

行政院原子能委員會 100 年度
政府科技計畫(期末)成果效益報告
(100.1.1 ~ 100.12.31)

計畫名稱：提昇核能安全管制技術研究

執行期間：

全 程：自 99 年 01 月 01 日至 102 年 12 月 31 日止

本年度：自 100 年 01 月 01 日至 100 年 12 月 31 日止

主辦單位：核能研究所

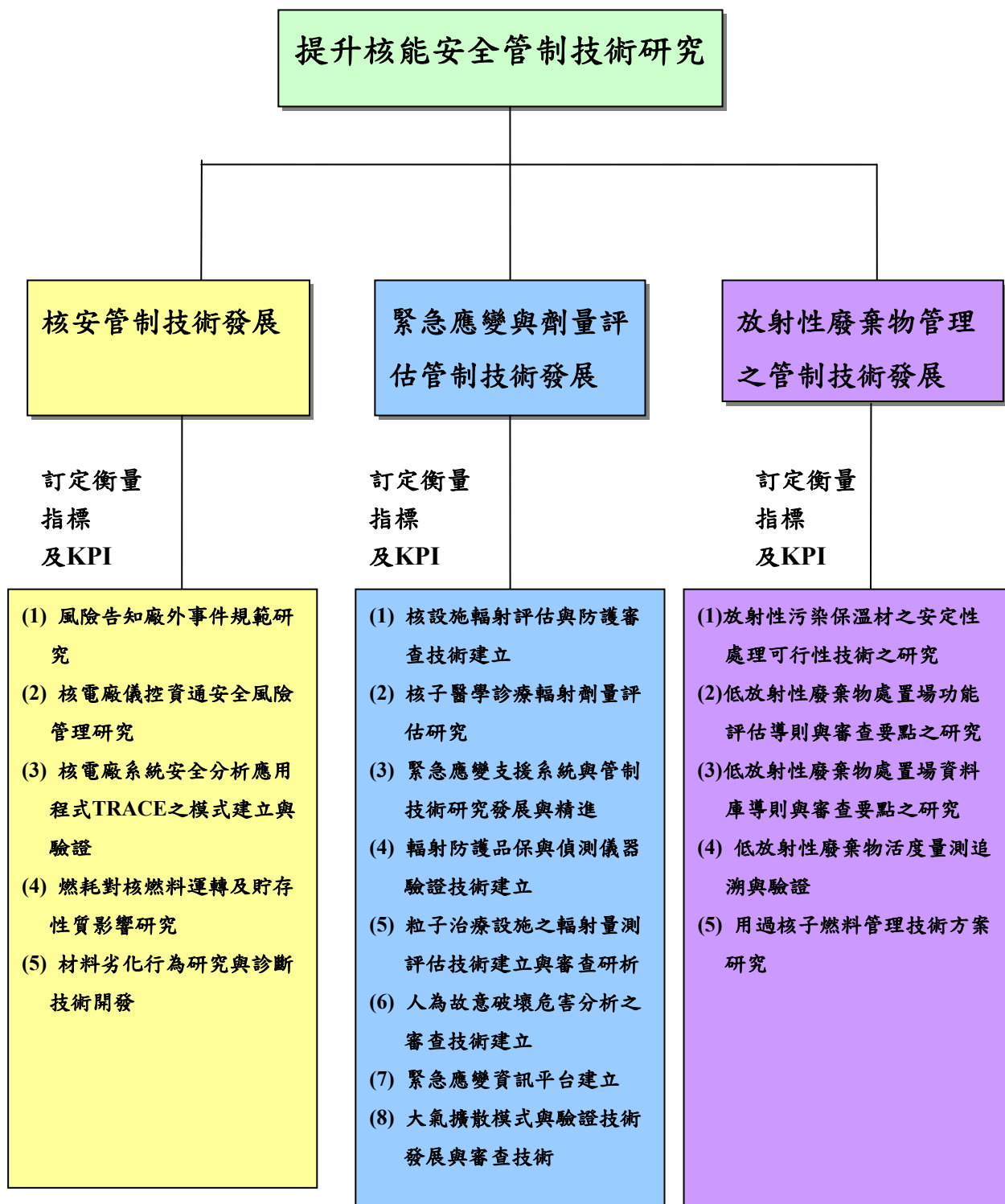
目 錄

壹、科技施政重點架構圖	1
貳、基本資料	2
參、計畫目的、計畫架構與主要內容	2
一、計畫目的與預期成效	2
二、計畫架構(含樹狀圖)	3
三、計畫主要內容	3
四、計畫執行情形及績效成果	7
(一)全程目標及執行成果	7
(二)工作進度—本年度預期目標及達成情形	21
(三)計畫工作項目實施步驟或研究方法	27
肆、計畫經費與人力執行情形	35
一、計畫經費執行情形：	35
(一)計畫結構與經費	35
(二)經資門經費表	36
二、計畫人力運用情形：	37
(一)計畫人力(人年)	37
(二)主要人力投入情形(副研究員級以上)	38
伍、計畫已獲得之主要成果與重大突破 (含量化成果output)	42
一、本計畫主要成果及重大突破	42
二、績效指標項目初級產出、效益及重大突破	47
陸、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)	50
一、學術成就(科技基礎研究) (權重 20%)	50
二、技術創新(科技整合創新) (權重 30%)	52
三、經濟效益(產業經濟發展) (權重 15%)	56
四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續) (權重 20%)	57
五、其它效益(科技政策管理及其它) (權重 15%)	60
柒、與相關計畫之配合	62
捌、後續工作構想之重點	63
玖、檢討與展望	66

附錄一、佐證資料表	68
附錄二、佐證圖表	77
附錄三、100 年度期中審查意見回覆辦理情形	91
附錄四、100 年度期末審查意見回覆	98

政府科技計畫成果效益報告

壹、科技施政重點架構圖



貳、基本資料

計畫名稱：提昇核能安全管制技術研究

主 持 人：廖俐毅

審議編號：100-2001-02-05-13

計畫期間(全程)：99 年 1 月 1 日至 102 年 12 月 31 日

年度經費：73,292千元 全程經費規劃：203,689千元

執行單位：核能研究所

參、計畫目的、計畫架構與主要內容

(請依原綱要/細部計畫書上所列計畫目的、架構、主要內容填寫)

一、計畫目的與預期成效

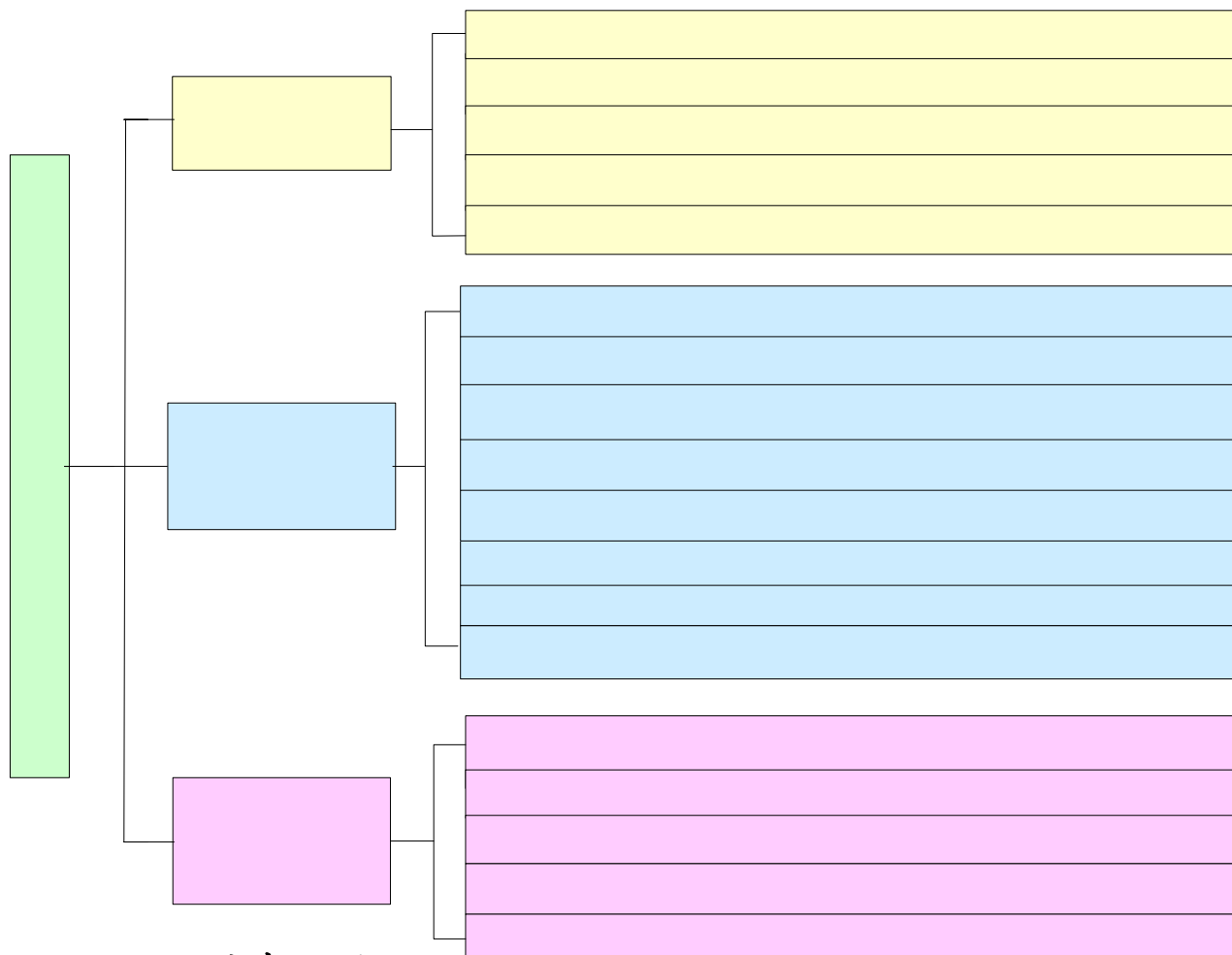
協助原能會確保核安管制品質，增進民眾對核能應用之信心，進而推廣核能在我國之正常發展。核能研究所是隸屬於原能會之核能專責研究機構，歷經三十餘年的努力，在核能安全方面累積了豐富的經驗及成熟的技術，且支援原能會之核安管制工作，一直是本所之重點工作之一，對我國的核安管制順利運作有很大的貢獻。

其次為了解原能會各核安管制相關單位之實際要求，以提供適切的支援，本所邀集核工、核儀、保物、化工等核安管制技術研究發展相關單位之主管，分別拜訪原能會核管處、核技處、輻防處、物管局等單位和相關同仁座談，並將其所提出之需求，納入本計畫書中，做為主要的研發項目，同時參考國際潮流及發展趨勢，提出前瞻性之研發項目，亦納入本計畫書中。

此外，本計畫所涵蓋之三個部分，分別對應於原能會之核安管制局處，如核安管制技術係支援核管處、緊急應變與劑量評估係支援輻防處及核技處，放射射廢棄物管理則係支援物管局。

二、計畫架構(含樹狀圖)

(一) 分支/分項/子項計畫架構圖



三、計畫主要內容

容

(一)「核安管制技術發展」分項計畫

1.核安管制技術發展 (99-102)林家德

- 風險告知廠外事件規範研究：(1)NFPA-805 規範建立：因應原能會統籌管理核電廠火災防護方案之需求，協助建立現有核電廠 NFPA-805 轉換之主要法規規範。(2)廠外事件(火災)PRA 標準引進與建立：根據美國核管會認可之最新火災事件 PRA 標準(載於 ASME/ANS Ra-Sa-20009)，建立國內火災事件 PRA 標準，涵蓋火災分析各要項如火災組件選取、電路分析、火災模型、火災風險量提不確定度與靈敏度分析與其他項目。

- 核電廠儀控資通安全風險管理研究：(1)核電廠資通安全標準及整

體資產管理研究：以美國核能電廠資通安全法規(例如 RG 1.152 與 RG 5.71)為基礎，釐清資安控制領域的目標與項目，並做為建置數位儀控平台的參考。

3. 核電廠系統安全分析應用程式 TRACE 之模式建立與驗證：(1)龍門電廠之 TRACE 熱水流安全分析整廠模式建立：本項工作除建立龍門電廠 TRACE 分析模型外，亦將參與美國 NRC 主導之 CAMP 國際合作計畫，加強與其他國家之交流與借鏡。(2)龍門電廠之 TRACE 熱水流安全分析整廠模式校驗。
4. 燃耗對核燃料運轉及貯存性質影響研究：(1)國內核電廠燃料運轉限值模擬分析驗證與國內燃料破損案例模擬分析。(2)護套碘應力腐蝕測試與評估。(3)潛變對護套冶金條件之測試與評估。
5. 材料劣化行為研究與診斷技術開發：(1)鎳基合金異材銲道應力腐蝕裂縫生長評估：完成熱處理效應評估，比較銲後熱處理與回火銲珠鎳基合金異材銲道應力腐蝕裂縫生長速率。(2)冷作加工加劇 SS 304L 應力腐蝕行為研究：完成冷加工量評估，進行冷作加工後 SS 304L 應力腐蝕裂縫生長速率量測。(3)焊道材料劣化之防治改善：進行水擊法技術開發。(4)不銹鋼筒塩霧腐蝕劣化研究：完成均勻腐蝕與溫度效應分析，進行不銹鋼於不同溫度塩霧環境之慢速率拉伸測試應力腐蝕裂縫生長速率測試。

(二)、「緊急應變與劑量評估管制技術發展」分項計畫

1. 核設施輻射評估與防護審查技術建立：(1) 完成核設施機組輻射評估與防護分析工具與標準程序(含核設施事故下大氣擴散影響控制室適居性之相關研究)。
2. 核子醫學診療輻射劑量評估研究：(1)精進核子醫學射源項於患者體內分佈情形，提高劑量計算準確程度。(2)現行 I-131 射源在核醫治療病人外釋程序所進行之劑量保守性評估。(3)研析國際輻

- 防機構針對懷孕婦女(胎兒)與幼童所造成之輻射劑量影響分析。(4)危險因子探討，進行國內醫療院所現行輻射安全作業之分析。
3. 緊急應變支援系統與管制技術研究發展與精進：(1)依據日本 JNES 發展的 ERSS 系統，發展完成國內核三廠專屬的緊急應變支援系統。(2)核子事故緊急應變線上演訓平台架構開發。(3)事故民眾集體劑量評估技術開發。(4)日本福島事件後我國現有核電廠嚴重事故處理指引分析檢討。
 4. 輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立：(1)建立核醫藥物射源之現場校正技術。(2)建立放射治療劑量驗證程序。(3)肢端劑量評估技術精進。(4)建立核能設施輻射偵檢儀器校正與驗證技術。(5)建立環境劑量監測器現場校正技術。
 5. 粒子治療設施之輻射量測評估技術建立與審查研析：(1)質子治療設施劑量評估模式建立。(2)質子劑量量測游離腔校正技術建立。(3)質子參考劑量之量測方法建議書。
 6. 人為故意破壞危害分析之審查技術建立：(1)汽車衝撞建物安全係數評估案例應用。(2)完成建物防火披覆及爆炸壓力波分析評估技術建立。(3)協助建立飛機撞擊、安全與保安界面視察導則，及資通安全審查技術及能力。
 7. 緊急應變資訊平台建立：(1)開發地理資訊中空間資訊處理技術、演訓平台中事故發展情境模擬技術以及資訊管理中相關技術。
 8. 大氣擴散模式與驗證技術發展與審查技術：(1)「大氣擴散模式統計評估標準指引 (ASTM D6589-00)」符合性研究。(2)長程擴散模式應用之參數及驗證方法研究。

(三)、「放射性廢棄物管理之管制技術發展」分項計畫

1. 射性污染保溫材安定性處理可行性技術之研究：(1)保溫材廢棄物處理實驗與最適化之操作條件建立：依據文獻蒐集、廢保溫材特

性分析及初步實驗測試結果，考量處理技術之減量及經濟效益、技術成熟度、操作維護容易性、環境影響等因素，尋找出最佳處理方式，以及其最適化之操作條件。(2)保溫材廢棄物之整合處理解決方案建立：依據實際調查及處理實驗所獲得結果，建立國內各核能設施貯存之保溫材廢棄物處理解決方案，對大部分廢棄物合乎外釋標準者，將採用直接外釋之作業方式處理，剩下之少部分保溫材廢棄物，則按所建立最佳處理方式進行處理。相關的研發成果，在未來國內各核能設施於訂定「污染廢保溫材料處理策略」時，將當為重要的參考依據。

2. 低放射性廢棄物處置場功能評估導則與審查要點之研究：(1)低放處置場功能評估審查導則研擬：依據前年度成果，彙整相關資訊，擬訂低放處置場功能評估審查導則，提供管制機關參考應用。(2)低放處置場功能評估審查要點分析：彙整計畫研究心得，撰擬低放處置場功能評估審查要點分析報告，提供管制機關參考應用。
3. 低放射性廢棄物處置場資料庫導則與審查要點之研究：(1)建立低放射性廢棄物處置場資料庫欄位審查清單。(2)低放射性廢棄物處置場資料庫暨資訊系統雛型建置。(3)低放處置場資料庫審查導則與審查要點研擬。
4. 低放射性廢棄物活度量測追溯與驗證：(1)蒐集及分析各國低放射性廢棄物分類之核種與活度量測資料(2)建立低放射性廢棄物關鍵核種 Co-60 與 Cs-137 活度標準(3)蒐集及分析各國低放射性廢棄物(桶形)活度量測比對相關資料。
5. 用過核子燃料管理技術方案研究：(1)國際用過核子燃料管理現況分析：參考各國國家報告、處置專責機構網站、期刊文獻等，彙整各核能國家管理體系、政策發展、管理現況、與處置發展資訊，並分析比較各國管理政策與處置工作執行趨勢。(2)國際用過核子

燃料處置技術發展現況分析：參考各處置專責機構網站、期刊文獻等，彙整各核能國家處置技術發展現況、技術工作發展規劃歷程、重點技術項目、研發經費需求等。(3)完成國際資訊彙整提供研發與決策參考依據。

四、計畫執行情形及績效成果

(一)全程目標及執行成果

(宜包括計畫累計至 100 年度之績效成果，並表列說明係屬年度及計畫工作項目)

本計畫之全程目標為配合原能會需求，協助其確保核安管制品質，增進民眾對核能應用之信心，進而推廣核能在我國之正常發展。

一、「核安管制技術發展」分項計畫全程目標如下：(1)強化地震規範研究能力並建立風險告知應用相關管制議題之技術基礎。(2)建立核電廠資通安全分析與評估能力。(3)建立核反應器先進等級熱水流分析技術。(4)建立核燃料爐心行為分析技術。(5)建立核電廠鎳基合金鉀道/異材鉀道/不銹鋼管路/乾貯不銹鋼貯存筒劣化防制技術。

二、「緊急應變與劑量評估管制技術發展」分項計畫全程目標如下：(1)核設施輻射評估與防護審查技術建立。(2)建立核子醫學診療輻射劑量評估技術。(3)緊急應變支援系統與管制技術研究發展與精進。(4)輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立。(5)粒子治療設施之輻射量測評估技術與審查能力建立。(6)人為故意破壞危害分析之審查技術建立。(7)緊急應變資訊平台建立。(8)大氣擴散模式與驗證技術發展與審查技術。

三、「放射性廢棄物管理之管制技術發展」分項計畫全程目標如下：(1)建立放射性污染保溫材之安定性處理技術。(2)建立低放射性廢棄物處置場功能評估導則與審查能力。(3)建立低放射性廢棄物處置場資料庫導則與審查能力。(4)低放射性廢棄物活度量測追溯與驗證。(5)用過核子燃料管理技術方案研究。

整體計畫驗收之計畫目標，整理如下表：

全程目標	執行成果	差異分析
<u>(一)核安管制技術發展</u> 1. 風險告知廠外事件規範研究	本年度為四年期計畫第二年度，目前執行成果如下： 1. 在風險告知廠外事件規範研究方面，成果如下： ➤ (1)有關 NFPA805 規範建立部分：本所委託國內核電廠防火專業團體完成國內『核電廠火災防護準則』草案之撰擬，並分送國內各相關專業機構審查，同時召開專家審查會議與公聽會之方式，聽取各方意見，並適度反映修正，以提供我國原能會建立法規之基礎。本準則草案業已完成三次專家座談，並於 100 年 12 月 6 日於原能會舉行公聽會，專家涵蓋核電運轉、消防主管、產業公會與地方政府等。 ➤ (2)在火災 PRA 標準方面：完成「火災事件 PRA 標準」，編號 INER-8293，該標準共涵蓋 13 項與火災安全度評估有關技術要項之細部要求，可做為未來評估火災安全度評估模式品質與評估能力的參考依據。	符合規劃進度
2. 核電廠儀控資通安全風險管理研究	2. 在核電廠儀控資通安全風險管理研究方面，成果如下： ➤ 以美國核能電廠資通安全法規 RG 5.71 辨識 CDA 流程，套用於 HPCF 系統，以進行核電廠重要數位資產(CDA)辨識與評估。完成核能電廠電腦控制安全法規 RG 5.71 導入研究報告 1 篇 INER-8061R。完成建立支援遵守核能開發與運轉環境資安法規的流程圖形化展示方法，關鍵安全系統之電腦控制安全與安全之風	符合規劃進度

	險評估方法，投稿 Progress in Nuclear Energy, IEEE Software 國外期刊論文 2 篇。	
3. 核電廠系統安全分析應用程式 TRACE 分析模式建立與驗證	3. 在核電廠系統安全分析應用程式 TRACE 分析模式建立與驗證方面，成果如下： ➤ 完成龍門核電廠 TRACE 熱水流安全分析模式之建立與驗證。 ➤ 2 月 8 日已投稿國際 SCI 期刊 KERNTECHNIK 1 篇，4 月 8 日已收到接受 email, 已今年 6 月底刊出。 ➤ NUREG-IA 報告 1 篇 (NUREG/IA-0252) 已被美國 NRC 審核通過，於 4 月 12 日收到 25 份紙本。 ➤ NRC NUREG report 1 篇已被接受，編號為 NUREG/IA-0404 ➤ 於 3 月 2 日提交 SNAP 的一個 bug 給 USNRC, bug 編號為 548。 ➤ 本所與清華大學 TRACE 研究團隊於 3 月 14-17 日派人參加 TRACE Training Workshop。 ➤ 已完成各項國際研討會論文 14 篇，如 ICAPP '11 - 2011、ICONE19、NURETH-14、2011 ANS Winter Meeting、ICAEE2011、ICFMD2011 等 ➤ 已投稿國際期刊 2 篇 (ANNALS OF NUCLEAR ENERGY 與 Science and Technology of Nuclear Installations) ➤ 本所與清華大學 TRACE 研究團隊於 11 月 7~9 日派人參加(為清華大學學生)CAMP 秋季會議，報告計畫之年度執行概況 ➤ 完成核電廠系統安全分析應用程式龍門核電廠 TRACE 之模式建立與驗證之結案報告	符合規劃進度

