雖無法獲得直接經濟效益，但對切實監督核電廠安全有不可抹殺的貢獻，具有一定之間接經濟效益。	感謝委員肯定。
3-5	本計畫於社會影響部分之達成情形，相關建議分述如下： 一、本計畫旨在確保國內核子反應器設施之安全運作，針對核電廠除役但核燃料長期無法退出爐心的過渡時期探討可能的危害與破壞機制，對於避免災害事故的發生，	感謝委員肯定。

序號	審查意見	回復說明
	防範放射性物體外洩進行研究，與社會福祉提升及環境保護安全息息相關，並有正面貢獻。 二、本計畫針對除役過渡階段之機組，透過實驗探討微生物生長環境及腐蝕機制，研究成果有助於管制機關對除役過渡階段微生物腐蝕機制之了解，並提升民眾對於我國核能機組除役管制作業之信心與安心。 三、本計畫精進風險告知視察工具量化風險評估技術之基礎，藉由系統性與科學方法，提供客觀且透明之風險量化數據，並就其風險高低，以淺顯易懂之燈號呈現，增進民眾對核電廠安全狀態之瞭解和安全管制單位的信心。	
3-6	本計畫於其他效益部分之達成情形，相關建議分述如下： 一、績效報告書不少處提及國際合作研究、國際管制技術、國際除役資料、國際拆除經驗等，反映本計畫執行單位能隨時留意國際現況，其係我國講求核能安全必須的，值得肯定。 二、本計畫透過 CAMP 國際合作架構，取得最新版熱水流安	感謝委員肯定。

序號	審查意見	回復說明
	全分析程式，可促進國際合作與交流，並完成國際(加拿大、韓國與日本)除役作業標準、除役計畫書、拆除案例與安全評估等資訊研析，提出管制要項供我國管制機關參考，瞭解國際核能電廠除役管制做法。 三、本計畫完成美國核管會報告(NUREG-2233)之評估方法與 RG 1.191 除役期間防火計畫監管內涵研析，以及關鍵設備之火災危害分析，並與核三廠消防相關程序比對，提出建議及注意事項，供管制參考。 四、本計畫在相關核能技術方面之研究，國外法規，經驗之研析等，可收到相當之訓練。研究成果對管制策略與實務方面的建議，對於法規制度的精進也有正面效益。	
肆、後續工作構想及重點之妥適度(自評評等： <u>良</u>) 優：後續工作構想良好；屆期計畫成果之後續推廣措施良好。 良：後續工作構想良好；但屆期計畫成果之後續推廣措施可再加強。 可：後續工作構想尚屬良好；屆期計畫之後續推廣措施尚屬良好。 待改善：後續工作構想尚屬良好；但屆期計畫成果之後續推廣措施可再加強。 劣：後續工作構想有待加強；未規劃適當之屆期計畫後續推廣措施。		
4-1	本計畫為 4 年計畫第 3 期，對後續工作構想及重點均有明確和重點規劃，文字雖稍嫌制式，然其妥適性得宜。	感謝委員肯定。

序號	審查意見	回復說明
4-2	本計畫以每季查訪方式管考，確保執行方向符合原訂目標，並持續就管制需求之現況滾動檢討、修正，可有效落實維護核電廠安全之總目標，後續推廣為落實到核電廠除役安全管制的實際應用。	感謝委員肯定。
伍、總體績效評量暨綜合意見（自評評等：<u>優</u>） 優、良、可、待改善、劣		
5-1	為確保我國電廠及研究實驗室核子反應器設施之安全運作，包括除役及其前期階段之安全作業，且需留意國際發展趨勢，無人可否認本科技發展計畫之重要性，亦即本計畫需要持續執行。	感謝委員肯定。鑒於我國核一廠、核二廠陸續進入除役階段，本計畫係因應除役現況適時調整研究主軸，未來將持續關注國際間核安管制技術發展趨勢及管制實務需求，研訂對應之研究項目，以強化我國核安管制技術能力。
5-2	本計畫完整、詳實，符合現況需要，且產出結果豐碩，並因應國際間前所未有的核電廠除役燃料但長期無法退出爐心之狀況，研析各可能的安全危害機制，為相關的管制提供有用的參考，對於我國核電廠後續的安全保障有相當重要的意義與貢獻。	感謝委員肯定。
5-3	計畫團隊持續進步努力不懈，且各項研究結果，落實到管制措施的訂定與執行，以保障核能安全。持續就除役過渡期陸續出現的問題，滾動檢討、修訂、強化各項研究計劃。	感謝委員肯定。

序號	審查意見	回復說明
5-4	誠如績效報告第 36 頁所寫文字一般，如果本計畫及其後續計畫無法以比較新穎之面目與方式呈現，料想計畫仍可繼續獲得支持，但恐無法突破既有框架，且有經費逐年遞減之疑慮，建議思考一些新穎或改善作法。當然，管制講求穩健，以不變應萬變也是選項之一。	感謝委員建議，計畫研究項目係依我國核安管制實務需求，並配合我國核能機組除役可能之技術問題預先規劃，主要研究成果均提供管制單位作為管制決策之技術參考，較難以新穎之方式呈現，後續於研訂研究項目時，將檢視管制實務需求及國際最新發展，適時調整研究方向，並加強計畫重要效益及亮點論述，請委員參考。