4. 燃耗對核燃料運轉及貯存性質影響研究	4. 在燃耗對核燃料運轉及貯存性質影響研究方面，成果如下： ➤ 完成 FEMAXI 6 程式基本功能與測試，並應用於燃料行為分析；“Effect of Hydride Embrittlement on Creep Life of Spent Fuel Cladding”，相關論文發表於：Journal of the Chinese Institute of Engineers, Volume 34, No. 107, 2011。 ➤ 完成不同氫化鋁方位對應力消除退火鋁合金護套破壞行為研究，成果發表於國際期刊：“Effect of Hydride Orientation on Fracture Toughness of Zircaloy-4 Cladding”, Journal of Nuclear Materials Volume 408, Issue 1, 1 January 2011, Pages 67-72。 ➤ 完成再結晶鋁合金護套劣化行為研究：比較不同冶金狀態下護套破壞行為，相關研究成果發表於第一屆亞洲鋁合金研討會，會議論文：Fracture Properties of Zircaloy-4 Cladding with Recrystallized and Stress-Relieved Annealing Conditions。 ➤ 完成再結晶鋁合金護套高溫劣化行為研究，並評估含氫量 300 wppm 再結晶護套氫脆效應，研究成果投稿於 Journal of Nuclear Materials 國際期刊。 ➤ 完成 400℃ 不同環向應力鋁合金護套徑向潛變行為評估，相關研究發表於 2011 IUMRS-ICA (國際亞洲材料大會)。	符合規劃進度
5. 材料劣化行為研究與診斷技術開發技術	5. 在材料劣化行為研究與診斷技術開發方面，成果如下： ➤ 完成 SCI 論文” The mechanical degradation of Cold-worked 304	符合規劃進度

	Stainless Steel in Salt Spray Environments”，並已投稿至 Journal of Nuclear Materials. ➤ 完成 ICGEAC 會議論文發表” Corrosion fatigue behavior of dissimilar metal weldments in high temperature water environments”。 ➤ 完成 International conference on environmental degradation of nuclear power system 會議論文一篇。 ➤ 完成不同熱處理異材銲道 SCC 裂縫生長速率量測。並已投稿至 Journal of Nuclear Materials.	
<u>(二)緊急應變與劑量評估 管制技術發展</u> 1. 核設施輻射評估與防護審查技術建立	1. 在核設施輻射評估與防護審查技術建立方面，成果如下： ➤ 完成汽機廠房 HVAC 及機械穿越管碰撞輻射分析研究報告 (INER-8216) ➤ 完成核設施例行運轉氣體排放劑量分析標準程序建立研究報告 (INER-8527R) ➤ 完成核設施例行運轉液體排放劑量分析標準程序建立研究報告 (INER-8343) ➤ 完成控制室大氣擴散評估標準程序建立研究報告 (INER-8038) ➤ 因應日本福島電廠事故，配合新增「含核設施事故下大氣擴散影響控制室適居性之相關研究」工作項目，完成龍門電廠 1 號與 2 號機組同時發生事故下大氣擴散影響控制室適居性之評估(評估結果參見佐證資料)	符合規劃進度
2. 核子醫學診療輻射劑量評估研究	2. 在核子醫學診療輻射劑量評估研究方面，成果如下： ➤ 精進核子醫學射源項於患者體內	符合規劃進度

	分佈情形，本組已與清華大學核工所完成委託研究案，就患者體內射源項精進部分進行深入研究，完成「核子醫學診療輻射劑量評估研究」報告一篇(INER-A2502R)。 ➤ 完成 262 位甲狀腺癌患者，於服用 3,700-MBq 碘-131 核醫藥物後之個人藥物代謝有效半衰期計算；並依據 NCRP-155 號報告建議方式，完成患者外釋程序劑量保守性評估；另完成利用家用型平面掃描器進行之 EBT 膠片劑量量測技術，提供醫師在 IGRT 治療程序中，對醫學影像擷取裝置之使用頻率參考。本子項計畫於 100 年度，完成 3 篇國際會議論文投稿並獲得刊登(INER-8862、INER-8347R、INER-8217)。 ➤ 已深入研析 ICRP-84 報告，針對服用核醫藥物患者對懷孕婦女與幼童造成之輻射劑量進行影響分析，相關研究成果完成「妊娠婦女之輻射安全建議書」(投稿輻防簡訊)與中華民國專利申請(申請案號：100138301)。 ➤ 與國內長庚、奇美醫院進行聯繫，就醫院之進藥、藥物傳送、藥物儲存等程序進行資料蒐集與危險因子探討，相關研究成果完成「高劑量 131I 治療行動病患行為影響曝露途徑分析及防護管理」研究報告(審查中)。	
3. 緊急應變支援系統與管制技術研究發展與精進	3. 在緊急應變支援系統與管制技術研究發展與精進方面，成果如下： ➤ 完成自行發展龍門電廠緊急應變事故評估系統，建立龍門電廠緊急應變之能力。完成包含電廠狀態展示、事故狀態診斷、事故演	符合規劃進度

	變預測、事故處理監測與事故評估資料庫等五個子系統之龍門電廠緊急應變支援系統，並可顯示正確圖形，完成相關報告 1 篇(龍門電廠緊急應變支援系統建立，INER-8680R)，將對龍門電廠緊急應變評估工作有相當助益。並以論文「Development of Emergency Response Support System In Taiwan」1 篇投稿至國外期刊發表。 ➤ 建立核三廠 SPDS 整合系統，並可顯示正確圖形。完成相關報告 1 篇(所內網路建置核三廠 SPDS 整合系統，INER-INER-8842R)，對發展核三廠緊急應變評估工作有相當助益。 ➤ 委託清華大學完成「應用計算流體力學程式分析融渣於圍阻體內之熱傳模式」工作 (INER-A2482R，應用計算流體力學程式分析熔渣於圍阻體內之熱傳模式) 及論文 1 篇。 ➤ 完成研議 RADTRAD 程式中計算主蒸汽管路與主蒸汽隔離閥 Deposition Fraction 之各種模式及相關報告 1 篇(主蒸汽隔離閥洩漏之放射性碘物質傳遞分析，審查中)。 ➤ 因應日本福島電廠事故，配合新增工作項目「日本福島事件後我國現有核電廠嚴重事故處理指引分析檢討」，完成「嚴重事故處理指引升級研究」報告 1 篇(審查中)。	
4. 輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立	4. 在輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立方面，成果如下： ➤ 利用本所同位素組生產之 Ga-67 核醫藥物，以 $4\pi\gamma$ 高壓標準游離	符合規劃進度

	腔活度量測系統，建立核醫臨床針劑試樣之實際活度校正技術，並完成 8 家醫院之 Ga-67 核醫針劑試樣現場校正與活度量測比較，撰寫完成「核醫藥物 Ga-67(鎵-67)活度校正因子品質保證系統之研究」研究報告 1 篇(INER-8515)。 ➤ 完成使用於加馬刀、電腦刀及光子刀等放射治療設施之劑量驗證設備(游離腔、熱發光劑量計及 Gafchromic EBT 膠片等)的測試與校正；並完成加馬刀，電腦刀及光子刀等放射治療設施的治療計畫劑量驗證量測與分析比較評估，建立高分次劑量放射治療之 0.4-5 cm 小照野劑量量測技術與品保作業程序，相關研究成果已發表於國際期刊：”Dose measurements for Gamma Knife with radiophotoluminescent glass dosimeter and radiochromic film”, Radiation Protection Dosimetry, 146 (1-3), pp.256-259, 2011。 ➤ 因應日本福島電廠事故，計畫原列之「建立放射診斷設施結構屏蔽分析模式」工作項目配合修訂為「建立環境劑量監測器現場校正技術」。建立核設施環境劑量監測儀器現場校正設備，包括校正台車、Cs-137 校正射源準直儀、雷射測距儀、射束中心雷射定位裝置等；完成在不同校正距離條件下之射束有效照野評估與環境劑量監測儀器現場遊校，撰寫完成環境劑量監測器現場遊校技術程序書(RICL-CWP-04M)。 ➤ 依據 ANSI/HPS N13.32 (2008)規範，設計製作指環劑量計校正假	
--	---	--

	體，完成指環劑量校正假體位置修正因子之量測及空氣克馬對淺部個人等效劑量轉換因子之評估；並完成指環劑量加馬與 X 射線校正系統之建置與測試。 ➤ 參考 ANSI N42.34 (2006) 規範，完成 identiFINDER2 與 micro RAIDER 兩種型式之手持式核種辨識儀的環境、機械、電磁及輻射性能測試，並撰寫完成手持式核種辨識儀器性能測試報告 1 篇 (INER-8692) 與手持式核種辨識儀性能準則報告 1 篇 (INER-8770)；此外，亦依據 ISO 8529-2 (2000) 規範，完成核設施中子偵檢儀器校正技術報告 (審查中)。	
5. 粒子治療設施之輻射量測評估技術建立與審查研析	5. 在粒子治療設施之輻射量測評估技術建立與審查研析方面，成果如下： (1) 建立以蒙地卡羅 MCNP 程式，評估質子治療設施誘發中子量測儀器反應度之模式，完成波那氏球能譜系統之能量響應函數研究報告 1 篇 (INER-8672) (2) 建立以現有 Co-60 劑量標準，校正質子劑量量測游離腔之技術，完成應用原級標準量測 Co-60 空氣克馬率與游離腔校正作業程序研究報告 1 篇 (INER-8384) (3) 參考 IAEA-TRS 398 號報告、ICRU-59 號報告，建立質子參考劑量之量測方法，完成質子參考劑量之量測方法建議書研究報告 1 篇 (完成所內審查，編號中)。 (4) 完成多球式中子能譜量測系統硬體設施建立與測試，現正針對 Cf-252 中子場進行量測與驗證。另完成輕便型劑量率偵檢器特性測試報告 1	符合規劃進度

	篇(INER-8778) ➤ (5)向美國 RSICC 申請引進 UMG 3.3 中子能譜展開(unfolding)軟體，並完成運用最大熵方法計算中子多球體偵檢器數據之程式介紹研究報告 1 篇(INER-8686)	
6. 人為故意破壞危害分析之審查技術建立	6. 在人為故意破壞危害分析之審查技術建立方面，100 年度成果如下： ➤ 執行 IAEA、NRC、FERC 相關保安法規比較，完成 3 份所內報告。 ➤ 參加原能會”緊急應變/核子保安視察人員專業訓練”課程，負責”核能電廠量化保安風險評估”之授課。 ➤ 核設施撞擊分析案例應用，執行用過燃料乾式貯存護箱外物撞擊安全評估，並和龍門核電廠隔離帶圍牆保安效能比較，完成 1 份所內報告。 ➤ 本子項計畫 100 年度共完成 4 篇所內報告及 1 篇 SCI 國際論文投稿。	符合規劃進度
7. 緊急應變資訊平台建立	7. 在緊急應變資訊平台建立方面，成果如下： ➤ 完成美國保健物理年會「Improving Emergency Response Ability by Using Web GIS and Google Earth」會議論文摘要投稿，並被接受為海報論文。(INER-PT-0014) ➤ 完成緊急應變資訊平台所需系統技術與國內專業機構合作開發案之簽訂 ➤ 完成核子事故緊急應變電腦演訓平台系統操作使用手冊(INER-OM-1696) ➤ 完成「Quantum Geographic	符合規劃進度

	information system (QGIS)1.6.0 使用入門」論著報告 (INER-OM-1706R)	
8. 大氣擴散模式與驗證技術發展與審查技術	8. 在大氣擴散模式與驗證技術發展與審查技術方面，成果如下： ➤ 蒐集國際常用之大氣擴散模式，並研究氣象場參數整理列表比較（請參考佐證資料），完成小尺度模式篩選報告一篇。 ➤ 完成美國 ASTM 6589D 標準研究，據以規劃大氣模式驗證平台所需功能，並已完成平台資料流程與未來網頁設計，整理成報告。 ➤ 完成「核電廠大氣擴散與輻射劑量評估模式驗證與展示資訊之設計研究」等會議論文 2 篇，投稿 2011 年環境工程學會年會暨環境資訊研討會獲選上台發表。	符合規劃進度
<u>(三)放射性廢棄物管理之管制技術發展</u> 1. 放射性污染保溫材之安定性處理可行性技術之研究	1. 在放射性污染保溫材之安定性處理可行性技術之研究方面，成果如下： ➤ 分別完成高溫熔融、高溫高壓、混凝土再利用及表面除污四項之評估測試。 ➤ 岩棉保溫材以常溫壓縮最具經濟效益，於 200kg/cm² 壓力下即可獲致良好的處理效果，體積可減少 90% 以上。 ➤ 珍珠岩保溫材需視其污染程度而定，輕度污染者可以表面除污方式處理，以超音波震盪結合草酸溶液之效果最佳，Co-60 去除率可達 94%、Cs-137 去除率則有 87%。活度較高者，則以高壓壓縮較為適宜，於壓力 600kg/cm² 下體積可減少 75% 以上。達外釋標準之保溫材，則可部分取代水泥使用於電廠內之混凝土工程施作。由於保溫材之絕熱特性，以高溫	符合規劃進度

	熔融法處理需耗費大量熱能，不具經濟效益。 ➤ 完成「珍珠岩保溫材表面核種除污法」發明專利 1 篇(專利申請號 10013918),「廢保溫材固化及除污處理可行性研究(INER-編號中)」、「以電漿熔融與壓縮法處理核一、核二廠廢保溫材研究(INER-8698R)」研究報告 2 篇。	
2. 低放射性廢棄物處置場功能評估導則與審查要點之研究	2. 在低放射性廢棄物處置場功能評估導則與審查要點之研究方面，成果如下： ➤ 完成美國核管會 NUREG-1200 規範之分析，依據國內現況與國際經驗，如期於本年度提出導則初稿供管制機關參考。 ➤ 以 GoldSim 程式模擬不同多核種孔隙介質地下水傳輸參數，建立審查評估要點。 ➤ 本年度參考加拿大處置場案例與本計畫案例分析實作，研提審查要點。 ➤ 年度內共完成「放射性廢棄物處置多核種安全評估模型之技術發展，台電工程月刊 750 期」國內期刊論文 1 篇、「低放處置場多核種孔隙介質地下水傳輸評估要點與案例運用(INER-8225)」、「加拿大中低放射性廢棄物最終處置安全評估之案例分析(INER-8747)」研究報告 2 篇、與「參加德州安德魯郡低放射性廢棄物處置設施審照研討會報告(INER-F0487)」出國報告 1 篇，報告內容著重協助管制機關建立安全評估審查技術。	符合規劃進度
3. 低放射性廢棄物處置場資料庫導則與審查要點之研究	3. 在低放射性廢棄物處置場資料庫導則與審查要點之研究方面，成果如下：	符合規劃進度

	➤ 各電廠參訪與討論、需求分析、軟體模組開發與離型資料庫設計等。 ➤ 完成「Service-oriented architecture for an overall radioactive waste package record (Progress in Nuclear Energy)」1 篇國際期刊投稿，「資訊科技於輻射監測與低放射性廢棄物管理之應用(科儀新知 33 卷 2 期)」1 篇國內期刊與「核二廠低放射性廢棄物資訊管理系統操作手冊(INER-編號中)」、「核三廠低放射性廢棄物資訊管理系統操作手冊(INER-編號中)」、「核三廠低放射性廢棄物資訊管理系統程式說明文件(INER-編號中)」等 3 篇研究報告。	
4. 低放射性廢棄物活度量測追溯與驗證	4. 在低放射性廢棄物活度量測追溯與驗證研究方面，成果如下： ➤ 移動式現場加馬活度計測系統(ISOCART)針對 Co-60 或 Cs-137 之 55 加侖水泥校正桶進行整桶加馬活度量測，其量測誤差皆小於 10%。 ➤ 以 53 桶清大水泥固化桶為量測標的，進行 ISOCART、Canberra、SWAM-3 三系統之量測比對，結果顯示：ISOCART 與 Canberra 系統比對結果，有 42 桶量測誤差小於 20%；ISOCART 與 SWAM-3 系統比對結果，35 桶內有 23 桶量測誤差小於 20%。 ➤ 彙整及分析本所貯存庫之清大水泥物固化桶表面劑量率與整桶活度對應關係，並繪製關係圖(參見佐證圖表)。 ➤ 建立 5 種密度 16 支棒型體射源，可供國內低放射性廢棄物量測系統校正用。 ➤ 10 月 25 日舉辦低放射性廢棄物活	符合規劃進度

	度量測比對說明會，預定 101 年 7 月執行。 ➤ 利用清大水泥固化桶，透過排列組合方式排列成“正方體、四立方、六立方、八立方”之幾何形狀，以模擬為核能電廠所產生大型低放射性廢棄物；並已利用 ISOCART 完成加馬活度量測實驗。 ➤ 利用 208L, 不同密度之 16 孔校正桶，分別對 Mn-54、Co-60 與 Cs-137 三種不同放射性核種，進行整桶加馬活度量測實驗，以評估 ISOCART 對不同放射性核種、在不同密度下之量測性能。 ➤ 論著成果詳如附錄一。	
5. 用過核子燃料管理技術方案研究	5. 在用過核子燃料管理技術方案研究方面，成果如下： ➤ 彙整國際用過核子燃料管理資訊，比較各國的管理體系與處置計畫推動情形。完成「國際用過核子燃料管理現況分析(INER-8103)」研究報告 1 篇。 ➤ 進行國際處置技術發展現況分析，內容包括場址調查、設施設計、安全評估等相關技術之國際現況與研發趨勢說明。完成「國際用過核子燃料處置技術發展現況分析報告(INER-8594)」研究報告 1 篇。 ➤ 建置用過核子燃料管理文獻，共蒐整 IAEA、NEA 與各國得國家報告等相關文獻共 564 筆。	符合規劃進度

(二)工作進度—本年度預期目標及達成情形

(說明年度預期目標及達成情形、目前計畫之實際執行與預期工作之差異)

年度預期目標(查核點)	達成情形 (作業計畫 1-12 月)	差異分析
<u>(一)核安管制技術發展</u>		符合規劃進度
1. 完成龍門核電廠之相關資料收集與 TRACE 組件建立 (輸入參數)	1. 已完成龍門核電廠之相關資料收集與 TRACE 組件建立。(已於 3/31 完成)	
2. 完成室溫再結晶護套破壞韌性測試	2. 平均破壞韌性值約為 160kJ/m ² 。(已於 3/31 完成)	符合規劃進度
3. 完成核電廠儀控資安與商業資安標準比較研究報告 1 篇	3. 完成核能電廠電腦控制安全法規 RG 5.71 導入研究研究報告 1 篇 INER-8061R。(已於 5/16 完成)	超前規劃進度
4. 完成龍門核電廠 TRACE 模式建立 (ABWR 電腦模型)	4. 完成龍門電廠之相關資料收集與龍門核電廠 TRACE 熱水流安全分析模式之建立，目前正在測試與驗證整個模式。(已於 6/30 完成)	符合規劃進度
5. 完成室溫含氫化鋁再結晶護套破壞韌性測試	5. 已完成室溫含氫化鋁再結晶護套破壞韌性測試與結果比對。(已於 6/30 完成)	符合規劃進度
6. 完成再結晶護套破壞行為破斷面分析	6. 完成再結晶護套破壞行為破斷面分析 (已於 9/30 完成)	符合規劃進度
7. 投稿 SCI 期刊論文 An UML Activity Process Model for Developing Cyber Security Program of Nuclear Facilities	7. 投稿 Progress in Nuclear Energy 國外期刊論文 1 篇 “Unified Security and Safety Risk Assessment Methodology for Safety-Critical Systems”(已於 10/29 完成)	超前規劃進度
8. 完成龍門核電廠 TRACE 模式之建立與分析評估報告	8. 已完成龍門核電廠 TRACE 模式之建立與分析評估報告 (已於 12/31 完成)	符合規劃進度
9. 火災 PRA 標準初稿	9. 完成火災事件 PRA 標準報告，編號 INER-8293。(已於 10/31 完成)	超前規劃進度
10. 完成燃料護套 SCI 論文撰寫	10. 論文發表於：Journal of Nuclear Materials, Volume 408, Issue 1, 2011, Pages 67-72. (已於 12/31	符合規劃進度

	完成)	
11. 完成鋁合金護套潛變行為評估報告	11. 完成論文，並於2011 IUMRS-ICA (國際亞洲材料大會)上發表。(已於12/31完成)	符合規劃進度
12. 完成FEMAXI-6燃料行為分析報告	12. 論文發表於：Journal of the Chinese Institute of Engineers, Volume 34, No. 107, 2011。(已於12/31完成)	符合規劃進度
13. 完成304不銹鋼受鹽霧影響之研究報告	13. 已撰寫成SCI論文投稿至Journal of Nuclear Materials (已於12/12接受) (已於10/28完成)	超前規劃進度
14. 完成不同Nb含量鉀道之高溫拉伸試驗報告	14. 完成不同Nb含量鉀道之高溫拉伸試驗報告(已於12/31完成)	符合規劃進度
<u>(二)緊急應變與劑量評估管制技術發展</u>		符合規劃進度
1. 完成控制室大氣擴散評估指引報告	1. 完成控制室大氣擴散評估指引報告初稿。(已於3/31完成)	
2. 完成阿伐、貝他輻射偵檢儀器購案申請	2. 完成 α/β 人員、車用輻射偵測儀器性能、價格諮詢，進行相關購案申請。(已於3/15完成)	超前規劃進度
3. 完成「核三廠SPDS圖控系統開發」規格訂定與招標	3. 完成「整合系統開發(核三廠部份)」購案規格訂定並辦理招標作業。(已於3/31完成)	符合規劃進度
4. 完成指環劑量計校正假體設計與製作	4. 參考美國ANSI N13.32 (2008)肢端劑量計能力試驗標準，完成PMMA指環劑量計設計與製作，假體直徑19 mm，長度30 mm，校正時可同時置放5個指環劑量計。(已於2/26完成)	超前規劃進度
5. 提出誘發中子度量系統電路模組採購案	5. 提出LiI中子偵檢器採購案。(已於3/18完成)	超前規劃進度
6. 核電廠保安視察報告蒐集分析	6. 收集最新美國保安法規、國內核電廠視察報告及研讀，參加「原能會核電廠保安視察人員訓練」課程及講課。完成「核電廠量化風險評估及SAVI應用」簡報文件。(已於3/15完成)	超前規劃進度
7. 完成大氣擴散模式統計評估標準指引報告	7. 完成「大氣擴散模式統計評估標準指引(ASTM D6589-00)」資料蒐集、解讀與報告撰寫。(已於	超前規劃進度

	3/28 完成)	
8. 完成建立緊急應變資訊平台所需系統技術合作開發購案之簽約	8. 4月15日完成與國內專業機構逢甲大學地理資訊中心之簽約(已於4/15完成)	超前規劃進度
9. 完成核電廠例行運轉液體排放劑量評估指引報告	9. 完成核電廠例行運轉液體排放劑量評估指引報告初稿。(已於6/22完成)	超前規劃進度
10. 完成碘-131 射源在核醫治療病人外釋程序之劑量保守性評估研究報告	10. 完成碘-131 射源在核醫治療病人外釋程序之劑量保守性評估研究完成報告撰寫。(已於6/30完成)	符合規劃進度
11. 完成 RADTRAD 程式研議主蒸汽管路與主蒸汽隔離閥 Deposition Fraction 報告初稿	11. 完成 RADTRAD 程式研議主蒸汽管路與主蒸汽隔離閥 Deposition Fraction 報告初稿。(已於6/30完成)	符合規劃進度
12. 完成 Ga-67 核醫針劑試樣校正	12. 取得本所同位素組提供之高活度 Ga-67+0.1 NHCl 溶液，利用 $4\pi\gamma$ 高壓標準游離腔活度量測系統，完成 3 mL 及 5 mL Ga-67 核醫針劑試樣之校正，對應之校正因子分別為 1.538 pA/MBq 及 1.521 pA/MBq，擴充不確定度(k=2)均為 1.6%。(已於6/14完成)	超前規劃進度
13. 完成質子參考劑量量測方法之研究分析	13. 6月17日完成質子參考劑量之量測方法相關資料收集及參考劑量量測方法之歸納彙整，主要以 IAEA-TRS398 號報告及 ICRU 59 號報告為主，依目前實驗室技術能力，以 Co-60 水吸收劑量標準透過 IAEA-TRS 398 號報告的轉換計算，可以實驗室現有之空氣游離腔評估出質子射束之劑量，是最為可靠之方法，適用能量限制在 50 MeV 至 250 MeV 之間，如長庚醫院即將建置的質子治療機。(已於6/15完成)	超前規劃進度
14. 乾貯護箱外物撞擊安全評估報告	14. (1)研讀最新保安法規、國內核電廠視察報告，參加"原能會核電廠保安視察人員訓練"課程及授課。(2)完成用過燃料乾式貯存護	符合規劃進度

	箱外物撞擊安全評估分析。(3)完成所內報告二篇撰寫及審查上網登錄。(已於 6/30 完成)	
15. 大氣擴散驗證平台需求探討	15. 完成探討模式評估結果與實測數據之差異計算方式。(已於 6/20 完成)	超前規劃進度
16. 完成輕水式核電廠意外事故之氣體排放劑量方法指引報告	16. 完成輕水式核電廠意外事故之氣體排放劑量方法指引報告初稿。(已於 9/30 完成)	符合規劃進度
17. 完成輻射劑量造成懷孕婦女(胎兒)與幼童之影響分析報告	17. 已完成 ICRP-84 號報告(孕婦與醫療輻射曝露)研析,並著手撰寫國際輻防機構對於輻射劑量造成懷孕婦女(胎兒)與幼童之影響分析報告,預計於 9/30 完成報告撰寫。(已於 9/30 完成)	符合規劃進度
18. RADTRAD 程式研議主蒸汽管路與主蒸汽隔離閥 Deposition Fraction 之報告定稿。	18. 完成 RADTRAD 程式研議主蒸汽管路與主蒸汽隔離閥 Deposition Fraction 之報告定稿。(已於 9/21 完成)	超前規劃進度
19. 完成中子偵檢儀器校正技術報告	19. 參考 ISO 8529-2 (2000)標準,完成中子偵檢儀器校正技術報告撰寫,現正進行所內審查程序。(已於 9/23 完成)	超前規劃進度
20. 完成質子參考劑量之量測方法建議書	20. 參考 IAEA-398 (2006)報告,完成質子參考水吸收劑量之量測方法建議書初稿。(已於 9/26 完成)	超前規劃進度
21. 資通安全 security control 差異分析	21. 完成「SAVI 入侵弱點系統分析工具深度解析」及「NERC 資通安全標準概觀與共同準則探討」二份所內報告撰寫。(已於 9/23 完成)	超前規劃進度
22. 完成緊急應變資訊平台相關建立技術之程式工具使用研究報告	22. 完成核子事故緊急應變電腦演訓平台系統操作使用手冊。(已於 9/14 完成)	超前規劃進度
23. 完成國際大氣擴散模式發展與應用報告	23. 完成「國際小尺度大氣擴散模式發展與應用探討研究」報告。(已於 9/30 完成)	符合規劃進度
24. 完成核電廠例行運轉氣體排放劑量評估方法指引報告	24. 完成核設施例行運轉氣體排放劑量分析標準程序建立報告(INER-8527R)(已於 10/30 完成)	超前規劃進度

25. 完成國內醫療院所現行輻射安全作業分析與危險因子探討研究報告	25. 完成「核醫部門輻射曝露危險因子探討」研究報告。(已於 12/12 完成)	超前規劃進度
26. 完成委外案驗收與編寫期末報告	26. 委託清華大學完成「應用計算流體力學程式分析融渣於圍阻體內之熱傳模式」工作，發表論文 1 篇與期末報告並已驗收。(已於 12/31 完成)	符合規劃進度
27. 完成核種能譜分析儀性能驗證技術報告	27. 完成 identiFINDER2 與 micro RAIDER 兩種型式之手持式核種辨識儀的環境、機械、電磁及輻射性能測試，並撰寫完成手持式核種辨識儀器性能測試報告 1 篇 (INER-8692) 與手持式核種辨識儀性能準則報告 1 篇 (INER-8770)。(已於 10/31 完成)	超前規劃進度
28. 完成質子劑量量測游離腔校正程序書	28. 建立以現有 Co-60 劑量標準，校正質子劑量量測游離腔之技術，完成應用原級標準量測 Co-60 空氣克馬率與游離腔校正作業程序研究報告 1 篇 (INER-8384) (已於 12/31 完成)	符合規劃進度
29. 完成新保安法規相關視察導引及審查技術報告	29. (1)完成 IAEA、NRC、FERC 相關保安法規比較。(2)完成”NERC 資通安全標準概觀與共同準則探討”及”SAVI 入侵弱點系統分析工具深度解析”二份所內報告撰寫及審查。(3)全年度共 4 篇所內報告、1 篇 SCI 論文期刊投稿。(已於 11/15 完成)	超前規劃進度
30. 提出初步大氣擴散驗證平台功能需求與規格規劃書以及論文	30. 完成「核電廠大氣擴散與輻射劑量評估模式驗證與展示資訊之設計研究」研究報告，提出功能需求與設計規劃，並且整理成會議論文投稿 2011 年環境工程學會年會暨環境資訊研討會獲選上台發表。(已於 12/31 完成)	符合規劃進度
<u>(三)放射性廢棄物管理之管制技術發展</u> 1. 完成廢保溫材熱處理實驗室排風及廢氣處理系統	1. 完成 015B 館 201 及 202 實驗室排風管線分流改善，及對應之絕對過濾器整修、濾層更換。(已於 3/24 完成)	超前規劃進度

整備		
2. 完成採購標準液體射源	2. 完成採購。(已於 3/20 完成)	超前規劃進度
3. 完成國際用過核子燃料管理現況分析報告	3. 完成「國際用過核子燃料管理現況分析」研究報告 1 篇 INER-8103。(已於 4/30 完成)	符合規劃進度
4. 完成安全評估案例運用對內報告	4. 完成「低放處置場孔隙介質多種地下水傳輸評估要點與案例運用」研究報告並送專業審查中。(已於 6/30 完成)	符合規劃進度
5. 完成製作桶型校正體射源多密度假體	5. 已建立 5 種密度 16 支棒型體射源，其中水泥固化桶校正件，密度 1.6 g/cm^3 桶內介質與活度皆均勻分布，Cs-137 及 Co-60 總活度為 326 kBq 及 3646 kBq。(已於 6/30 完成)	符合規劃進度
6. 完成廢保溫材處理實驗，建立最佳操作參數	6. (1)完成保溫材高溫高壓實驗測試，珍珠岩以常溫及壓力 600 kg/cm^2 最具經濟效益，岩棉則以常溫及壓力 200 kg/cm^2 即可獲致良好的處理效果。(2)珍珠岩表面除污測試，已完成除污實驗，除污完試體已送活度測試。因低活度試體計測時間較長，預計近期可完成。(已於 9/30 完成)	符合規劃進度
7. 完成安全評估環境影響對內報告	7. 完成「低放處置場對環境污染與輻射生物影響研討」報告(審查中)。(已於 9/14 完成)	超前規劃進度
8. 完成 ISOCART 整桶量測系統報告	8. 利用 ISOCART 完成 35 桶清大水泥固化桶整桶加馬活度量測，相關成果已撰寫成相關報告，亦投稿至 ICRM2011 國際會議與 Applied Radiation and Isotopes SCI 期刊。(已於 9/8 完成)	超前規劃進度
9. 完成低放射性廢棄物關鍵核種 Co-60 與 Cs-137 活度標準建立報告	9. 建立關鍵核種(Co-60 與 Cs-137)量測技術與標準；並撰寫低放廢棄物關鍵核種活度標準所內報告。(已於 9/30 完成)	符合規劃進度
10. 完成國內低放射性廢棄物量測系統比較分析報告	10. 已完成「國內外低放射性廢棄物活度量測系統之比較與研究」報告。(已於 8/30 完成)	超前規劃進度
11. 完成低放射性廢棄物處置場資訊	11. 完成低放射性廢棄物處置場資訊管理離型系統開發。(已於 11/20	超前規劃進度

管理雛型系統	完成)	
12. 完成國際用過核子燃料處置技術發展現況分析	12. 完成「國際用過核子燃料處置技術發展現況分析」報告。(已於 10/19 完成)	超前規劃進度
13. 建立廢保溫材廢棄物之整合處理解決方案	13. 完成「廢保溫材固化及除污處理可行性研究」報告。(已於 12/13 完成)	超前規劃進度
14. 完成低放射性廢棄物處置場資訊系統研究報告與國外期刊論文	14. 完成國際期刊 1 篇(發表 Progress in Nuclear Energy)、國內期刊 1 篇(發表科儀新知)與研究報告 3 篇(審查中)。(已於 12/15 完成)	超前規劃進度
15. 完成低放射性廢棄物量測比對之國際經驗研究報告	15. 完成「低放射性廢棄物量測比對之國際經驗研究」報告。(已於 10/24 完成)	超前規劃進度

(三)計畫工作項目實施步驟或研究方法

工作項目	實施步驟或研究方法
(一)核安管制技術發展 1. 風險告知廠外事件規範研究	1. 在風險告知廠外事件規範研究方面： ➢ 在核電廠火災規範方面，本所委託國內核電廠防火專業團體，參考美國 NFPA 805 標準與 RG 1.189 法規指引，並配合國內消防管制現況，草擬國內『核電廠火災防護準則』草案，並分送國內各相關專業機構審查，同時以召開專家審查會議與公聽會之方式，聽取各方意見，並適度反映修正，以提供我國原能會建立法規之基礎。 ➢ 在火災 PRA 標準方面，以美國核管會認可、由美國 ASME 學會制訂之火災事件 PRA 標準為基礎，建立我國火災 PRA 標準草案，內容將涵蓋電廠劃分、組件與電纜選取、燃火頻率、定性與定量篩濾、電路分析、火災模擬、火災風險量化等主要議題分別訂出 PRA 模型應具備的等級要求。
2. 核電廠儀控資通安全風險管理研究	2. 在核電廠儀控資通安全風險管理研究方面： ➢ 以美國核能電廠電腦控制安全法規(例如 RG 1.152 與 RG 5.71)為基礎，釐清電腦控制安全領域的目標與項目，包括辨識重要數位資產(CDA)、評估 CDA 價值、依據不同的 CDA 價值選擇適當安全管控機制、修正存

	取控制矩陣。 ➤ 發展關鍵安全系統之電腦控制安全與安全的風險評估方法，完成建構 CDA 與核能系統安全之整合式風險管理模型，運用於與辨識、管理有關之核電廠之安全與電腦控制安全風險。
3. 核電廠系統安全分析應用程式 TRACE 分析模式建立與驗證	3. 在核電廠系統安全分析應用程式 TRACE 分析模式建立與驗證方面： ➤ 收集並研究龍門核電廠系統與運轉資料及電廠測試資料。 ➤ 建立龍門核電廠各重要組件之 TRACE 模式，例如：反應爐、爐內泵、飼水三元控制系統等。 ➤ 組合組件成為龍門核電廠 TRACE 熱水流安全分析模式。 ➤ 以龍門核電廠之 FSAR 或起動測試資料進行 TRACE 模式計算結果校驗。 ➤ 完成模式校驗報告，並提出程式使用經驗與問題。
4. 燃耗對核燃料運轉及貯存性質影響研究	4. 在燃耗對核燃料運轉及貯存性質影響研究方面： ➤ 經由驗證核電廠燃料設計準則及運轉經驗，研究銦合金護套應力腐蝕與潛變行為，研究重點為銦合金護套材料冶金性質與氫化銦效應，評估護套材料之劣化行為與破損機制，建立本所核燃料爐心行為分析與影響評估技術。 ➤ 從事退火與再結晶處理護套破裂韌性差異及潛變實驗與燃料分析等，完成期刊論文 2 篇，會議論文 2 篇。
5. 材料劣化行為研究與診斷技術開發	5. 在材料劣化行為研究與診斷技術開發方面： ➤ 研究核電廠組件材料劣化機制，包括異材銲道、不銹鋼筒與不鏽鋼組件等，建立核電廠老化管理技術及管制技術能力，包括裂縫生長評估、應力腐蝕行為研究、鹽霧腐蝕劣化研究、時效劣化研究等。 ➤ 鎳基合金異材銲道應力腐蝕裂縫生長評估完成不同銲後熱處理銲道應力腐蝕劣化機制評估 ➤ 冷作加工加劇 SS 304L 應力腐蝕行為研究，完成不同冷作加工量 SS 304L 應力腐蝕裂縫生長速率量測，並測試加氫水化學抑制應力腐蝕裂縫生長之效應。 ➤ 不銹鋼筒塩霧腐蝕劣化研究，完成不同鹽霧濃度環境之慢速率拉伸測試 ➤ 鑄造不銹鋼時效劣化研究，完成 450℃ 鑄造不銹鋼時效 6000h，並購置高溫爐進行 380℃ 低溫時效。
(二)緊急應變與劑量評估	1. 在核設施輻射評估與防護審查技術建立方面：

<u>管制技術發展</u> 1. 核設施輻射評估與防護審查技術建立	➤ 以自行研發為主要執行方法，如有必要再以委託研究方式委請國內外專家學者協助，相關工作項目有參考 ICRP-60、ASTM E741 等新國際法規體系，研擬國內核設施新建機組之相關法規標準與要求準則、建立輻射評估與防護分析工具與標準程序、完成核子反應器相關輻射防護標準審查程序與案例分析比對。
2. 核子醫學診療輻射劑量評估研究	2. 在核設施輻射評估與防護審查技術建立方面： ➤ 依據 USNRC RG 8.39 (1997)、ICRP 94 (2004)與 NCRP 155 (2006)等國際輻射防護組織報告，提出病人外釋安全標準建議值，並依病人居家生活行為與工作型態建立外釋劑量估算準則 ➤ 利用點射源劑量評估公式，保守推估殘留患者體內核醫藥物活動，對家人、醫護人員與可能接近民眾所造成之輻射曝露影響。 ➤ 根據基隆長庚癌病中心所提供不同時間點之體外劑量量測資料，進行個別患者之藥物清除率與藥物代謝有效半衰期計算。 ➤ 完成 262 位甲狀腺癌患者於服用 3,700-MBq 碘-131 核醫藥物後之個人藥物代謝有效半衰期計算；並依據國際輻射防護組織建議，完成患者外釋程序劑量保守性評估。 ➤ 與台大醫院放射腫瘤科合作，完成建立以家用型平面掃描器進行 EBT 膠片之輻射劑量量測方法，並針對 4 名射護腺癌患者所進行的 14 次 IGRT 治療程序中，由於醫學影像定位可能造成之輻射劑量影響進行體內劑量量測。 ➤ 與長庚、奇美醫院進行聯繫，就醫院之進藥、藥物傳送、藥物儲存等程序進行資料蒐集與危險因子探討，並完成「核醫部門輻射曝露危險因子探討」研究報告。 ➤ 相關研究成果已完成投稿 2011 年美國保健物理學會年會會議論文摘要 1 篇，以及「第 5 屆中、日、韓核醫學術會議」論文摘要 2 篇，與研究報告 3 篇。
3. 緊急應變支援系統與管制技術研究發展與精進	3. 在緊急應變支援系統與管制技術研究發展與精進方面： ➤ 以「SPDS 整合系統開發(核三廠部份)」採購案，由本所提供系統設計需求與規範，廠商依照設計需求與規範查詢電廠訊號，進行軟硬體各項工作。完成後安裝於本所之伺服主機。 ➤ 以「應用計算流體力學程式分析熔渣於圍阻體內之熱傳模式」招標案，委託清華大學將爐心熔渣理論模式 (包

	含熱水流模式與液態金屬固化模式等) 與數值方法模擬，將嚴重事故重要現象疑點澄清。 ➤ 新增工作項目「日本福島事件後我國現有核電廠嚴重事故處理指引分析檢討」方面，與電廠檢討我國核電廠現行之緊急運轉程序與嚴重事故處理指引。 ➤ 研議 RADTRAD 程式中計算主蒸汽管路與主蒸汽隔離閥 Deposition Fraction 之各種模式。
4. 輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立	4. 在輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立方面： ➤ 依據 ANSI/IEEE N42.34 (2006)標準，建立核種能譜分析儀之輻射能量、電磁、機械與環境等儀器性能檢測技術。 ➤ 參考美國 ANSI N13.32 (2008)肢端劑量計能力試驗標準，研製指環劑量計校正假體與建立劑量計校正技術。 ➤ 利用本所同位素組製作生產之 Ga-67 核醫藥物，以 $4\pi\gamma$ 高壓標準游離腔活度量測系統，校正核醫針劑試樣之實際活度，提升臨床核醫藥物放射活度的標定準確度。 ➤ 針對核設施之環境劑量監測儀器，設計可攜式之校正設備，建立國內環境劑量監測儀器現場即時之校正技術及相關作業程序書。 ➤ 建立符合 ISO 8529-2 (2000)標準之中子偵檢儀器校正方法，並完成各項校正方法之結果比較與校正不確定度評估。 ➤ 建立加馬刀，電腦刀及光子刀等治療設備之治療計畫劑量驗證技術與小視野劑量驗證作業程序。
5. 粒子治療設施之輻射量測評估技術建立與審查研析	5. 在粒子治療設施之輻射量測評估技術建立與審查研析方面： ➤ 以蒙地卡羅 MCNP 程式，建立評估質子治療設施誘發中子量測儀器反應度之模式，完成波那氏球能譜系統之能量響應函數研究(中子能量小於 20MeV)，利用此模式未來可將波那氏球對中子能量的響應函數研究延申至 250MeV。 ➤ 以現有 Co-60 劑量標準系統，依據 IAEA TRS398 報告建立校正質子劑量量測游離腔之技術， ➤ 參考 IAEA-TRS 398 號報告、ICRU-59 號報告，建立質子參考劑量之量測方法。 ➤ 完成多球式中子能譜量測系統硬體設施建立與性能測試。 ➤ 引進 UMG 3.3 中子能譜展開(unfolding)軟體，並完成運用最大熵方法計算中子多球體偵檢器數據之程式介紹研究報告。

6. 人為故意破壞危害分析之審查技術建立	6. 在人為故意破壞危害分析之審查技術建立方面： ➤ 研讀最新保安法規、國內核電廠視察報告，參加原能會3月7日至14日之”緊急應變/核子保安視察人員專業訓練”課程，並負責其中3月10日”核能電廠量化保安風險評估及SAVI應用”3小時之授課。 ➤ 執行用過燃料乾式貯存護箱外物撞擊安全評估以作為核設施撞擊案例分析應用。 ➤ 完成”核能電廠量化保安風險評估及SAVI應用”及”核設施撞擊安全評估案例分析”等二篇所內報告撰寫及上網登錄審查。 ➤ 11/02 完成IAEA、NRC、FERC 相關保安法規比較，及”NERC 資通安全標準概觀與共同準則探討”、”SAVI 入侵弱點系統分析工具深度解析”二份所內報告撰寫及上網登錄審查。 ➤ 11/15 完成”Stiffened plate subjected to shock loading using the nonlinear finite element method”SCI 論文上網登錄審查及投稿。 ➤ 全年度共4篇所內報告、1篇SCI 論文期刊投稿。
7. 緊急應變資訊平台建立	7. 在緊急應變資訊平台建立方面： ➤ 緊急應變資訊平台將以GIS圖台為基礎，並先強化核電廠周邊之人文活動，地理交通狀況，以及專責單位可供動員之應變資源等資料庫以提供資訊管理功能。同時以原能會之核子事故緊急應變工作平台為核心規劃，與現有核子事故緊急應變劑量評估系統、嚴重事故分析、環境輻射行動偵測系統與視訊連線系統進行連結，以統整並顯示演習流程與應變資訊進而具有輔助決策功能。
8. 大氣擴散模式與驗證技術發展與審查技術	8. 在大氣擴散模式與驗證技術發展與審查技術方面： ➤ 研究大氣擴散評估驗證標準ASTM 6589D，以作為驗證平台發展之基礎，完成「核電廠大氣擴散與輻射劑量評估模式驗證與展示資訊之設計研究」研究報告，提出功能需求與設計規劃，並且整理成會議論文投稿2011年環境工程學會年會暨環境資訊研討會獲選上台發表。。 ➤ 與長榮大學賴信志老師實驗室合作，共同研討設計平台功能與各種軟硬體需求，以做為長久發展的基礎。 ➤ 研究大氣擴散模式參數獲得方法與品質影響，如不同資料來源的地形模型對風場評估結果之影響，完成小尺度模式篩選技術報告一篇。
<u>(三)放射性廢棄物管理之管制技術發展</u>	

1. 放射性污染保溫材之安定性處理可行性技術之研究	1. 在放射性污染保溫材之安定性處理可行性技術之研究方面： ➤ 廢珍珠岩表面除污技術，以超音波震盪結合草酸溶液之效果最佳，Co-60 去除率可達 94%、Cs-137 去除率則有 87%。 ➤ 珍珠岩混凝土再利用，進行水/膠比 0.5-0.6，珍珠岩取代 10-30%水泥之實驗測試，觀察試體強度變化。以水/膠比=0.5，10%水泥取代量的條件最佳，試體抗壓強度與對照組(純水泥)相當。達外釋標準之保溫材，可部分取代水泥使用於電廠內之混凝土工程施作。 ➤ 結合加壓及加熱兩種處理技術進行廢保溫材處理。岩棉保溫材以常溫壓縮最具經濟效益，於 200kg/cm²壓力下即可獲致良好的處理效果，體積可減少 90%以上；珍珠岩於壓力 600kg/cm²下體積可減少 75%以上。壓縮餅之體積穩定性佳，核二廠壓縮餅體積膨脹，主因是壓縮機壓力不足所致。 ➤ 以高溫熔融法處理，珍珠岩需 1000°C以上並持溫 4~6 小時才能達到熔融狀態，岩棉所需溫度則更高達 1200°C以上。由於保溫材之絕熱特性，以高溫熔融法處理需耗費大量熱能，不具經濟效益。
2. 低放射性廢棄物處置場功能評估導則與審查要點之研究	2. 在低放射性廢棄物處置場功能評估導則與審查要點之研究方面： ➤ 文獻彙整分析，參考國際安全評估審查案例(加拿大 Bruce 處置場與美國 Andrews)，研擬適合國內低放處置計畫之審查導則。 ➤ 安全評估審查要項分析，完成多核種安全評估模型的建立，該模型中假設處置場包含四組不同衰變情形的核種 (Co-60、Cs-137、Sr-90→Y-90 與 Pu-241→Am-241→Np-237)，透過各核種的安全評估模型的差異比較，經由安全評估案例分析試算建構處置場的整體安全評估模型，技術成果可協助管制機關瞭解安全分析報告審查要點與過程。
3. 低放射性廢棄物處置場資料庫導則與審查要點之研究	3. 在低放射性廢棄物處置場資料庫導則與審查要點之研究方面： ➤ 參考 IAEA 相關標準與各 IAEA 會員國作法，完成低放射性廢棄物資料庫欄位清單。內容包括廢棄物特性、包件特性、核種特性、管理記錄等共 123 個欄位。可以確實紀錄各廢棄物包件的基本資料，利於未來處置場的順利接收與管制。

	➤ 實際參訪國內各核能電廠以及相關單位，了解國內實際現況。 ➤ 完成國內低放射性廢棄物必要欄位資料庫設計。內容包含系統需求分析、程式開發、資料庫建構等。 ➤ 完成低放射性廢棄物處置場資訊管理雛型系統。
4. 低放射性廢棄物活度量測追溯與驗證	4. 在低放射性廢棄物活度量測追溯與驗證研究方面： ➤ 彙整與分析本所貯存庫固化桶資料：廢棄物來源包含污泥、灰渣、砂石及水泥，桶中廢棄物均勻固化物為水泥，廢棄物/水泥之重量比約為 1.0~1.2/1.0。目前貯存之廢棄物 3575 桶，其中清大 2354 桶、本所水泥固化 1161 桶及電漿溶岩 60 桶，純鍺偵檢器量測核種為 Cs-137，表面劑量率約 110 ~ 600 $\mu\text{Sv/h}$。 ➤ 整理 049 館庫房建立低放射性廢棄物量測實驗室。 ➤ 純鍺偵檢器量測(Canberra-M556，Genius-2000)：清大 42 個固化桶，表面劑量率範圍：1~15($\mu\text{Sv/h}$)，活度範圍：219~49370(kBq)，重量範圍：291~416 (kg)。 ➤ 建立 5 種密度 16 支棒型體射源，其中水泥固化桶校正件，密度 1.6 g/cm³ 桶內介質與活度皆均勻分布，Cs-137 及 Co-60 總活度為 326 kBq 及 3646 kBq(參見佐證圖表)。 ➤ 建立現場式純鍺偵檢器量測系統(ORTEC ISO-CART)之最佳量測條件，與整桶水溶液標準件 Cs-137 及 Co-60 活度皆差異 < 10%。 ➤ 利用 ISOCART 對 53 桶清大水泥固化桶進行整桶加馬活度量測，同時與 Canberra、SWAM-3 系統進行量測比對，結果顯示：與 Canberra 系統量測結果比對，有 42 桶量測誤差小於 20%；另外與 SWAM-3 系統量測結果比對，35 桶內有 23 桶量測誤差小於 20%。 ➤ 完成 ISOCART 對 55 加侖桶低放射性廢棄物整桶活度量測效能評估，相關結果已於 07/27 投稿至 SCI 期刊與 ICRM2011 國際會議。 ➤ 利用清大水泥固化桶，透過排列組合方式排列成“正方體、四立方、六立方、八立方”之幾何形狀，以模擬為核能電廠所產生大型低放射性廢棄物；並已利用 ISOCART 完成加馬活度量測實驗。 ➤ 利用 208L，不同密度之 16 孔校正桶，分別對 Mn-54、Co-60 與 Cs-137 三種不同放射性核種，進行整桶加馬活度量測實驗，以評估 ISOCART 對不同放射性核種、在不同密度下之量測性能。 ➤ 為了解國內相關單位現有系統之性能，擬進行低放射性廢

	棄物活度量測比對，已於今年 10 月 25 日舉辦低放射性廢棄物活度量測比對說明會，預定 101 年 7 月執行。
5. 用過核子燃料管理技術方案研究	5. 在用過核子燃料管理技術方案研究方面： ➤ 依據 IAEA 「動力反應器資訊系統(PRIS)」迄 2011 年 3 月底全世界核能發電機組(含建造中與停機中)的共有 637 部機組，分別屬於 34 個國家。 ➤ 蒐集前述核能發電國家對於用過核子燃料之管理現況資訊，來源包括聯合公約國家報告、IAEA 網路版廢棄物管理資料庫(NEWMDB)、IAEA 核子燃料循環整合資訊系統(INFCIS)、IAEA 核能發電國家背景資料(CNPP)、OECD-NEA 國家報告、世界核能協會(WNA)、亞洲核能合作論壇(FNCA)、放射性廢棄物網路連結組織(RadWaste.Org)、各國廢棄物管理專責機構網站等。 ➤ 依據文獻與網路資訊彙整分析比利時、法國、芬蘭、德國、日本、韓國、瑞士、瑞典、英國、美國等之高放射性廢棄物/用過核子燃料處置技術發展現況。技術內容包括場址調查、設施設計、安全評估等。 ➤ 以 EndNote 文獻管理應用軟體建置用過核子燃料管理文獻，以利文獻彙整與資訊分析利用。

肆、計畫經費與人力執行情形

一、計畫經費執行情形：

(一)計畫結構與經費

細部計畫 (分支計畫)		研究計畫 (分項計畫)		主持人	執行機關	備註
名稱	經費(千元)	名稱	經費(千元)			
提昇核能安全管制技術研究	73,292			廖俐毅	核能研究所	
		核管管制技術發展	22,847	林家德	核能研究所	
		緊急應變與劑量評估管制技術發展	37,541	張栢菁	核能研究所	
		放射性廢棄物管理之管制技術發展	12,904	紀立民	核能研究所	

(二)經資門經費表

預算執行數統計截止日期：100.12.31

項目 會計科目		預算數(執行數)/元			備註
		主管機關預算 (累計分配數)	自籌款	合計	
				流用後預算數 (實際執行數)	
一、經常支出					
1.人事費					
2.業務費		43,872,000 (43,872,000)		43,872,000 (43,855,231)	59.86 % (99.96%)
3.差旅費					
4.管理費					
5.營業稅					
小計		43,872,000 (43,872,000)		43,872,000 (43,855,231)	59.86 % (99.96%)
二、資本支出					
1.設備費		29,420,000 (29,420,000)		29,420,000 (29,420,000)	40.14% (100%)
小計		29,420,000 (29,420,000)		29,420,000 (29,420,000)	40.14% (100%)
合計	金額	73,292,000 (73,292,000)		73,292,000 (73,275,231)	100% (99.98%)
	占總經費%= 分配數÷預算數	100%		(99.98%)	
	(執行率=執行數÷ 流用後預算數)				

請將預算數及執行數並列，以括弧表示執行數。

與原計畫規劃差異說明：

本年度至 12 月份計畫經常支出分配數為43,872,000元，實際結報數為43,855,231元，執行率達99.96%；資本支出分配數為29,420,000元，實際結報數為29,420,000元，執行率達100%；經資門支出合計分配數為73,292,000元，實際結報數合計為73,275,231元，總經費執行率達99.98%。

二、計畫人力運用情形：

(一)計畫人力(人年) 人力統計截止日期：100.12.31

計畫名稱	執行情形	總人力(人年)	研究員級	副研究員級	助理研究員級	助理
分支計畫 提昇核能 安全管制 技術研究	原訂(全年)	57.76	1.8	14.7	23.2	18.06
	實際	57.26	1.3	14.7	23.2	18.06
	差異	-0.5	-0.5	0	0	0
分項計畫 核安管制 技術發展	原訂(全年)	20.3	0.7	8.7	5.2	5.7
	實際	19.8	0.2	8.7	5.2	5.7
	差異	-0.5	-0.5	0	0	0
分項計畫 緊急應變 與劑量評 估管制技 術發展	原訂(全年)	28.7	1.1	3.7	14.6	9.3
	實際	28.7	1.1	3.7	14.6	9.3
	差異	0	0	0	0	0
分項計畫 放射性廢 棄物管理 之管制技 術發展	原訂(全年)	8.76	0	2.3	3.4	3
	實際	8.76	0	2.3	3.4	3
	差異	0	0	0	0	0

說明：

研究員級：研究員、教授、主治醫師、簡任技正、若非以上職稱則相當於博士滿三年、或碩士滿六年、或學士滿九年之研究經驗者。

副研究員級：副研究員、副教授、總醫師、薦任技正、若非以上職稱則相當於博士、碩士滿三年、學士滿六年以上之研究經驗者。

助理研究員級：助理研究員、講師、住院醫師、技士、若非以上職稱則相當於碩士、或學士滿三年以上之研究經驗者。

助理：研究助理、助教、實習醫師、若非以上職稱則相當於學士、或專科滿三年以上之研究經驗者。

(二)主要人力投入情形(副研究員級以上)

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
廖俐毅	計畫主持人	4.8 提昇核能安全管制技術研究 分支計畫主持人	學歷	博士
			經歷	核能研究所
			專長	原子能工程
林家德	共同主持人	0.6 核安管制技術發展 分項計畫主持人	學歷	碩士
			經歷	核能研究所
			專長	核子工程
張栢菁	共同主持人	1.2 緊急應變與劑量評估 管制技術發展 分項計畫主持人	學歷	博士
			經歷	核能研究所
			專長	核子工程
紀立民	共同主持人	1.2 放射性廢棄物管理之 管制技術發展 分項計畫主持人	學歷	碩士
			經歷	核能研究所
			專長	地球科學
楊義卿	研究員	1.8 提昇核能安全管制技術研究 協助分支計畫主持人	學歷	碩士
			經歷	核能研究所
			專長	核子工程
張訓志	副研究員	9 分支計畫資料彙整提報	學歷	博士
			經歷	核能研究所
			專長	核子工程
周鼎	副研究員	7.2 提昇核能安全管制技術研究	學歷	碩士
			經歷	核能研究所
			專長	土木工程
林家德	副研究員	1.2 風險告知廠外事件規範研究 子項計畫主持人	學歷	碩士
			經歷	核能研究所
			專長	核子工程
高梓木	研究員	0.6 風險告知廠外事件規範研究	學歷	博士
			經歷	核能研究所
			專長	核子工程
陳詩奎	研究員	6 風險告知廠外事件規範研究	學歷	博士
			經歷	核能研究所

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
		範研究（病假中）	專 長	核子工程
吳景輝	副研究員	3 風險告知廠外事件規範研究	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	核子工程
趙椿長	副研究員	3.6 風險告知廠外事件規範研究	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	核子工程
鄭宗杰	副研究員	2.4 核電廠儀控資通安全 風險管理研究 子項計畫主持人	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	電子工程
鄭武岳	研究員	1.2 核電廠儀控資通安全 風險管理研究	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	電子工程
周貽新	副研究員	2.4 核電廠儀控資通安全 風險管理研究	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	資訊工程
王仲容	副研究員	2.4 核電廠系統安全分析 應用程式 TRACE 之 模式建立與驗證 子項計畫主持人	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	核子工程
曾哲聰	副研究員	3.6 燃耗對核燃料運轉及 貯存性質影響研究 子項計畫主持人	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	機械工程
黃俊源	副研究員	6 材料劣化行為研究與 診斷技術開發 子項計畫主持人	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	材料工程
葉基榮	副研究員	2.4 材料劣化行為研究與 診斷技術開發	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	礦冶材料
楊雍穆	副研究員	3	學 歷	碩士

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
		核設施輻射評估與防護審查技術建立 子項計畫主持人	經 歷	核能研究所
			專 長	核子工程
張淑君	副研究員	1.2 核子醫學診療輻射劑量評估研究	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	原子科學
王郁文	副研究員	6 緊急應變支援系統與管制技術研究發展與精進 子項計畫主持人	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	核子工程
王士珍	研究員	4.8 緊急應變支援系統與管制技術研究發展與精進	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	核子工程
王德全	副研究員	4.8 緊急應變支援系統與管制技術研究發展與精進	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	機械(核子)工程
楊雍穆	副研究員	0.6 緊急應變支援系統與管制技術研究發展與精進	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	核子工程
李振弘	副研究員	3.6 輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立 子項計畫主持人	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	原子能工程、生醫工程與環境
袁明程	副研究員	2.4 粒子治療設施之輻射量測評估技術建立與審查研析 子項計畫主持人	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	原子科學
李振弘	副研究員	2.4 粒子治療設施之輻射量測評估技術建立與審查研析	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	原子能工程、生醫工程與環境
鄭武岳	研究員	4.8 人為故意破壞危害分	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
		析之審查技術建立子項計畫主持人	專 長	電子工程
朱棟樑	副研究員	1.2 人為故意破壞危害分析之審查技術建立	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	土木(水利)工程
楊雍穆	副研究員	0.6 緊急應變資訊平台建立子項計畫主持人	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	核子工程
方新發	副研究員	0.6 緊急應變資訊平台建立	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	原子科學
方新發	副研究員	2.4 大氣擴散模式與驗證技術發展與審查技術子項計畫主持人	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	原子科學
趙裕	副研究員	4.4 放射性污染保溫材之安定性處理可行性子項計畫主持人	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	環境工程
孫金星	副研究員	2.4 放射性污染保溫材之安定性處理可行性	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	化學工程
周貽新	副研究員	3.6 低放射性廢棄物處置場資料庫導則與審查要點子項計畫主持人	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	資訊(電機)工程
武及蘭	副研員	8.4 低放射性廢棄物活度量測追溯與驗證子項計畫主持人	學 歷	大學
			經 歷	核能研究所
			專 長	物理學

與原計畫規劃差異說明：

本年度 12 月規劃投入研究人力 57.76 人年，實際投入人力 57.26 人年(即佔規劃人力 99.13%)，預定與實際投入人力差異主要之因素包括原規劃人員配合全所組織調整及整體需求參與其他工作，以及離職、調職與退休等。

伍、計畫已獲得之主要成果與重大突破 (含量化成果output)

(截至 12 月 31 日為止)

一、本計畫主要成果及重大突破

請就本計畫涉及之(1)學術成就或(2)技術創新或(3)經濟效益或(4)社會影響(5)其它效益方面說明重要之成果及重大之突破，以文字方式分列說明。

1. 風險告知廠外事件規範研究：(1)99 年度計畫成果：協助原能會建立核電廠火災防護標準草案之建立，再透過專家座談與公聽會的辦理，可讓社會瞭解核電廠安全的嚴格標準，有助於提升核能發電的接受度。(2)100 年度計畫成果：完成核設施火災防護準則草案，並舉辦三次專家座談及一次公聽會，未來可提供原能會實施核設施防火法規與相關管制的基礎。
2. 核電廠儀控資通安全風險管理研究：(1)99 年度計畫成果：共完成國外期刊投稿 4 篇及國內期刊投稿 2 篇；國際研討會論文發表 8 篇；國內研討會論文發表 2 篇；研究報告完成 6 篇，相當於平均每科技人年至少完成 1 篇。(2)100 年度完成核能電廠電腦控制安全法規 RG 5.71 導入研究研究報告 1 篇 (INER-8061R)。完成投稿 Progress in Nuclear Energy, IEEE Software 國外期刊論文 2 篇。
3. 核電廠系統安全分析應用程式 TRACE 之模式建立與驗證：(1)99 年度計畫成果：與國立清華大學工程與系統科學系施純寬教授合作成立 TRACE 研究團隊，增加了額外的工作人力，完成核三廠與 IIST 設施之 TRACE 模式建立與驗證。已投稿國外 SCI 期刊共 3 篇，完成 NUREG/IA 報告 2 篇，提出我國應用 TRACE 程式於反應器安全分析的成果。投稿國際研討會 NUTHOS-8、ICAPP 10、ASME-AIT-UIT 2010、American Nuclear Society: 2010 Winter Meeting 論文共 8 篇已發表。投稿國際研討會 ICAPP 2011 與 ICONS 19 共 5 篇摘要，均已被接受。(2)100 年度計畫成果：A.完成龍門電廠之相關資料收集與龍門核電廠 TRACE 熱水流安全分析模式之建立與驗證。B.NUREG-IA 報告 1 篇 (NUREG/IA-0252)已被美國 NRC 審核通過，於 4 月 12 日收到 25 份紙本，另 1 篇 NRC NUREG report 已被接受(10 月 25 日)，編號為 NUREG/IA-0404。C.投稿或發表國際會議論文共 14 篇。D. 投稿或發表國際期刊論文共 3 篇。
4. 燃耗對核燃料運轉及貯存性質影響研究：(1)99 年度計畫成果：建立護套應力腐蝕實驗與潛變實驗系統，潛變部分已進行 400°C、450°C、480°C、500°C 下未充氫鋁合金試片實驗；充氫實驗部份已完成含氫 300 ppm 試片製作。另配合實驗技術開發，完成國外期刊論文兩篇，發表與接受各一。(2)100 年度計畫成果：(A).完成燃料行為分析，成果發表於：Journal of the Chinese Institute of Engineers, Volume 34, No. 107, 2011。(B). 完成不同氫化鋁方位對應力消除退火鋁合金護套破壞行為研究，成果發表於國際期刊：“Effect of Hydride Orientation on Fracture Toughness of Zircaloy-4 Cladding”，Journal of Nuclear Materials Volume 408, Issue 1, 1 January 2011。完成再結晶鋁合金護套劣化行為研究：比較不同

冶金狀態下護套破壞行為，相關研究成果發表於第一屆亞洲鋳合金研討會，會議論文：“Fracture Properties of Zircaloy-4 Cladding with Recrystallized and Stress-Relieved Annealing Conditions”。完成再結晶鋳合金護套高溫劣化行為研究，並評估含氫化鋳再結晶護套氫脆效應，已投稿國外學術期刊。完成 400°C 不同環向應力鋳合金護套徑向潛變行為評估，相關研究發表於 2011 IUMRS-ICA (國際亞洲材料大會)。

5. 材料劣化行為研究與診斷技術開發：(1)99 年度計畫成果：發表 3 篇有關環境引致核能組件劣化期刊論文，包括探討異材銲道稀釋區 Cr 含量降低可能導致腐蝕疲勞劣化加速，利用 SSRT 測試方式探討熱影響區、母材及銲道性質之差異。及探討加氫水化學與飽和氧環境對冷作不銹鋼之劣化機制。(2)100 年度計畫成果：(A).完成 ICGEAC 會議論文發表 1 篇，並發表 International conference on environmental degradation of nuclear power system 會議論文 1 篇及完成投稿 SCI 論文一篇。(B).完成 SS304L 不銹鋼組件冷作加工加劇應力腐蝕行為研究與腐蝕速率量測。(C).完成冷作加工 SS 304L 於 5 wt%NaCl 環境之慢速率拉伸測試與破斷面分析，完成 SCI 論文一篇。(D).完成鑄造不銹鋼於 450°C/6000h 時效。
6. 核設施輻射評估與防護審查技術建立：(1)99 年度計畫成果：完成九十八年輻射源安全檢查及輻射異常物處理分析報告，對於 98 年度原能會委託辦理全國可發生游離輻射設備、輻射物質稽查、異常物處理與作業場所安全檢查等約 2500 件之作業進行檢討分析(INER-7112R 報告)，以作為業者改善及提供主管機關未來執行輻射管制及檢查作業之參考。(2)100 年度計畫成果：完成核設施例行運轉(氣、液)體排放劑量分析標準程序建立之研究、完成控制室大氣擴散評估標準程序建立之研究、完成汽機廠房 HVAC 及機械穿越管碰撞輻射分析之研究等四篇報告，提升國內核設施環境安全。
7. 核子醫學診療輻射劑量評估研究：(1)99 年度計畫成果：完成建立核醫治療患者外釋管理辦法、服用核醫藥物患者外釋所需個人化劑量評估系統、個人化患者返家後之輻射安全指引衛教單、台灣成年男性參考假體與體素假體靶器官平均吸收劑量 S 值計算，該計畫成果除作為國內核子醫學診療患者外釋管制參考，並提供發展標靶治療藥物所需之體內劑量評估技術，本子項計畫於 99 年度共計完成 2 篇國際期刊，1 篇國內期刊與 2 篇研究報告。(2)100 年度計畫成果：(A).完成建立服用核醫藥物患者外釋劑量評估方法，可快速且不失保守地評估甲狀腺癌患者在經過放射性碘-131 治療後，殘留體內放射性藥物對醫療人員、患者家屬以及可能接近民眾所造成之個人有效曝露劑量、集體劑量之評估。(B).透過與醫療院所之臨床合作，取得台灣地區甲狀腺癌治療患者之體外劑量量測值，作為個別患者藥物清除率與藥物代謝有效半衰期計算基準，有效指出由於東西方飲食、生活等習慣差異所造成的甲狀腺器官碘-131 清除率不同，並提出以考慮個別患者不同清除率所造成之有效劑量，而非以服用藥物活度作為患者外釋唯一參考依據的「核子醫學患者外釋建議」方案。(C).與台大醫院放射腫瘤科合作，完成建立的 EBT 膠片輻射劑量量測方法，可在不影響

治療程序且不需昂貴儀器設備的優點下，快速、準確的進行射護腺癌患者腹部由於 IGRT 程序中影像定位所造成之體內曝露劑量與額外致癌風險，提供專科醫師於射護腺癌治療過程中，對於醫學影像擷取裝置的使用頻率參考。(D).與基隆長庚癌病治療中心、奇美醫院合作，就醫院之進藥、藥物傳送、藥物儲存等程序進行資料蒐集與危險因子探討，分析該程序中須留意之輻射安全議題與人員管理措施，相關研究成果完成「核醫部門輻射曝露危險因子探討」研究報告。(E).計畫相關研究成果已投稿 2011 年美國保健物理學會年會論文摘要 1 篇與第 5 屆中、日、韓核醫學術會議」論文摘要 2 篇，與研究報告 3 篇。

8. 緊急應變支援系統與管制技術研究發展與精進：(1)99 年度計畫成果：完成核一廠緊急應變支援系統建立與測試工作，於 12 月編寫完成研究報告。完成以 MAAP5 程式分析電廠事故處理策略報告 1 篇，並投稿至國外期刊發表。完成核子事故緊急應變線上演訓平台以及遠距遙控環境偵測機器人。於亞洲地理資訊系統國際會議上台發表有關緊急應變資訊平台及行動偵測系統會議論文 2 篇。其中有關緊急應變資訊平台應用 Google Earth 技術，已被我國地理資訊應用期刊「國土資訊系統通訊」邀稿於本年底發表。(2)100 年度計畫成果：(A) 完成自行發展龍門電廠緊急應變事故評估系統，建立龍門電廠緊急應變之能力。完成包含電廠狀態展示、事故狀態診斷、事故演變預測、事故處理監測與事故評估資料庫等五個子系統之龍門電廠緊急應變支援系統，並可顯示正確圖形。並完成相關報告 1 篇。將對龍門電廠緊急應變評估工作有相當助益。並以論文「Development of Emergency Response Support System In Taiwan」1 篇投稿至國外期刊發表。(B).建立核三廠 SPDS 整合系統，並可顯示正確圖形。完成相關報告 1 篇。(C) 委託清華大學完成「應用計算流體力學程式分析融渣於圍阻體內之熱傳模式」工作及論文 1 篇。(D) 完成研議 RADTRAD 程式中計算主蒸汽管路與主蒸汽隔離閥 Deposition Fraction 之各種模式及相關報告 1 篇。(E) 因應新增工作項目「日本福島事件後我國現有核電廠嚴重事故處理指引分析檢討」，完成「嚴重事故處理指引升級研究」報告 1 篇。
9. 輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立：(1)99 年度計畫成果：利用本所 Co-60 廢棄射源，結合實驗室研發之專利技術（衰減式射源照射裝置，中華民國發明專利第 I 302325 號），使廢射源再生成為符合 ISO-4037 規範之制式輻射照射器。此外，參考 IEC 61267 (2005)國際規範，建立適合於電腦斷層掃描 X 射線劑量之校正標準及校正追溯技術，可配合主管機關推動相關之醫療曝露品保作業，有效保障民眾之醫療品質。(2)100 年度計畫成果：(A)完成”Radiation characteristics of homemade radiophotoluminescent glass dosimeter”期刊論文 1 篇，投稿至 Radiation Measurements SCI 期刊獲得接受，完成”Evaluation of wall correction factor of INER’s air-kerma standard chamber and dose variation by source displacement for HDR Ir-192 brachytherapy” 期刊論文 1 篇，投稿至 Radiation Measurements SCI 期刊(1350-4487, Radiation Measurements)，而 99 年度投稿的 2 篇期刊論文，也於本年度刊登於 Radiation Protection Dosimetry SCI 期刊。(B)利用多層次銅濾片、Co-60 廢射源再生利用之照射器與自行設計之台

- 車軌道裝置，使單一射源即能產生多重強度射源之效果，建置完成 Co-60 加馬劑量校正系統，達到廢射源有效回收再利用，並開發國內自行研製輻射量測與校正裝備之能力。此外，本年度也完成 Co-60 加馬劑量校正系統性能測試、輻射場量測標定與性能模估，並實際應用於輻射偵檢儀器與人員劑量計之校正。
10. 粒子治療設施之輻射量測評估技術建立與審查研析：(1)99 年度計畫成果：建立質子加速器與治療設施之輻射屏蔽分析 PHITS 蒙地卡羅技術與 FLUKA 蒙地卡羅技術，並與日本原子力研究開發機構(JAEA)、高能加速器研究機構(KEK)進行國際交流，派員赴日本實際參與加速器設施運轉之安全管制實務研習，並研討質子加速器有關之屏蔽設計、輻射防護、劑量量測等技術。(2)100 年度計畫成果：建立以 IAEA-TRS 398 號報告為基礎之質子劑量量測技術，並與中央大學合作「質子治療之相關探測器研製 3 年計畫」預計於 101 年正式執行。
 11. 人為故意破壞危害分析之審查技術建立：(1) 99 年度計畫成果：協助主管機關建立汽車炸彈、飛機撞擊、安全與保安界面視察導則、及資通安全審查技術。建立符合國情需求之核設施人為故意破壞入侵路徑分析及汽車炸彈評估平台，為國內首創技術。(2)100 年度計畫成果：(A)參加原能會「緊急應變/核子保安視察人員專業訓練」課程，並負責「核能電廠量化保安風險評估」3 小時之授課。(B). 執行 IAEA、NRC、FERC 相關保安法規比較，完成「NERC 資通安全標準概觀與共同準則探討」、「SAVI 入侵弱點系統分析工具深度解析」二份所內報告。(C). 完成「核能電廠量化保安風險評估及 SAVI 應用」及「核設施撞擊安全評估案例分析」等二篇所內報告，及「Stiffened plate subjected to shock loading using the nonlinear finite element method」SCI 論文上網登錄審查及投稿。
 12. 緊急應變資訊平台建立：本子項計畫為第 1 年執行，完成美國保健物理年會「Improving Emergency Response Ability by Using WebGIS and Google Earth」會議論文摘要投稿，並被接受海報論文、完成核子事故緊急應變電腦演訓平台系統操作使用手冊以及完成 Quantum Geographic information system (QGIS)1.6.0 使用入門等三項工作。
 13. 大氣擴散模式與驗證技術發展與審查技術：本子項計畫為第 1 年執行，進行「大氣擴散模式統計評估標準指引(ASTM D6589-00)」蒐集與解讀著手，瞭解大氣擴散模式與驗證工作之需求，並與長榮大學賴信志老師合作，著手進行核電廠大氣擴散與輻射劑量評估模式驗證平台設計。完成「核電廠大氣擴散與輻射劑量評估模式驗證與展示資訊之設計研究」研究報告，提出功能需求與設計規劃，並且整理成會議論文投稿 2011 年環境工程學會年會暨環境資訊研討會獲選上台發表。研究大氣擴散模式參數獲得方法與品質影響，如不同資料來源的地形模型對風場評估結果之影響，完成小尺度模式篩選技術報告一篇。
 14. 放射性污染保溫材之安定性處理可行性技術之研究：(1) 99 年度計畫成果：完成初步保溫材高壓結合高溫方式處理及超音波震盪除污實驗，第一項實驗可以減容 80%，減重 22%，第二項實驗對部分核種除污效率達到 80%以上。由於國內廢保溫材數量超過 10,000 桶，大部分活度並不高，可以藉由除污使其達到外釋標準，減少低放廢棄物之數量；無法達到外釋標準之廢保溫材，也可藉由高

- 壓結合高溫方式處理進行減容減重，達到減量之效果。明年度將進行後續效果確認實驗，預期可以大幅減少廢保溫材數量，降低對後續之貯存處置費用。
- (2)100 年度計畫成果(A).開發廢珍珠岩表面除污技術，以超音波震盪結合草酸溶液之效果最佳，Co-60 去除率可達 94%、Cs-137 去除率則有 87%。(B).珍珠岩混凝土再利用，以水/膠比=0.5，10%水泥取代量的條件最佳，試體抗壓強度與對照組(純水泥)相當。(C).岩棉保溫材以常溫壓縮最具經濟效益，於 200kg/cm² 壓力下即可獲致良好的處理效果，體積可減少 90%以上；珍珠岩於壓力 600kg/cm²下體積可減少 75%以上。壓縮餅之體積穩定性佳，核二廠壓縮餅體積膨脹，應是壓縮機壓力不足所致。高溫結合高壓，壓縮餅體積雖然可以再略為減少，但由於保溫材之絕熱特性，高溫耗費大量熱能，不具經濟效益。(D).完成發明專利申請 1 篇，研究報告 2 篇。
15. 低放射性廢棄物處置場功能評估導則與審查要點之研究：(1)99 年度計畫成果：依據美國 NRC 法規及 WCS 低放處置廠實際申請案例完成美國低放處置安全評估技術規範與案例研究並提出研究成果報告。(2)100 年度計畫成果：(A)已發表「放射性廢棄物處置多核種安全評估模型之技術發展」國內期刊論文 1 篇。(B)完成「低放處置場多核種孔隙介質地下水傳輸評估要點與案例運用」研究報告 1 篇。(C)完成「加拿大中低放射性廢棄物最終處置安全評估之案例分析」研究報告 1 篇。
16. 低放射性廢棄物處置場資料庫導則與審查要點之研究：(1)99 年度計畫成果：參考 IAEA 標準，提出整合國內各低放射性廢棄物單位資料庫內容與資訊系統之架構。投稿 SCI 期刊“Service-oriented architecture for an overall radioactive waste package record”已於 Progress in Nuclear Energy 刊登(May 2011)(2)100 年度計畫成果：計畫成果投稿國內期刊-科儀新知已獲刊登(100 年 10 月)；完成 SCI 期刊投稿：“Database-centered retrieval processes for the re-assessment of low-level radioactive waste inventory records” (Journal of Environmental Management)與研究報告 3 篇。
17. 低放射性廢棄物活度量測追溯與驗證：本子項計畫為第 1 年執行。100 年度計畫成果：(1)完成本所貯存庫內清大水泥固化桶之表面劑量率與整桶活度對應關係圖。(2)初步完成 ISOCART、Canberra、SWAM-3 三套量測系統比對，量測差異在 20 %以內。(3)完成 ISOCART 對 55 加侖桶低放射性廢棄物整桶活度量測效能評估，相關結果已於 07/27 投稿至 SCI 期刊與 ICRM2011 國際會議；另完成 5 份研究報告。(4) 為了解國內相關單位現有系統之性能，擬進行低放射性廢棄物活度量測比對，已於今年 10 月 25 日舉辦低放射性廢棄物活度量測比對說明會，預定 101 年 7 月執行。
18. 用過核子燃料管理技術方案研究：本子項計畫為第 1 年執行。100 年度計畫成果：(1)完成「國際用過核子燃料管理現況分析」研究報告 1 篇。(2)完成「國際用過核子燃料處置技術發展現況分析報告」研究報告 1 篇。(3)以 EendNote 文獻管理軟體蒐集並建置 OECD-NEA、EURATOM、IAEA Safety Standard Series 等資料來源中的用過核子燃料管理相關文獻全文電子檔共 564 篇。

二、績效指標項目初級產出、效益及重大突破

請依本計畫(涉及)設定之成果項目以量化績效指標方式及佐證資料格式填寫主要之量化成果(如學術成就代表性重要論文、技術移轉經費/項數、技術創新項數、技術服務項數、重大專利及項數、著作權項數等項目，含量化與質化部分)。

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
學術成就(科技基礎研究)	A 論文	國內一般期刊論文小計 3 篇 國外重要期刊論文小計 13 篇 國際研討會論文小計 24 篇	1. 有助於提昇本所學術地位，並貢獻核電廠系統安全分析應用程式 TRACE 模式研發、燃料行為分析、環境加速劣化分析之相關技術，為相關核電廠系統安全分析技術發展重要參考與引用之依據。 2. 有助於提昇本所學術地位，並貢獻研發社群有關劑量評估管制技術發展與輻射儀器驗證能力等經驗之累積，為相關技術發展重要參考與引用之依據。 3. 可培養國內大氣汙染擴散模式驗證與資訊系統所需高階研發人力，提升相關領域的水準，增加論文產出。 4. 釐清放射性廢棄物安全管理與管理之需求，建立可行的技術方案如保溫材處理、安全評估審查、管理資料庫、包件活度量測、用過核子燃料管理策略等。相關研發成果的落實應用將有助於我國放射性廢棄物管制/管理作業的推動。	

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	B 研究團隊養成	1. 養成核電廠系統安全分析應用程式 TRACE 模式研究團隊 1 個。 2. 培養放射治療品保驗證研究團隊 1 個。 3. 培養低放射性廢棄物活度量測追溯與驗證研究團隊 1 個。	1. 所養成之本土團隊可機動、快速因應國內核電廠運轉管制所需專業視察、稽查、安全審查、分析所需之專家及緊急支援之人力，亦可針對國內核電廠所欠缺專門技術進行研發，以建立本土化自主技術，免受國外之技術與商業壟斷。 2. 因應我國目前推動之醫療曝露品質保證，建立本土化體內劑量評估模式與輻射屏蔽及防護標準審查程序，以確保醫療人員與一般民眾免於接受額外之輻射曝露。 3. 配合推動我國低放處置場設置工作，培養低放射性廢棄物活度量測追溯與驗證研究團隊，以確保有效管控放射性廢棄物特性，促進處置安全。	
	C 博碩士培育	博士研究生小計 8 人 碩士研究生小計 7 人	1. 可培養出國內未來需要的核電廠系統安全分析、燃料行為分析、環境加速劣化分析等領域所需高階研發人力，有助於增加論文產出。 2. 可培養出國內未來需要的輻射防護劑量評估、醫療院所輻射安全評估與輻射防護所需高階研發人才，提升相關領域的水準，增加論文產出。	

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	D 研究報告	研究報告小計 39 篇	技術經驗傳承，建構研發之基礎，劑量評估與量測技術發展可支援主管機關從事安全管制工作。促進管理實務效能並提昇民眾對核能安全之信心。	
技術創新(科技整合創新)	G 專利	申請、獲得國內或國外之專利 3 件	避免國外技術壟斷，保障智慧財產權利。	
	H 技術報告	2 篇	建立相關專業技能能量，提昇核安管制水準，並提供相關單位參考。	
	K 規範/標準制訂	引進並制訂國內 PRA 相關標準 1 件	提供 PRA 模型同行審查之依據，強化風險告知應用的品質。	

陸、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)

請依前述重要成果及重大突破說明其價值與貢獻度

一、學術成就(科技基礎研究) (權重 20%)

(一) 核安管制技術發展

在「核安管制技術發展」方面，本計畫支援原能會有關核電廠安全管制的相關研究，本年度集中在風險告知應用、數位儀控系統安全風險管理、核反應器先進熱水流安全分析能力建立、核燃料護套劣化研究與核能組件材料劣化行為研究與診斷等領域，在學術成就上範圍廣泛，除支援核管處制訂核設施火災防護準則(法規草案)與火災事件 PRA 標準之實務工作外，也發表多篇 SCI 期刊論文與國際會議論文，並與美國核管會(USNRC)國際合作計畫與相關報告之出版，成果已有國際水準，茲就重點成就部分分述如下：

1. 核電廠儀控資通安全風險管理研究：完成核能電廠電腦控制安全法規 RG 5.71 導入研究，探討核電廠儀控資安與商業資安標準本質上差異，有助於核能電腦控制安全領域科技基礎研究。完成投稿 Progress in Nuclear Energy 國外期刊論文 1 篇，發展關鍵安全系統之電腦控制安全與安全之風險評估方法，並以 HPCF 系統為例，發展一套未來能運用於核電廠之安全與電腦控制安全之整合式風險管理模型，可以辨識、管理與兩者有關之風險；建立支援遵守核能開發與運轉環境資安法規的流程圖形化展示方法，投稿 IEEE Software 國外期刊論文 1 篇。
2. 核電廠系統安全分析應用程式 TRACE 之模式建立與驗證：完成(1)完成龍門核電廠 TRACE 熱水流安全分析模式之建立與驗證。(2)NUREG-IA 報告 1 篇 (NUREG/IA-0252)已被美國 NRC 審核通過，於 4 月 12 日收到 25 份紙本，另 1 篇 NUREG report 已被接受(10 月 25 日)，編號為 NUREG/IA-0404。(3)投稿或發表國際會議論文共 14 篇。(4)投稿或發表國際期刊論文共 3 篇。
3. 材料劣化行為研究與診斷技術開發：完成投稿 International conference on environmental degradation of nuclear power system 會議論文 1 篇，SCI 論文兩篇，及 INTECH PUBLISHER 論文 1 篇。
4. 燃耗對核燃料運轉及貯存性質影響研究：發表或投稿國際期刊 2 篇；國際會議論文 2 篇。(1)完成燃料行為分析，成果發表於：Journal of the Chinese Institute of Engineers, Volume 34, No. 107, 2011。(2)完成不同氫化鋁方位對應力消除退火鋁合金護套破壞行為研究，成果發表於國際期刊：“Effect of Hydride Orientation on Fracture Toughness of Zircaloy-4 Cladding”，Journal of Nuclear Materials Volume 408, Issue 1, 1 January 2011, Pages 67-72。(3)完成再結晶鋁合金護套劣化行為研究：比較不同冶金狀態下護套破壞行為，相關研究成果發表於第一屆亞洲鋁合金研討會，會議論文：“Fracture properties of Zircaloy-4 cladding with recrystallized and stress-relieved annealing conditions”。(4)完成 400°C 不同環向應力鋁合金護套徑向潛變行為評估，相關研究發表於 2011 IUMRS-ICA (國際亞洲材料大會)。

(二) 緊急應變與劑量評估管制技術發展

本年度學術成就著重於利用合理抑低之概念，對於核醫患者之體內射源項評估、行動管制與環境輻射監測等技術進行深入之研究探討；並對於國內自行研製之輻射劑量計與輻射偵檢儀器，建立各項性能評估技術；此外，計畫也建立核設施人為故意破壞危害之分析技術，除可達到提昇國人於醫療行為過程中之輻射防護品質與增進本土核儀之研發能力之外，也建立了國內自主保安法規審查與風險評估能力，保障核能電廠運轉安全。相關研發成果也發表於 SCI 期刊，分述如下：

1. 核子醫學診療輻射劑量評估研究：所建立之患者外釋劑量評估辦法，係為依據國際輻射防護組織所開發之評估工具，佐以本土化患者之藥物清除率與藥物代謝半衰期，可作為核醫患者外釋快速篩檢依據；所發展之台灣成年男性參考假體與體素假體靶器官平均吸收劑量 S 值計算，則提供發展標靶治療藥物所需之體內劑量評估技術基礎。計畫亦與中臺科技大學合作，發展核醫造影過程由於金屬物質產生的假影修正技術，研究成果“Evaluation of the impact of metal artifacts in CT-based attenuation correction of positron emission tomography scans”發表於 SCI 期刊(Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section a-Accelerators Spectrometers Detectors and Associated Equipment, Vol. 648, p142-145, 2011)。
2. 輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立：與中國醫藥大學合作開發國內自製的玻璃劑量計，並進行劑量計的各項性能測試，可應用於輻射防護領域，提昇國內在輻射劑量評估方法的多元性與準確度，撰寫完成“Radiation characteristics of homemade radiophotoluminescent glass dosimeter”論文 1 篇，投稿至 Radiation Measurements SCI 期刊獲得接受；自行設計及製作 Ir-192 近接治療空氣克馬原級標準游離腔，並利用蒙地卡羅程式評估準確原級標準游離腔之腔壁修正因子與 Ir-192 射源於體腔位置變化所造成之劑量影響，有效提升國內近接治療劑量準確度與民眾醫療品質；撰寫完成“Evaluation of wall correction factor of INER’s air-kerma standard chamber and dose variation by source displacement for HDR Ir-192 brachytherapy”論文 1 篇，投稿至 Radiation Measurements SCI 期刊；99 年度投稿的 2 篇期刊論文，也在本年度依據審查委員意見進行修訂，獲得接受並發表於 Radiation Protection Dosimetry SCI 期刊。
3. 人為故意破壞危害分析之審查技術建立：在核設防止施車輛衝撞、資通安全、安全與保安界面等保安法規議題，完成所內二篇報告，協助國內建立核設施保安視察導則及審查技術。此外，本年度與國防大學陸軍官校合作探討鋼筋混凝土加勁板承受爆炸衝擊載重後之力學行為，研究成果“Stiffened plate subjected to shock loading using the nonlinear finite”投稿於 SCI 期刊(1537-6494, Mechanics of Advanced Materials and Structures)。

(三) 放射性廢棄物管理之管制技術發展

本年成果對於學術成就的整體價值與貢獻在於分析前人與國際經驗，尋求並研發可行的學術方法，以釐清我國放射性廢棄物處理與處置問題的學理本

質，進而建立可行的技術方法與解決方案。研發心得以書面論著發表，提供學界評論，以作為改進之依據，並可供後續學者專家深入研發之參考。重要成果如下：

1. 放射性污染保溫材之安定性處理可行性技術之研究：利完成研究報告 2 篇。
2. 低放射性廢棄物處置場功能評估導則與審查要點之研究：完成國內期刊論文 1 篇與研究報告 2 篇，報告內容著重協助管制機關建立安全評估審查技術。
3. 低放射性廢棄物處置場資料庫導則與審查要點之研究：完成低放射性廢棄物處置場資訊管理離型系統以及國際期刊投稿 1 篇、國內期刊 1 篇、研究報告 3 篇。
4. 低放射性廢棄物活度量測追溯與驗證：完成「The Performance Evaluation of a Movable Gamma-Ray Counting System for Radwaste Measurement」研究報告，於「18th International Conference on Radionuclide Metrology and its Applications」國際會議中發表，並投稿「APPLIED RADIATION AND ISOTOPES」學術期刊；另完成 5 篇研究報告，
5. 用過核子燃料管理技術方案研究：完成國際用過核子燃料管理資訊與處置技術發展現況分析相關研究報告 2 篇，內容比較國際現況並評述分析技術趨勢以及國內的技術需求，為後續的學術研發提供有效而完整的參考資訊。

二、技術創新(科技整合創新) (權重 30%)

(一) 核安管制技術發展

1. 在廠外事件風險告知規範方面，應用安全度評估量化技術，今年取得「設備維護成效監測裝置」中華民國、美國專利，可協助電廠維護策略之訂定及設備維護成效之提昇，是一套由國人自行開發的電腦軟體，以安全度評估技術為基礎，依據安全重要度分級監管，讓業者在保障安全的前提下降低維護成本；並即時存取設備維護紀錄，監管系統功能之可靠度與可用度，做為調整設備維護項目和週期之基礎，避免因設備過度維護造成設備可用度降低，使可用度與可靠度達到最佳化。
2. 核電廠儀控資通安全風險管理研究：(1)99 年度：依據 ISG-05 的準則，完成 RG5.71 與 ISO27001 比較、RG5.71 達成性評估、HPCF 與 FWC 的風險評估 DFD 架構圖。完成人機介面最小清單建立與驗證流程之發展並且以 LOCA 模擬情境作為案例探討。完成進步型核能電廠高壓灌水(HPCF)系統控制邏輯分析與發展。(2)100 年度期末：核電廠儀控資通安全風險管理研究：重要數位資產(CDA)辨識與評估，有助於提升數位儀控系統之安全性，可支援原能會核電廠數位儀控系統審查管制工作。建立支援遵守核能開發與運轉環境資安法規的流程圖形化展示方法，發展關鍵安全系統之電腦控制安全與安全之風險評估方法(Unified Security and Safety Risk Assessment Methodology for Safety-Critical Systems USSRAM)，並以 HPCF 系統為例，發展一套未來能運用於核電廠之安全與電腦控制安全之整合式風險管理模型，可以辨識、管理與兩者有關之風險。
3. 核電廠系統安全分析應用程式 TRACE 之模式建立與驗證：100 年度期末(1)

- 收集並研究龍門核電廠系統與運轉資料及電廠測試資料。(2)建立龍門核電廠各重要組件之 TRACE 模式，例如：反應爐、爐內泵、飼水三元控制系統等。(3)組合組件成為龍門核電廠 TRACE 熱水流安全分析模式。(4)以龍門核電廠之 FSAR 或起動測試資料進行 TRACE 模式計算結果校驗。(5)完成模式校驗報告，並提出程式使用經驗與問題。
4. 燃耗對核燃料運轉及貯存性質影響研究：(1)99 年度：建立護套腐蝕實驗系統與護套潛變實驗儀器校正與記錄器測試。除了運用本所獨特之鋁合金試片充氫技術，完成含氫量 300 ppm 之試片製作，潛變實驗部份已開始進行未充氫試片之數據量測。(2)100 年度：(A).建立鋁合金護套氫含量分析設備，並可配合美國電力研究所 EPRI 委託之「鋁合金材料照射研究試片氫化，分析量測鋁合金護套之氫含量。(B).研究護套應力腐蝕與潛變行為，特別考量鋁合金護套冶金性質與氫化鋁效應，以建立本所核燃料爐心行為分析與影響評估技術。(C).利用雷射影像處理方析技術，量測鋁合金護套徑向潛變之變形量。(D).開發碘蒸氣產生器並裝置於拉伸試驗機，可精確控制碘蒸氣分壓供實驗進行。
 5. 材料劣化行為研究與診斷技術開發：(1)99 年度：100°C 以上鹽霧環境之材料測試模擬用過燃料之乾式貯存，需克服鹽霧噴灑及系統氣密之障礙，國內第一套測試，目前初步測試成果已發表於國際會議論文，獲得好評。(2)100 年度：建立異材鐸道回火鐸珠技術，減少鐸後熱處理製程，節省製程成本。異材鐸道 Alloy 52-A 508 於模擬 BWR 水化學環境之測試發現，低合金鋼硫含量高低可能影響鐸道之應力腐蝕裂縫生長速率，目前測試 Alloy 82-A 508 是否有此趨勢。高溫鹽霧環境應力腐蝕可模擬測試不銹鋼乾儲筒於濱海環境之鹽霧環境應力腐蝕狀況，數據可提供乾儲筒壽限評估之依據。研究發現鹽霧濃度嚴重影響應力腐蝕劣化，故乾儲筒局部鹽分堆積，可能影響乾儲筒壽命。另外，缺口拉伸試片屬三軸應力，不同於單軸拉伸，故所造成的應力腐蝕劣化較單軸拉伸嚴重，故乾儲筒需避免施工過程撞擊造成表面缺陷。

(二) 緊急應變與劑量評估管制技術發展

本年計畫之技術創新在於建立核設施輻射評估與安全分析技術，並因應日本福島電廠事故，進行我國現有核電廠嚴重事故處理指引分析檢討、核子事故緊急應變電腦演訓平台系統及核電廠大氣擴散與輻射劑量評估模式驗證平台開發，對於醫療品保與輻射防護方面，計畫也利用家用平面掃描器建立 EBT 膠片劑量量測技術與研製屏蔽式低散射輻射量測儀器校正設備，協助主管機關解決國內緊急應變與劑量評估管制技術發展所面臨之問題。重要成果分述如下：

1. 核設施輻射評估與防護審查技術建立：以自行研發為主要執行方法，如有必要再以委託研究方式委請國內外專家學者協助，相關工作項目有參考 ICRP-60、ASTM E741 等新國際法規體系，研擬國內核設施新建機組之相關法規標準與要求準則、建立輻射評估與防護分析工具與標準程序、完成核子反應器相關輻射防護標準審查程序與案例分析比對。100 年度：完成汽機廠房 HVAC 及機械穿越管碰撞輻射分析以及核設施例行運轉氣、液體排放劑量分析標準程序建立等

研究報告五篇。

2. 核子醫學診療輻射劑量評估研究：(1)99 年度：核子醫學診療輻射劑量評估研究結合專業、政策及民眾需求，以「防患未然方式」，在國內率先提出本項利於居家心安自主照護之便民方案以服務公共社會；並明確量化出患者接受核子醫學診療後對大眾的非預期輻射曝露影響時間表，可在更貼切病患需求下，將輻射防護措施納入居家照護衛教單中，提供醫病溝通及居家防護之依循，達到患者心安修養，照料者安心照顧。(2)100 年度期末：利用家用平面掃描器所建立之 EBT 膠片劑量量測技術，除發展所需成本低廉外，更具有快速且可重複計讀等特性，可提供國內放射治療、電腦斷層診斷、核子醫學診療等應用領域所需的輻射劑量量測技術。
3. 緊急應變支援系統與管制技術研究發展與精進：(1)99 年度：(A).國內首度建立 ERSS，結合 MAAP 程式及 SPDS 系統，並利用 MAAP 系統的輸出參數檔，將可推斷電廠狀況，預測事故演進狀況（模擬事故演變）以供決策參考，並可監督事故處理情形及預測較準確的輻射源項，以供劑量評估使用。(B). 建立利用計算流體力學（CFD）模式模擬風場技術，並使用太空梭雷達地形任務(SRTM)資料，建置核一廠鄰近地區物理模型，測試應用結果(C). 應用無線通訊網路技術，建立視距外遙控環境偵測機器人，意外事故發生時可用於避免人員接收不必要輻射劑量。(D). 應用 WebGIS 以及 Google Earth 技術完成核子事故緊急應變線上演訓平台，有效提升應變演練效度以及參與層面。(2)100 年度期末：(A). 新增工作項目「日本福島事件後我國現有核電廠嚴重事故處理指引分析檢討」。(B). 完成研議 RADTRAD 程式中計算主蒸汽管路與主蒸汽隔離閥 Deposition Fraction 之各種模式。
4. 輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立：(1)99 年度：(A)利用本所 Co-60 廢棄射源，結合本所研發之專利技術（衰減式射源照射裝置，中華民國發明專利第 I 302325 號），使廢射源再生成為符合 ISO-4037 規範之制式輻射照射器。(B) 成功研製球型電極空氣游離腔，以球型電極取代傳統游離腔之棒型電極可產生更均勻電場，使量測更具效率與可靠度，已申請中華民國發明專利，案號 099136916。(2)100 年度期末：研製屏蔽式低散射之輻射量測儀器校正設備，將標準輻射校正劑量率延伸至環境級，用以因應核事故時環境劑量偵測儀器校正之需求，已申請「屏蔽式低散射之輻射量測儀器校正設備」之美國發明專利（申請案號 13/278,666）。
5. 粒子治療設施之輻射量測評估技術建立與審查研析：(1)99 年度：建立質子加速器與治療設施之輻射屏蔽分析 PHITS 蒙地卡羅技術與 FLUKA 蒙地卡羅技術，成果應用除依據主管機關審查管制需求完成案例分析與研究外，並與日本原子力研究開發機構(JAEA)、高能加速器研究機構(KEK)進行國際交流，派員赴日本實際參與加速器設施運轉之安全管制實務研習，並研討質子加速器有關之屏蔽設計、輻射防護、劑量量測等技術。(2)100 年度期末：依據 IAEA-TRS 398 號報告建議，建立 Farmer 型游離腔之校正程序，可應用於質子治療設施射束劑量之量測與評估。

6. 人為故意破壞危害分析之審查技術建立：(1)99 年度：建立符合國情需求之核設施外人入侵路徑分析之模擬平台設計，及汽車炸彈對混凝土圍牆及建築牆面之衝擊破壞分析。(2)100 年度期末：執行執行 IAEA、NRC、FERC 相關保安法規比較，用過核燃料乾式貯存護箱車輛撞擊，作為核設施撞擊安全評估分析應用案例。
7. 緊急應變資訊平台建立：本子項計畫為第 1 年執行，緊急應變資訊平台將以 GIS 圖台為基礎，並先強化核電廠周邊之人文活動，地理交通狀況，以及專責單位可供動員之應變資源等資料庫以提供資訊管理功能。同時以原能會之核子事故緊急應變工作平台為核心規劃，與現有核子事故緊急應變劑量評估系統、嚴重事故分析、環境輻射行動偵測系統與視訊連線系統進行連結，以統整並顯示演習流程與應變資訊進而具有輔助決策功能。100 年度完成核子事故緊急應變電腦演訓平台系統操作使用手冊等三項工作，未來可協助主管機關緊急應變管制技術提昇。
8. 大氣擴散模式與驗證技術發展與審查技術：本子項計畫為第 1 年執行，大氣擴散模式統計評估標準指引(ASTM D6589-00)」蒐集與解讀著手，瞭解大氣擴散模式與驗證工作之需求，並與長榮大學賴信志老師合作，著手進行核電廠大氣擴散與輻射劑量評估模式驗證平台設計。

(三) 放射性廢棄物管理之管制技術發展

本年成果對於技術創新的整體價值與貢獻包括解決廢棄物管理問題的技術創新如廢棄保溫材處理技術、廢棄物資料庫建置技術、低放包件活度量測技術等，上述技術可有效解決國內面臨的實務問題。此外參考國外經驗所研擬的安全評估審查技術規範，可提供管制機關參考，確保處置安全。重要成果如下：

1. 放射性污染保溫材之安定性處理可行性技術之研究：(1)99 年度：藉由廢保溫基本特性鑑定，判斷廢保溫材可採表面除污及高溫高壓減容二方面進行處理。完成初步保溫材高壓結合高溫方式處理及超音波震盪除污技術開發，第一項實驗可以減容 80%，減重 22%，第二項實驗對部分核種除污效率達到 80%以上。(2)100 年度期末：(A).開發廢珍珠岩表面除污技術，以超音波震盪結合草酸溶液之效果最佳，Co-60 去除率可達 94%、Cs-137 去除率則有 87%。(B).珍珠岩混凝土再利用，以水/膠比=0.5，10%水泥取代量的條件最佳，試體抗壓強度與對照組(純水泥)相當。(C).岩棉保溫材以常溫壓縮最具經濟效益，於 200kg/cm²壓力下即可獲致良好的處理效果，體積可減少 90%以上；珍珠岩於壓力 600kg/cm²下體積可減少 75%以上。完成「珍珠岩保溫材表面核種除污方法」國內發明專利 1 篇。
2. 低放射性廢棄物處置場功能評估導則與審查要點之研究：(1)99 年度：完成低放處置設施安全評估方法暨審查案例研析廢棄物源項評估要點與案例研究。(2)100 年度期末：A.完成安全評估案例研究建立代表性評估模型。B.透過各核種的安全評估模型的差異比較，建構處置場的整體安全評估模型。本計畫相關技術有助於建立我國低放處置場安全評估的審查能力，確保最終處置之安全性。

3. 低放射性廢棄物處置場資料庫導則與審查要點之研究：(1)99 年度：參考 IAEA Waste Inventory Record Keeping Systems (WIRKS)標準與各會員國經驗，完成建構符合國內現況之低放射性廢棄物處置場資料庫架構。(2)100 年度期末：A.探討 IAEA 建議資料庫規範符合國內電廠使用之適切性。B.整合雲端運算於核能廢棄物管理之創新設計。本計畫相關技術有助於落實我國低放廢棄物之安全管制，確保最終處置之安全性。99 年計畫成果投稿於 Progress in Nuclear Energy 已於 May 2011 獲刊登。100 年計畫成果投稿於 Journal of Environmental Management 1 篇；同時亦投稿國內科儀新知期刊，並已於 2011 年 10 月刊登。
4. 低放射性廢棄物活度量測追溯與驗證：100 年度：已建立 5 種密度 16 支棒型體射源，可供國內低放射性廢棄物量測系統校正用。

三、經濟效益(產業經濟發展) (權重 15%)

(一) 核安管制技術發展

1. 在儀控現代化軟硬體設計之管制議題研究方面：(1)99 年度：完成人機介面最小清單建立與驗證流程之發展，並且以 LOCA 模擬情境作為案例探討，可作為電廠興建機組及機組更新之參考，以增加運轉效益，並降低人機介面設計成本。完成核能電廠儀控資安評估與型態管理研究，有助於管制單位建立數位儀控系統安全審查相關的技術基礎。在核電廠儀控資通安全風險管理研究方面：(2)100 年度期末：以美國核能電廠電腦控制安全法規(例如 RG 1.152 與 RG 5.71)為基礎，釐清電腦控制安全領域的目標與項目：(a)辨識重要數位資產。(b)評估重要數位資產價值。(c)依據不同的重要數位資產價值，選擇適當安全管控機制。(d)修正存取控制矩陣。建立支援遵守核能開發與運轉環境資安法規的流程圖形化展示方法，發展關鍵安全系統之電腦控制安全與安全之風險評估方法(Unified Security and Safety Risk Assessment Methodology for Safety-Critical Systems USSRAM)，並以 HPCF 系統為例，發展一套未來能運用於核電廠之安全與電腦控制安全之整合式風險管理模型，可以辨識、管理與兩者有關之風險。
2. 材料劣化行為研究與診斷技術開發：異材銲道回火銲珠技術可應用於現場修補銲接及新建電廠之異材銲接，省略後續之銲後熱處理，有助節能減碳之政策推動。銲道性質目前正進行環境效應加速材料劣化效應評估，如較傳統銲接優良，則可提升電廠運轉安全及節省大修成本。鋼材硫含量可能於銲接過程擴散至銲道層在晶界偏析，加速應力腐蝕劣化，值得管制單位及電廠施工注意。鹽霧環境應力腐蝕數據可評估乾儲筒運轉壽限，避免乾儲筒因應力腐蝕劣化導致環境污染之衝擊。
3. 燃耗對核燃料運轉及貯存性質影響研究：國內核、二廠已經開始推動用過核子燃料乾式貯存，本研究針對用過燃料棒行為及完整性進行護套材料性質研究，可以提供用過燃料棒貯存行為評估，有助於國內用過燃料棒乾式貯存產業的建立與推行。

(二) 緊急應變與劑量評估管制技術發展

本年度研發成果可與國內生醫產業合作，作為研發新型抗癌藥物之基礎，

並實踐以廢棄射源研製精密核儀設備之構想，協助國內相關產業升級與落實資源再利用之政策。重要成果分述如下：

1. 核子醫學診療輻射劑量評估研究：順應國際核子醫學發展，本案技術研發可結合標靶治療與基因治療之發展，協助國內生醫產業研發出專一性更高之抗癌藥物，有助於解決目前癌症治療瓶頸，大幅降低醫療資源與成本花費。
2. 輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立：利用本所 Co-60 廢棄射源，結合自行研發的衰減式射源照射器設計概念，改裝與加工後，成為符合 ISO-4037 規範之制式校正照射設施，實踐廢棄物資源再利用之政策，同時克服一般商業化照射器其洩漏輻射偏高、射源定位易飄移等缺點，節省國外採購射源及照射器費用約 8,000 千元，目前已完成系統之性能測試與評估報告(INER-8691)，並實際應用於輻射偵檢儀器與人員劑量計之校正。此外，應用本所 Co-60 廢射源再利用之照射設施與本所專利研發之球形電極游離腔，提供龍門電廠管道填充高密度矽材料對 Co-60 加馬輻射阻擋本領之測試。

(三) 放射性廢棄物管理之管制技術發展

本年成果對於經濟效益的整體價值與貢獻在於擬定的廢棄保溫材處理建議方案可供核能電廠參考應用，有效減少廢棄物的體積，節省最終處置的需求與費用。具體成果如下：

1. 放射性污染保溫材之安定性處理可行性技術之研究：(1)99 年度：國內廢保溫材數量超過 10,000 桶，所需處置費用至少 3 億新台幣，但此類廢棄物大部分活度並不高，可以藉由除污使其達到外釋標準，減少低放廢棄物之數量；無法達到外釋標準之廢保溫材，也可藉由高壓結合高溫方式處理進行減容減重，達到減量之效果，預期可以大幅減少廢保溫材數量，降低對後續之貯存處置費用。(2)100 年度：(A).開發廢珍珠岩表面除污技術，Co-60 去除率可達 94%、Cs-137 去除率則有 87%，對於極低活度之珍珠岩廢棄物，可以藉由除污使其達到外釋標準，減少低放廢棄物之數量。(B).珍珠岩混凝土再利用，以水/膠比=0.5，10% 水泥取代量的條件最佳，試體抗壓強度與對照組(純水泥)相當。核電廠內之低活度或經表面除污達到外釋標準之保溫材，可利用電廠混凝土工程施作時應用此技術，一方面可以減少水泥用量，另一方面也可減少廢保溫材之數量。一般工業廢棄之珍珠岩保溫材亦可運用此技術，達到資源再利用之目的。

四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續) (權重 20%)

(一) 核安管制技術發展

1. 風險告知廠外事件規範研究：(1)在核電廠火災規範方面，委託國內核電廠防火專業團體完成我國『核電廠火災防護準則』草案，並召開三次專家座談與一次公聽會，聽取各方意見，並適度反映修正，將來可提供我國原能會建立法規之基礎，並解決核電廠防火事權分散、鬆緊不一的現象，以更合理方式確保核電廠防火安全。(2)在火災 PRA 標準方面，以美國核管會認可、由美國 ASME 學會制訂之火災事件 PRA 標準為基礎，建立我國火災 PRA 標準草案，未來可做為評估火災 PRA 模式品質與應用能力的參考依據。

2. 本計畫(1).完成美日新舊地震規範研究比對，可提供國內核管單位針對國內新興地震安全管制相關議題因應，協助檢討國內現行核電廠地震管制規範。(2).在儀控現代化軟硬體設計之管制議題研究方面，透過確認進步型電廠人機介面最小清單，以作為電廠安全運轉之依據，協助核能安全管制單位，進行人機介面審查，以保障電廠及周邊環境安全。(3)100 年度期末：核電廠儀控資通安全風險管理研究：提供未來核電廠導入電腦控制安全導則 RG 5.71 之參考，可強化核電資通安全納入正軌與例常作業，間接促進環境安全永續。
3. 材料劣化行為研究與診斷技術開發：異材銲道回火銲珠技術可應用於現場修補銲接及新建電廠之異材銲接，省略後續之銲後熱處理，有助節能減碳之政策推動，回火銲珠可採用自動化銲接，省去人為銲接造成之失誤。鋼材硫含量會於銲接過程擴散至銲道層在晶界偏析，加速應力腐蝕劣化，值得管制單位及電廠施工注意。鹽霧環境應力腐蝕數據可評估乾儲筒運轉壽限，避免乾儲筒因應力腐蝕劣化導致環境污染之衝擊，乾儲筒有效且嚴格管理，減少民眾之疑慮。
4. 燃耗對核燃料運轉及貯存性質影響研究：日本福島電廠事故之後，國人對於用過核子燃料之安全性甚為關注，本研究模擬用過核子燃料套棒進行材料性質實驗，提供核能產業及國人對於用過燃料貯存相關安全資訊，有助於國內用過燃料乾式貯存計畫推行，並滿足社會大眾對於安全的期待。

(二) 緊急應變與劑量評估管制技術發展

本年度研發成果對於社會影響為強化放射性事故之緊急應變處理能力，提升我國核設施及相關作業之輻射安全，建立民眾對於政府施政信心，並研究放射診療之居家照護方案與劑量評估技術，保障國人醫療與生活品質。重要成果分述如下：

1. 核設施輻射評估與防護審查技術建立：(1)99 年度：因應我國未來之增建新核能機組，及早建立本土輻射屏蔽及防護標準審查程序，以協助主管機關完成申照審查；對於原能會委託辦理全國可發生游離輻射設備、輻射物質稽查、異常物處理與作業場所安全檢查等約 2500 件之作業分析檢討，可提供作為國內業者改善營運及主管機關未來執行輻射管制及檢查作業之參考。(2)100 年度期末：配合 ICRP-60 新國際法規體系，建立我國機組之相關輻射防護及控制室適居性標準審查程序，提升我國核設施以及輻射作業場所安全。
2. 核子醫學診療輻射劑量評估研究：(1)99 年度：建立之「核醫診療患者居家輻射防護心安自主照護方案」，預期可造福每年約有 50 萬人次的核醫醫療人口以及 200 萬受影響的社會大眾，達到保護民眾與家園之輻射安全目的；另可在不增加社會成本下，全面性降低輻射醫療應用所造成環境背景劑量達 50%，減少環境中罹癌的自然危險因子。(2)100 年度期末：所研擬之核醫診療患者居家輻射防護照護方案，基於輻射合理抑低原則，預計可造福每年約有 50 萬人次的核醫醫療人口以及 200 萬受影響的社會大眾，並以防患未然方式減少因醫療行為所日益增加的背景輻射，亦可減少環境中罹癌的自然危險因子。
3. 輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立：(1)99 年度：依據 ANSI/IEEE N42.17A 與 N42.20 規範，建置輻射偵測儀器性能驗證設備，完成污染偵檢器、

劑量率偵檢器及電子式人員劑量計等儀器之性能檢測(射源種類、溫度、濕度、衝擊、振動、墜落等項目)，建立符合國際規範之輻射偵測儀器驗證技術與檢測規範，提昇核儀產品之製作性能與量測準確度，協助主管機關執行輻防管制，保障民眾與輻射從業人員之安全。(2)100 年度期末：依據原子能委員會 98 年的統計資料，全國 2300 萬人口，每年約有 120 萬人次接受遠隔放射治療，且新型放射治療設備引進及接受治療人次亦有逐年增加的趨勢。本計畫配合政府醫療曝露品質保證標準之實施，建立加馬刀，電腦刀及光子刀等放射治療設備之劑量驗證技術與劑量驗證作業程序，以確保接受放射治療的民眾，能接受到正確的劑量，使其放射治療之品質得到保障，提昇國人醫療與生活之品質。

4. 粒子治療設施之輻射量測評估技術建立與審查研析：(1)99 年度：建立質子加速器與治療設施之輻射屏蔽分析 PHITS 蒙地卡羅技術與 FLUKA 蒙地卡羅技術，可協助主管機關對質子設施輻射安全相關之審查，確保設施環境與人員之安全。(2)100 年度期末：國內第一部質子治療機(長庚醫院)將於 103 年運轉，本計畫建立之劑量評估與量測技術，可確保設施運轉時之環境輻射劑量安全與受治療病人之劑量安全。
5. 緊急應變資訊平台建立：本計畫為第 1 年執行，強化放射性事故緊急應變能力，確保社會及民眾生活之輻射安全。
6. 建立大氣擴散模式驗證方法以及設計驗證所需之資訊平台，有助於核能應用相關安全之評估工作執行，更可使模式品質要求與國際接軌，提升環境安全，以及民眾對於政府施政信心。

(三) 放射性廢棄物管理之管制技術發展

本年成果對於社會影響的整體價值與貢獻在於以國際經驗與實際的技術發展來推動放射性廢棄物處理與處置的工作。成果有助於提供管制機關與營運單位實際應用，並建立民眾對於處理與處置工作的安全信心。具體如下：

1. 放射性污染保溫材之安定性處理可行性技術之研究：一般民眾對於放射性廢棄物大多懷有恐懼及排斥心理，本計畫針對廢保溫材之處理方向有三，第一是以表面除污使其達到外釋標準，減少低放廢棄物之數量；第二是核電廠內之低活度或經表面除污達到外釋標準之保溫材，可利用電廠混凝土工程施作時應用此技術，一方面可以減少水泥用量，另一方面也可減少廢保溫材之數量；第三是針對無法達到外釋標準之廢保溫材，以超高壓進行減容，並經實驗測試獲得最適之使用壓力及減容效果。對民眾的心理層面、放射性廢棄物貯存及管理降低均有正面意義。
2. 低放射性廢棄物處置場功能評估導則與審查要點之研究：計畫成果有助於低放射性廢棄物資訊的公開，為實現建立全民監督的機制目標向前跨出一大步。
3. 低放射性廢棄物活度量測追溯與驗證：建置低放射性廢棄物量測追溯及驗證技術，提昇國內廢棄物量測技術水準，確保人員與環境輻射安全。
4. 用過核子燃料管理技術方案研究：對於國際用過核子燃料管理技術與處置技術資訊之彙整分析成果，可供國內一般民眾瞭解國際方面對於用過核子燃料管理的共通作法與處置規劃，有助於我國推動相關工作。

五、其它效益(科技政策管理及其它) (權重 15%)

(一) 核安管制技術發展

1. 在儀控現代化軟硬體設計之管制議題研究方面：有助於核能安全管制技術中對於數位儀控系統之安全重要性掌握，可持續因應核能數位儀控系統安全與「高度整合控制室」等重要技術需求，提供完整的安全功能性管制技術。另隨著數位儀控系統的更新，資訊安全日趨重要，然而國內目前並無相關管制規範或經驗，本項工作由分析核電廠資安事件案例開始、研究新增之資安法規、提出資安評估項目、安全弱點分析方法與資安控制之具體建議等。除可協助核能電廠加強資安措施外，亦可作為相關單位資安管制之參考。
2. 在環境引致劣化防制技術研究方面，本計畫(1)『研究顯示 HWC 並非材料環境效應劣化之萬靈丹，對冷作 SS304 不銹鋼腐蝕疲勞並無助益。冷作 SS304 不銹鋼於鹽霧環境之慢速率拉伸劣化並無預期之嚴重，顯示冷作加工對鹽霧環境劣化並非危害因子，但鹽霧環境濃度為一重要因子。』(2)協助台大及清大研究生之研究工作，對國內核能材料人才之養成極為重要，尤其核能政策未明朗前為國培育新血，使國家能源能永續穩定發展。(3)研發成果可直接應用於台電公司及管制單位，並將研發成果發表於國際著名期刊及國際合作會議，增加本所能見度。
3. 燃耗對核燃料運轉及貯存性質影響研究：現今國際核能界相當重視用過燃料棒處置議題，從福島意外事故後，國內外對於核能存廢的討論議題不斷，本研究提供用過燃料棒貯存性質之相關資訊供核能管制單位參考，有助政府對於用過燃料棒乾式貯存管制作業建立與推行。

(二) 緊急應變與劑量評估管制技術發展

本年度在核醫與輻防劑量評估、環境輻射偵測機器人研製、核設施保安視察導則與審查技術建立等工作，均有實質之成果，可保障核醫診療患者與輻射工作人員之安全，並協助主管機關確保核設施安全。重要成果分述如下：

1. 核子醫學診療輻射劑量評估研究：本計畫將可提供核子醫學專科醫師與罹病患者間的醫病管理新思維，並協助法規面輔導患者外釋返家標準化管理流程，對於病患需住院隔離的決策更具彈性，可大幅降低醫療資源與成本花費。
2. 緊急應變支援系統與管制技術研究發展與精進：完成緊急應變使用之環境輻射偵測機器人，以保障第一線工作人員之輻射安全，依據輻射防護 ALARA 原則，減少不必要的輻射曝露。
3. 輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立：本所指環劑量評估系統於 100 年度更新，由粉末劑量計改為晶片型劑量計。本計畫配合指環劑量評估系統更新作業，參考 ANSI/HPS N13.32 (2008)規範，建立指環劑量計之校正系統與執行能力試驗所需之相關技術，提昇劑量評估實驗室之計讀與評估能力，確保輻射工作人員的輻射安全，同時滿足國內新游離輻射防護安全標準之要求，並協助政府法規之推動。
4. 人為故意破壞危害分析之審查技術建立：核設施車輛衝撞、資通安全、安全

與保安界面等新保安法規議題研擬。協助國內建立核設施保安視察導則及審查技術。

(三) 放射性廢棄物管理之管制技術發展

本年成果對於其他效益的整體價值與貢獻有助於我國在放射性廢棄物管理與決策方面作為工作推動的參考依據，並作為管制機關研訂技術規範以及相關單位進行技術溝通之基礎。具體如下：

1. 放射性污染保溫材之安定性處理可行性技術之研究：(1)99 年度：協調台電公司完成國內核能機構廢保溫材數量統計、特性分析及化學處理技術研究。統計國內三座核能電廠、減容中心等機構之廢保溫材數量統計，利於後續管理與處理對策研訂。(2)100 年度：對各種處理技術進行系統性的評估，核電廠廢料管理單位可依據保溫材之特性、活度，選定適當之處理技術，有利於處理對策研訂及評估。
2. 低放射性廢棄物處置場功能評估導則與審查要點之研究：(1)99 年度：已於 99 年 07 月 23 日協助物管局完成「放射性廢棄物管理政策評估書」期末報告審查。(2)100 年度：多次協助物管局赴環保署參與放射性廢棄物管理政策環境影響評估技術討論。
3. 低放射性廢棄物處置場資料庫導則與審查要點之研究：(1)99 年度：考量我國電廠低放射性廢棄物特性進行處置場資料庫導則與審查要點之研究，包括完成 IAEA 會員國低放廢棄物相關資料管理系統與 IAEA WIRKS 資料庫欄位研究。完成國內核電廠適用之低放廢棄物資料庫建議欄位。完成低放射性廢棄物資料服務導向(Service-Oriented Architecture)架構與整合資料庫設計。(2)100 年度：低放射性廢棄物處置場資訊離型系統的建置完成，可提供放射性廢棄物資料查驗、統計與分析平台，以確保低放射性廢棄物資料的正確性與完整性。
4. 低放射性廢棄物活度量測追溯與驗證：本子項計畫為第 1 年執行，100 年度完成核研所現有低放射性廢棄物量測系統建置及性能評估，並建立 5 種密度 16 支棒型體射源，可供量測系統校正用。
5. 用過核子燃料管理技術方案研究：本子項計畫為第 1 年執行，100 年度完成國際用過核子燃料管理技術與處置技術資訊之彙整分析成果，可供管制機關擬定管理政策與訂定相關法規參考。

註：若綱要計畫期程為 4 年期第 1 年執行者，請明確寫出本綱要計畫為第 1 年執行，故無主要成就及成果之價值與貢獻度；其他非第 1 年執行者請填寫起始年累積至今主要成就及成果之價值與貢獻度(例如：執行期程為第 3 年之綱要計畫即寫第 1 年到現在所有成果之 outcome)。

柒、與相關計畫之配合

- 一、支援原能會「核電廠組件設計基準視察」，派員赴核一、二、三廠參與視察作業，並提供相關所需之風險與可靠度分析。
- 二、核電廠系統安全分析應用程式 TRACE 之模式建立與驗證：參與美國 NRC 主導之 CAMP 國際合作計畫，加強與其他國家之交流與借鏡。
- 三、燃耗對核燃料運轉及貯存性質影響研究：參與美國 EPRI 主導之 NFIR-6 國際合作計畫，掌握國際核燃料護套材料與燃料之重點議題，享研發成果。另承接該計畫鋁合金試片充氬委託工作，以配合後續照射實驗，協助提升國內核燃料可靠度。
- 四、材料劣化行為研究與診斷技術開發：參與 ICGEAC 國際合作組織，將研發成果與國際學者交流，為台灣發聲，並掌握世界各國研發動向，藉以擬定本所研發方向。與台大材料所，清大工科所，金屬中心，海大材料所研發密切配合，研發互動頻繁，有助國內核材料議題之解決。
- 五、核子醫學診療輻射劑量評估研究：計畫所提出之體內劑量評估方式與蒙地卡羅評估方法，可結合國內治療用核子醫學藥物開發、標靶治療與基因治療發展所需輻射劑量評估，協助國內生醫產業研發出專一性更高之抗癌藥物，有助於解決目前癌症治療瓶頸。
- 六、輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立：本計畫結合經濟部標檢局之「建立及維持國家游離輻射標準」計畫，開發建立輻防與醫療品保所需之劑量追溯標準與校正技術，提升研發能量，達成最大的執行效益。
- 七、粒子治療設施之輻射量測評估技術建立與審查研析：本計畫與經濟部標檢局「建立及維持國家游離輻射標準計畫」、經濟部技術處「質子治療之相關探測器研製 3 年計畫」共同合作，建立質子劑量之評估、量測與校正技術，並研發量測設施。
- 八、放射性污染保溫材之安定性處理可行性技術之研究：國際間有關保溫材處理之文獻相當稀少，推測其原因是保溫材的活度低，型態為安定性高之固體形式，短期內對核設施之處理壓力低，因此較不受重視。然而因其數量累積日益龐大，日後必定成為處理重點。對本計畫而言，反而是技術領先之機會。年度研發成果顯示以高溫結合高壓處理較具可行性，並與電廠進行相關技術討論。
- 九、低放射性廢棄物處置場功能評估導則與審查要點之研究：本計畫依規劃須配合原能會物管局「放射性廢棄物管理政策評估說明書編撰」計畫，提供審查意見。已於 99.07.23 協助物管局完成「放射性廢棄物管理政策評估書」期末報告審查。本年度持續協助物管局進行政策環評審議。
- 十、低放射性廢棄物活度量測追溯與驗證：本計畫主要目標為建立低放射性廢棄物活度量測追溯與驗證技術，以及建立低放射性廢棄物整桶活度量測實驗室認證技術並推廣相關認證作業；本年度藉由 2011 游離輻射領域能力試驗研討會，舉辦低放射性廢棄物活度量測比對說明會，預定 101 年 7 月執行。主管機關及國內相關單均派員參加說明會，並於會中參與討論，對 101 年量測比對活動的執行頗有助益。

捌、後續工作構想之重點

一、 本計畫 100 年度新增及刪減計畫之說明如下：

(一)、 「核安管制技術發展」分項計畫

原1-1. 風險告知視察工具開發與地震規範研究

因組織再造調整，部分工作由本所主辦方式，逐步改由原子能委員會核能管制處主辦方式。原子項計畫部分工作項目包括龍門電廠廠內事件PRiSE工具發展、耐震管制支援相關研究等改由核管單位主辦，保留工作項目則為廠外事件(火災)PRA標準引進與建立。因此，原子項計畫名稱亦更改為「風險告知廠外事件規範研究」。

原1-2. 儀控現代化軟硬體設計之管制議題研究

因組織再造調整，部分工作由本所主辦方式，逐步改由原子能委員會核能管制處主辦方式。原子項計畫部分工作項目包括安全級數位緊急爐心冷卻系統D3模擬設施連結電廠模擬程式之建置、人因效能電腦化程序系統研究等改由核管單位主辦，保留工作項目則為核電廠資通安全標準研究。因此，原子項計畫名稱亦更改為「核電廠儀控資通安全風險管理研究」，100年度以研究核能電廠資通安全法規(RG1.152與RG5.71)為目標，了解法規所要求之重要資產CDAs (Critical Digital Assets)之範圍與定義，再接續找出可能潛在威脅保護重要資訊資產及會影響周邊，以釐定各種的資安控制領域、目標、項目。建立支援遵守核能開發與運轉環境資安法規的流程圖形化展示方法，發展關鍵安全系統之電腦控制安全與安全之風險評估方法(Unified Security and Safety Risk Assessment Methodology for Safety-Critical Systems USSRAM)，並以HPCF系統為例，發展一套未來能運用於核電廠之安全與電腦控制安全之整合式風險管理模型，可以辨識、管理與兩者有關之風險。

原1-5. 核電廠現場管制與審查技術基礎建立

因組織再造調整，上列子項計畫由本所主辦方式，全數改由原子能委員會核能管制處主辦方式。因此，不再列入本分項計畫內。

以上，本分項計畫共減列2千1百萬元改由原子能委員會編列預算，100年度保留5個子項計畫，分別如下：

1-1. 風險告知廠外事件規範研究(2/4)

1-2. 核電廠儀控資通安全風險管理研究(2/4)

1-3. 核電廠系統安全分析應用程式TRACE之模式建立與驗證(2/4)

1-4. 燃耗對核燃料運轉及貯存性質影響(2/4)

1-5. 材料劣化行為研究與診斷技術開發(2/4)

(二)、 「緊急應變與劑量評估管制技術發展」分項計畫

本分項計畫減列6百萬元改由原子能委員會編列預算，100年度增列2個子項計畫，說明如下：

增加2-7.緊急應變資訊平台建立

為因應防災電腦資訊化的國內外趨勢，規劃新增建立輻災緊急應變資訊平台，其應用災害範圍包括核子事故、輻射彈事故、物料保安或放射性物質運送意外等等，該資訊平台具有資訊管理、輔助決策、人員訓練、兵棋推演等各功能。

增加2-8.大氣擴散模式與驗證技術發展與審查技術

建立驗證平台比較篩選適合我國核能電廠與鄰近地區之大氣擴散模式，並藉以調整驗證應用參數，以協助用發展更適合我國核能電廠與鄰近地區應用之大氣擴散與核種、劑量分佈分析模式，同時也可幫助主管機關審查相關模式與評估結果。

(三)、 「放射性廢棄物管理之管制技術發展」分項計畫

本分項計畫減列3百萬元改由原子能委員會編列預算，100年度各增減2個子項計畫，說明如下：

減少3-4.低放射性廢棄物最終處置障壁設施模擬實驗與驗證技術之研究(移至其他計畫)增加3-4.低放射性廢棄物活度量測追溯與驗證

- 1.建立低放射性廢棄物活度量測追溯與驗證技術。
- 2.建立低放射性廢棄物整桶活度量測實驗室認證技術並推廣相關認證作業。
- 3.建立低放射性廢棄物量測分析管理系統。

減少3-5.低放射性廢棄物混凝土障壁材料與外包裝容器審驗技術之研究(移至其他計畫)增加3-5.用過核子燃料管理技術方案研究

二、 後續工作構想重點

因配合行政院組織改造，本分支計畫自101年起，將全部經費移轉給原能會，由相關處、局分別提出需求及工作項目，再委託核研所執行，故未來將完全從管制機關的觀點及需求，進行相關管制技術之研發。而核研所部分，為保持本計畫之延續性，另行籌措經費，成立「核反應器結構與組件完整性評估」計畫，主要工作內容包括：(1)高燃耗燃料護套性質與運轉績效研究。(2)探討核反應器結構完整性評估之

新議題與技術，包括重要組件3D應力分析技術的發展，水媒效應對組件疲勞壽命的影响等評估技術。(3)了解目前運轉中核反應器之地震設計/分析最新議題發展及其受台灣特殊地震/地質環境條件之影響評估。(4)核反應器結構對於超越設計地震之安全處置分析評估。計畫總經費約六百餘萬元。

(一) 核安管制技術發展

1. 核電廠儀控資通安全風險管理研究：發展電腦控制安全模式與方法，建立重要數位資產存取控制方案，應用於相關數位儀控系統。
2. 本年度已完成龍門核電廠 TRACE 熱流分析模式之建立與驗證，將利用此模式建立之經驗，進行核一廠 TRACE 熱流分析模式之建立與驗證
3. 材料劣化行為研究與診斷技術開發：異材銲道回火銲珠銲接後之環境效應加速劣化效應評估，SS304L 於鹽霧環境應力腐蝕劣化機制探討，鑄造不銹鋼時效後機械性質探討。

(二) 緊急應變與劑量評估管制技術發展

1. 核設施輻射評估與防護審查技術建立：配合主管機關要求，將納入空氣濾器與面具檢測認證技術規範之研究，以作為建立審查技術參考。
2. 核子醫學診療輻射劑量評估研究：本計畫未來將進行核子醫學診療患者對於懷孕婦女(胎兒)及幼童所造成之輻射劑量影響分析；並持續對國內醫療院所現行之輻射安全作業辦法進行危險因子探討。
3. 輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立：建立符合國際規範之輻射偵測儀器檢證技術與檢證規範，提昇核儀產品之製作性能與量測準確度，協助主管機關執行工作人員輻防管制，保障民眾與輻射從業人員之安全。
4. 粒子治療設施之輻射量測評估技術建立與審查研析：採用 IAEA-TRS 398 號報告之建議，建立空氣游離腔量測質子劑量之量測技術與校正方法，並完成散射中子能譜量測系統與劑量之評估技術。
5. 人為故意破壞危害分析之審查技術建立：下半年將繼續外人入侵路徑評估分析軟體初步設計，NERC CIPS 資通安全標準及認證技術探討，並於年底完成。

(三) 放射性廢棄物管理之管制技術發展

1. 放射性污染保溫材之安定性處理可行性技術之研究：已依原訂規劃完成為期二年之相關研究。
2. 低放射性廢棄物處置場功能評估導則與審查要點之研究：已依原訂規劃完成為期二年之相關研究。101 年度擬接受物管局委託推展後續技術發展與應用。
3. 低放射性廢棄物處置場資料庫導則與審查要點之研究：已依原訂規劃完成為期二年之相關研究。
4. 低放射性廢棄物活度量測追溯與驗證：101 年度擬接受物管局委託推展後續技術發展與應用。
5. 用過核子燃料管理技術方案研究：因計畫變更，101 年度本子項計畫終止執行。

玖、檢討與展望

(一)核安管制技術發展

1. 在廠外事件風險告知規範之研究方面，為因應福島事故後續管制作為及國內緊急計畫區檢討，將針對二階安全度評估(Level-2 PRA)之技術現況進行瞭解，並彙整我國安全度評估於輻射源項分析的相關應用，規畫引進二階 PRA 標準。另並持續支援原能會，繼續完成龍門電廠各類肇始事件之視察發現風險評估工具的建立。
2. 核電廠系統安全分析應用程式 TRACE 之模式建立與驗證：本計畫今年之目標為完成龍門核電廠之 TRACE 熱水流安全分析模式報告，並提出程式使用經驗與問題。目前已完成此模式，所產生效益包括：(1)針對龍門核電廠 TRACE 模式建立，提出完整使用 TRACE 經驗與程式評估報告。(2)建立國內使用此新一代熱水流系統分析程式 TRACE 及其相關程式之技術，參與工作人員，將獲得使用 TRACE 與相關程式及運用程式對電廠作安全分析之經驗與能力。(3)完成核研所在 CAMP 國際合作計畫中之責任工作。
3. 燃耗對核燃料運轉及貯存性質影響研究：高燃耗燃料鋳合金護套氫含量與氫化物對材料性質影響目前所知仍然有限，藉由核研所之鋳合金試片充氫技術可以模擬高燃耗燃料護套，後續規劃之潛變實驗，對未來乾式貯存之應用貢獻極大。
4. 材料劣化行為研究與診斷技術開發：電廠組件材料老劣化為長程持續之工作，就像人體的保健一樣必須從年輕就開始注意健康，方可在老年時仍維持健壯。本所近年來積極加入國際組織與國際學者互動，將研發成果與國際學者分享，對提升本所研發能力助益良多，當持續努力使研發工作不斷進步及突破，使管制技術能確實落實現場運轉安全之提升，實為全民之福祉。今年雖遭逢日本核能事故，對全球核能業造成衝擊，但此時更是加強核能安全運轉研發之契機，當在各種可能發生核子事故之議題上加強管理研究，去除人民疑慮。人類文明開發研究總是有利有弊，但歷史法則告訴我們，文明無回頭路，只有繼續向前發展出更安全更有效率之能源使用與管理。

(二)緊急應變與劑量評估管制技術發展

1. 核設施輻射評估與防護審查技術建立：配合主管機關對於日本福島核災經驗回饋之需求，未來將依指示進行高優先性度新增研究項目。
2. 核子醫學診療輻射劑量評估研究：核醫藥物診療技術應用日廣，此案發展之系統，其技術先進並具應用價值，可有效降低醫療成本並保護病患周遭之民眾，解除民眾對輻射的可能疑慮，未來可協助衛生主管機關與醫療院所推廣核醫藥物診療，以造福民眾。
3. 輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立：因應主管機關對於輻防管制與醫療曝露品保之需求，將持續投入人力建立相關之量測與校正作業規範、劑量追溯標準與量測評估技術，並建構符合國際標準之輻射偵測儀器檢測技術與驗證平台，以期有效提昇國內核儀產品製造性能與量測準確度，確保輻射工作人員及民眾之輻射安全，並促使本計畫產生更具實質的效益。

4. 粒子治療設施之輻射量測評估技術建立與審查研析：粒子治療機是放射治療的新趨勢，國內除長庚醫院外，台大、榮總、義大等醫院皆有意跟進，本計畫建立之量測技術與評估方法，將隨國內粒子治療機的新建而持需精進，後續應用將更為寬廣。

(三) 放射性廢棄物管理之管制技術發展

1. 放射性污染保溫材之安定性處理可行性技術之研究：本計畫 100 年度工作均依原訂規劃如期執行完成。以表面超音波震盪除污技術、高溫、高壓等處理技術評估評估放射性污染保溫材之安定性處理可行性，其中以高壓壓縮法最具經濟效益，珍珠岩及岩棉體積分別減少 70 及 90%。
2. 低放射性廢棄物處置場功能評估導則與審查要點之研究：本計畫 100 年度工作均依原訂規劃如期執行完成。依據國際規範與經驗研擬我國低放處置場功能評估審查導則，並建立低放處置場功能評估審查要點，成果可提供管制機關參考應用。
3. 低放射性廢棄物處置場資料庫導則與審查要點之研究：本計畫 100 年度工作均依原訂規劃如期完成，建議本計畫成果可作為後續小產源放射性廢棄物資料庫整合之技術導則。
4. 低放射性廢棄物活度量測追溯與驗證：本計畫 100 年度工作均依原訂規劃如期完成。後續研發方向將建立低放射性廢棄物活度量測追溯與驗證技術與建立低放射性廢棄物整桶活度量測實驗室認證技術並推廣相關認證作業。
5. 用過核子燃料管理技術方案研究：本計畫 100 年度工作均依原訂規劃如期執行。完成彙整國際用過核子燃料處置相關資訊，分析各核能發電國家處置科技發展的背景因素與推動沿革，掌握各國處置技術現況與國際未來發展趨勢。成果可供管制機關與處置研發相關單位參考應用。

填表人：廖俐毅 聯絡電話：03-4711400 轉 2550傳真電話：03-4111237

E-mail：lyliao@iner.gov.tw

主管簽名：邱太銘

附錄一、佐證資料表

計畫名稱：核安管制技術發展

【A 學術成就表】（論文）

篇數	中文題名	第一作者	發表年	文 獻 類 別	引 用 情 形	獲 獎 情 形	論文出處
			(西元 年)				
1.	The development and assessment of TRACE model for LUNG MEN ABWR	林浩慈	2011	d	n	n	Kerntechnik, vol. 76, Issue 3, 2011
2.	Assessment of the TRACE Code Using Transient Data from SBLOCA experiment	王仲容	2011	f	n	n	ICAPP '11 - 2011 International Congress on Advances in Nuclear Power Plants May 2-6, 2011, Nice, France
3.	TRACE Analysis of Inadvertent Startup of HPCI Transient in Chinshan BWR/4	陳韋韶	2011	f	n	n	ICAPP '11 - 2011 International Congress on Advances in Nuclear Power Plants May 2-6, 2011, Nice, France
4.	The Steamline Break Inside Containment LOCA Transient Analysis of Lungmen ABWR with TRACE	王仲容	2011	f	n	n	ICAPP '11 - 2011 International Congress on Advances in Nuclear Power Plants May 2-6, 2011, Nice, France
5.	Water Hammer Modeling in MSIV Closure Transient of Lungmen ABWR with TRACE	林浩慈	2011	f	n	n	ICAPP '11 - 2011 International Congress on Advances in Nuclear Power Plants May 2-6, 2011, Nice, France
6.	Investigation of Feedwater Pump Trip Transients of Lungmen Nuclear Power Plant	謝昌倫	2011	f	n	n	19th International Conference On Nuclear Engineering (ICONE19)
7.	TRACE analysis of SBLOCA Transient for IIST facility	林浩慈	2011	d	n	n	Annals Of Nuclear Energy, 2011 已投稿
8.	Analysis of ASME Pressurization Transient for Lungmen ABWR Using RETRAN and TRACE	林浩慈	2011	f	n	n	2011 ASME PVP Conference July 17-21, 2011 Baltimore Marriott Waterfront Hotel 700 Aliceanna Street Baltimore, Maryland, USA 21202
9.	The development and assessment of TRACE model for Maanshan PWR	林浩慈	2011	f	n	n	14th International Topical Meeting on Nuclear Reactor Thermalhydraulics (NURETH-14) September 25-29, 2011 Hilton Toronto Hotel, Toronto, Ontario, Canada

篇數	中文題名	第一作者	發表年	文獻類別	引用情形	獲獎情形	論文出處
			(西元年)				
10.	Preliminary Study of Rationality of the Three-Day Patient Discharge Principle for Post-Iodine-131 Thyroid Cancer Therapy in Taiwan	黃茹絹	2011	f	N	N	第 5 屆中、日、韓核醫學學術會議
11.	Comparison of Radioiodine Biodistribution and Radiation Exposure after Thyroid Hormone Withdrawal and Human Thyroid Stimulating Hormone-Aided Remnant Ablation	李冠瑩	2011	f	N	N	第 5 屆中、日、韓核醫學學術會議
12.	Patient dose estimation in megavoltage computed tomography imaging on prostate cancer patients	李國威	2011	f	N	N	2011 年美國保健物理學會
13.	Radiation characteristics of homemade radiophotoluminescent glass dosimeter	李文星	2011	d	N	N	Radiation Measurements SCI 期刊 (2011 投稿已被接受)
14.	放射性廢棄物處置多核種安全評估模型之技術發展	陳智隆	2011	a	N	N	台電工程月刊, 750 期, p41-51.
15.	整體輻射廢棄物桶紀錄管理系統之服務導向架構	周貽新	2011	d	N	N	Progress in Nuclear Energy
16.	異材鉀道於高溫水環境之應力腐蝕行為研究	黃俊源	2011	f	N	N	15th international conference on environmental degradation of materials in nuclear power systems-water reactor, Colorado Springs, Colorado, USA, August 7-11, 2011.
17.	Assessment of TRACE CCFL model with SBLOCA experiment of IIST facility	楊融華	2011	d	n	n	Science and Technology of Nuclear Installations, 2011 已投稿
18.	The Turbine Trip without Bypass Analysis for Lungmen ABWR Using TRACE/PARCS	王仲容	2011	f	n	n	ICAEE 2011, Bangkok, Thailand, December 27-28.

篇數	中文題名	第一作者	發表年	文	引	獲	論文出處
			(西元 年)	獻 類 別	用 情 形	獎 情 形	
19.	Application of TRACE and CFD in the spent fuel pool of Chinshan nuclear power plant	王仲容	2011	f	n	n	The First International Conference on Engineering and Technology Innovation (ICETI), 2011, Kenting, Taiwan
20.	Validation on the SEPD component of the TRACE Chinshan NPP Model with Startup Tests	陳俊宇	2011	f	n	n	ANS Winter Meeting, 2011 Winter Meeting October 30 - November 3, 2011 • Washington, D.C. • Omni Shoreham Hotel
21.	The feedwater control system and steam dump control system responses during large-load reduction transient for Maanshan PWR Plant	林浩慈	2011	f	n	n	2011 International Conference on Advanced in Control Engineering and Information Science (CEIS), 2011, Dali, China
22.	The development of Lungmen ABWR TRACE safety analysis model	林浩慈	2011	f	n	n	2011 International Conference on Frontiers of Manufacturing and Design Science (ICFMD), 2011, Taiwan
23.	TRACE Analysis of RCS Pressure Estimation under ATWS for Maanshan	陳哲豪	2011	f	n	n	ANS Winter Meeting, 2011 Winter Meeting October 30 - November 3, 2011 • Washington, D.C. • Omni Shoreham Hotel
24.	The Inadvertent Startup of HPCI Transient Analysis of Chihshan BWR/4 using TRACE	王仲容	2011	f	n	n	ANS Winter Meeting, 2011 Winter Meeting October 30 - November 3, 2011 • Washington, D.C. • Omni Shoreham Hotel
25.	TRACE Analysis of LBLOCA in Maanshan Nuclear Power Plant	楊融華	2011	f	n	n	ANS Winter Meeting, 2011 Winter Meeting October 30 - November 3, 2011 • Washington, D.C. • Omni Shoreham Hotel

篇數	中文題名	第一作者	發表年	文 獻 類 別	引 用 情 形	獲 獎 情 形	論文出處
			(西元 年)				
26.	Assessment of TRACE CCFL model with SBLOCA experiment of IIST facility	楊融華	2011	d	n	n	Science and Technology of Nuclear Installations, 2011 已投稿
27.	異材銲道於模擬 BWR 水環境之腐蝕疲勞行為研究	黃俊源	2011	d	N	N	Corrosion science 53 (2011) 2289–2298.
28.	Environmentally Assisted Cracking Behavior of Dissimilar Metal Weldments in Simulated BWR Coolant Environmentals	黃俊源	2011	f	N	N	International Union Materials Research Society, Taipei, Taiwan, Sep. 19-22, 2011.
29.	The Performance Evaluation of a Movable Gamma-Ray Counting System for Radwaste Measurement	黃珏吉	2011	f	N	N	18th International Conference on Radionuclide Metrology and its Applications
30.	The Performance Evaluation of a Movable Gamma-Ray Counting System for Radwaste Measurement	黃珏吉	2011	d	N	N	APPLIED RADIATION AND ISOTOPES (SCI 期刊, 2011 投稿已接受)
31.	Fracture properties of Zircaloy-4 cladding with recrystallized and stress-relieved annealing conditions	許曉弘	2011	f	N	N	1 st Asian Zirconium Workshop
32.	Effect of hydrogen embrittlement on recrystallized Zircaloy-4 cladding	許曉弘	2011	f	N	N	2011 IUMRS-ICA (國際亞洲材料大會)
33.	Secure Software Configuration Management Processes for Nuclear Safety Software Development Environment	周貽新	2011	d	N	N	Annals of Nuclear Energy, vol.38, no.10, pp. 2174-2179
34.	Unified Security and Safety Risk Assessment Methodology for Safety-Critical Systems	陳盈如	2011	d	N	N	Progress in Nuclear Energy
35.	放射性廢棄物處置多核種安全評估模型之技術發展	陳智隆	2011	a	N	N	台電工程月刊, 750 期, p41-51.
36.	Service-oriented architecture for an overall radioactive waste package record	周貽新	2011	d	N	N	Progress in Nuclear Energy
37.	資訊科技於輻射監測與低放射性廢棄物管理之應用	周貽新	2011	a	N	N	科儀新知, 第 33 卷, 第 2 期, pp.27-pp.36

篇數	中文題名	第一作者	發表年	文	引	獲	論文出處
			(西元 年)	獻 類 別	用 情 形	獎 情 形	
38.	移動式加馬活度量測系統性能評估	黃珏吉	2011	f	N	N	18th International Conference on Radionuclide Metrology and its Applications
39.	移動式加馬活度量測系統性能評估	黃珏吉	2011	d	N	N	Applied Radiation and Isotopes
40.	Evaluation of wall correction factor of INER's air-kerma standard chamber and dose variation by source displacement for HDR Ir-192 brachytherapy	李振弘	2011	d	N	N	Radiation Measurements
	小計 a 國內一般期刊 3 篇 d 國外重要期刊 13 篇 f 國際研討會 24 篇						

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 著作專書；引用情形分成 Y1 被論文引用、Y2 被專利引用、N 否；獲獎情形分成 Y 有獲獎、N 否；論文出處列出期刊名稱，卷期，頁(如科學發展月刊，409 期，頁 6-15)

【B 研究團隊表】

團隊名稱	團隊所屬機構	團隊性質	成立時間 (西元年)
TRACE 研究團隊	國立清華大學核子工程與科學研究所	b	2007
放射治療品保驗證研究團隊	核能研究所、醫學物理學會、中國醫藥大學。	b	2011
低放射性廢棄物活度量測追溯與驗證研究團隊	核能研究所保健物理組	e	2011

註：團隊性質分成 a 機構內跨領域合作、b 跨機構合作、c 跨國合作、d 研究中心、e 實驗室

【C 培育人才表】

數量	姓名	學歷	機構名稱	指導教授
1	陳俊宇	a	核子工程與科學研究所	施純寬教授
2	楊書明	a	核子工程與科學研究所	施純寬教授
3	楊融華	a	核子工程與科學研究所	施純寬教授

4	莊偉翔	b	核子工程與科學研究所	施純寬教授
5	賴碧萱	b	核子工程與科學研究所	施純寬教授
6	張佳穎	b	核子工程與科學研究所	施純寬教授
7	陳盈如	a	台灣大學電子工程所	熊博安教授
8	林朝聖	a	國立中正大學資訊工程學系	熊博安教授
9	胡雅苹	b	國立中正大學資訊工程學系	熊博安教授
10	姚瑞隆	b	國立中正大學資訊工程學系	熊博安教授
11	吳晉暉	a	清華大學核子工程所	薛燕婉教授
12	張瓏騰	b	中國醫藥大學生物醫學影像與放射科學系	許世明教授
13	吳文傑	a	中央大學應用地質研究所	董家均教授
14	林邵品	b	清華大學系統及工程科學所	俞濟平教授
15	鍾偉志	a	台灣大學材料所	陳均教授
			培育人才小計 a 博士 8 位 b 碩士 7 位	

註：學歷分成 a 博士、b 碩士

【D 研究報告表】

數量	報告名稱	作者姓名	出版年(西元年)	出版單位
1.	The development and verification of TRACE model for IIST experiments (NUREG/IA-0252)	Jong-Rong Wang, Chin-Jang Chang, Hao-Tzu Lin, Wei-Xiang Zhuang, Chunkuan Shih	2011	U.S. NRC
2.	核能電廠電腦控制安全法規 RG 5.71 導入研究	羅澄龍、鄭宗杰	100.5	核能研究所 INER-8061R
3.	低放處置場多核種孔隙介質地下水傳輸評估要點與案例運用	陳智隆	2011	核研所對內報告，審查中
4.	國際用過核子燃料管理現況分析	紀立民	2011	核研所對內報告，INER-8103
5.	The Development and Verification of TRACE	Jong-Rong	2011	U.S. NRC

數量	報告名稱	作者姓名	出版年(西元年)	出版單位
	Model for Maanshan Nuclear Power Plant LOCA(NUREG/IA-0404)	Wang, Hao-Tzu Lin, Jung-Hua Yang, Chunkuan Shih		
6.	移動式加馬活度量測系統性能評估	黃珏吉、邱鎧盛、葉俊賢、袁明程	2011	核研所對內報告,NER-8376R
7.	國內外低放射性廢棄物活度量測系統之比較與研究	黃友禮	2011	核研所對內報告,INER-8436
8.	劑量評估程式 RESRAD-OFFSITE 之使用指引	林琦峰、黃珏吉、武及蘭	2011	核研所對內報告,INER-8505
9.	低放廢棄物關鍵核種活度標準	葉俊賢、黃珏吉、武及蘭	2011	核研所對內報告,INER-8668
10.	低放射性廢棄物量測比對之國際經驗	李綉偉、武及蘭	2011	核研所對內報告,已核定
11.	火災事件 PRA 標準	林家德	2011	核能研究所 INER-8293
12.	廢保溫材固化及除污處理可行性研究	蕭憲明、邱進立、陳清奎、趙裕	2011	核研所對內報告,編號中
13.	以電漿熔融與壓縮法處理核一、核二廠廢保溫材研究	張彥華、蕭憲明、趙裕	2011	核研所對內報告,INER-8698R
14.	低放處置場多核種孔隙介質地下水傳輸評估要點與案例運用	陳智隆	2011	核研所對內報告,INER-8225
15.	參加德州安德魯郡低放射性廢棄物處置設施審照研討會報告	吳禮浩	2011	核研所出國報告,INER-F0487
16.	加拿大中低放射性廢棄物最終處置安全評估之案例分析	童琮樟	2011	核研所對內報告,INER-8747
17.	核二廠低放射性廢棄物資訊管理系統操作手冊	張哲恩	2011	核研所對內報告,審查中
18.	核三廠低放射性廢棄物資訊管理系統操作手冊	張哲恩	2011	核研所對內報告,審查中
19.	核三廠低放射性廢棄物資訊管理系統程式說明文件	簡立	2011	核研所對內報告,審查中
20.	低放射性廢棄物量測比對之國際經驗	李繡偉、武及蘭	2011	核研所對內報告,編號中
21.	低放廢棄物關鍵核種活度標準	葉俊賢、黃珏吉、武及蘭	2011	核研所對內報告,INER-8668

數量	報告名稱	作者姓名	出版年(西元年)	出版單位
22.	劑量評估程式 RESRAD-OFFSITE 之使用指引	林琦峰、黃珏吉、武及蘭	2011	核研所對內報告, INER-8505
23.	國內外低放射性廢棄物活度量測系統之比較與研究	黃友禮	2011	核研所對內報告, INER-8436
24.	移動式加馬活度量測系統性能評估	黃珏吉、邱鎧盛、葉俊賢、袁明程	2011	核研所對內報告, INER-8376R
25.	國際用過核子燃料管理現況分析	紀立民	2011	核研所對內報告, INER-8103
26.	國際用過核子燃料處置技術發展現況分析報告	紀立民	2011	核研所對內報告, INER-8594
27.	所內網路建置核三廠 SPDS 整合系統	王文興	2011	核能研究所 INER-編號中
28.	龍門電廠緊急應變支援系統建立	王文興	2011	核能研究所 INER-8680R
29.	台灣核電廠緊急應變支援系統之發展	王文興	2011	已核定所外發表
30.	應用計算流體力學程式分析熔渣於圍阻體內之熱傳模式	馮玉明	2011	核能研究所 INER-編號中
31.	MELCOR 1.8.5 and MAAP5 程式計算差異比較報告	王德全	2011	核能研究所 INER-編號中
32.	RADTRAD 程式研議主蒸汽管路與主蒸汽隔離閥 Deposition Fraction	蔡智明	2011	核能研究所 INER-編號中
33.	嚴重事故處理指引升級研究	王郁文、王德全	2011	核能研究所 INER-編號中
34.	核醫藥物 Ga-67(鎵-67)活度校正因子品質保證系統之研究	葉堅勇、袁明程、李振弘	2011	核能研究所 INER-8515
35.	區域、人員劑量計之校正及儀器對於中子能量與輻射入射角度響應之決定	朱葦翰、李振弘	2011	核能研究所 INER-8470
36.	主動式人員輻射劑量計性能準則	謝聖承、葉俊賢、李振弘	2011	核能研究所 INER-8690
37.	手持式核種辨識儀性能準則	謝聖承、葉俊賢、李振弘	2011	核能研究所 INER-8770
38.	Co-60 照射系統性能評估	施彥豪、葉俊賢、李振弘、蘇水華	2011	核能研究所 INER-8691
39.	手持式核種辨識儀器性能測試報告	謝聖承、葉俊賢、李振弘	2011	核能研究所 INER-8692

數量	報告名稱	作者姓名	出版年(西元年)	出版單位
40.	高劑量率銥-192 近接治療射源之空氣克馬標準	朱葦翰、李振弘、蘇水華	2011	核能研究所 編號中
41.	中子偵檢儀器校正技術報告	黃冠儒、李振弘、謝明崇	2011	核能研究所 審查中
	研究報告小計共 41 篇			

【G 智財資料表】

專利名稱	專利類別	授予國家	證書號碼	發明人	專利權人	有效(起-迄)期間 (YYYY/MM)
Apparatus for Monitoring the Maintenance of Systems in Nuclear Power Plant	發明	美國	已通知領證，辦理中。	徐碧璘等	核能研究所	
珍珠岩保溫材表面核種除污法	a	a	專利申請號 100139180	趙裕、蕭憲明、張彥華、孫金星	核能研究所	
Radiation Measurement Instrument Calibration Facility Capable of Lowering Scattered Radiation and Shielding Background Radiation	a	b	13/278,666	李振弘、蘇水華、張栢菁	核能研究所	

註：專利類別分成 a 發明專利、b 新型新式樣、c 商標、d 著作、智財；授予國家分成 a 中華民國、b 美國、c 歐洲、d 其他

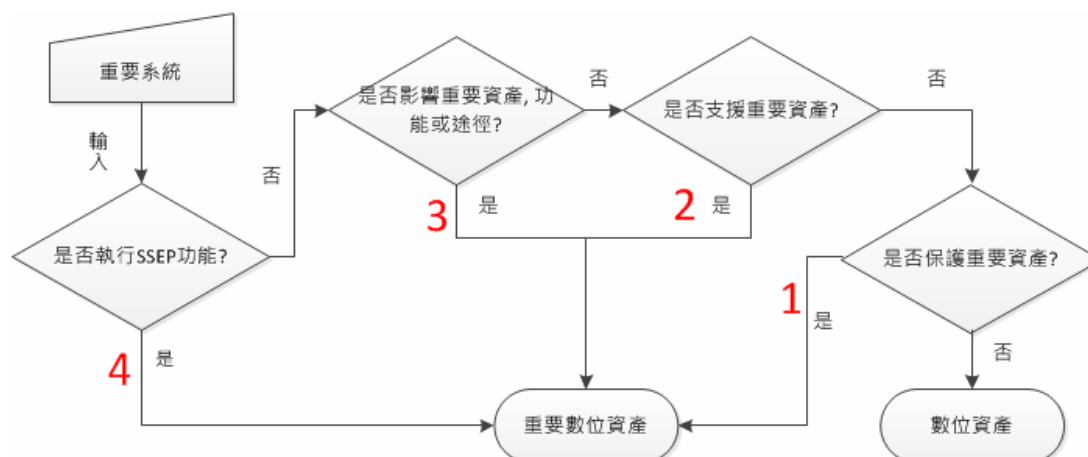
附錄二、佐證圖表

1-1 風險告知廠外事件規範研究



舉辦「核設施火災防護準則」公聽會(100 年 12 月 6 日)

1-2 核電廠儀控資通安全風險管理研究



發展電腦控制安全模式與方法，建立重要數位資產存取控制方案

- (1)辨識重要數位資產(如上圖流程圖)。
- (2)評估重要數位資產價值(如上圖紅字部份)。
- (3)依據不同的重要數位資產價值，選擇適當安全管控機制。
- (4)修正存取控制矩陣。

CDA與核能系統安全之關係模型建構

- 動機:結合安全與電腦控制安全之風險評估方法
- 模型: $R = C * P(t) * P(h | t) * I$
 風險=Max { 縱深防禦層級,安全系統分級 } *系統記錄
 threat次數分級*系統記錄hazard次數分級*CDA重要性
- 流程:
- 風險值量化分為1~256，分9區間
- 不同區間之風險，建議用不同控制措施(Q4)

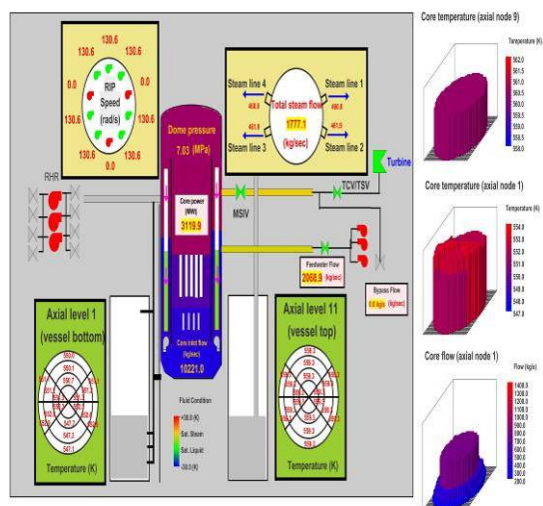


行政院原子能委員會核能研究所

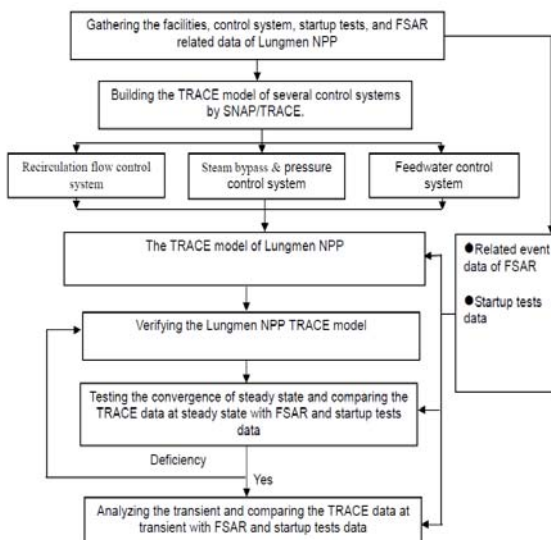


發展關鍵安全系統之電腦控制安全與安全之風險評估方法(Unified Security and Safety Risk Assessment Methodology for Safety-Critical Systems USSRAM)，並以 HPCF 系統為例，發展一套未來能運用於核電廠之安全與電腦控制安全之整合式風險管理模型，可以辨識、管理與兩者有關之風險。

1-3 核電廠系統安全分析應用程式 TRACE 之模式建立與驗證

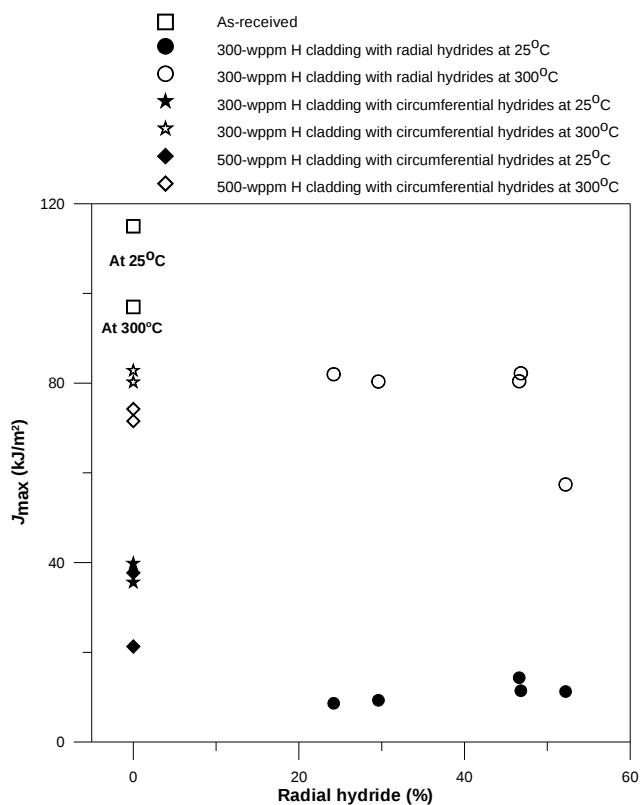


The animation model of Lungmen NPP.

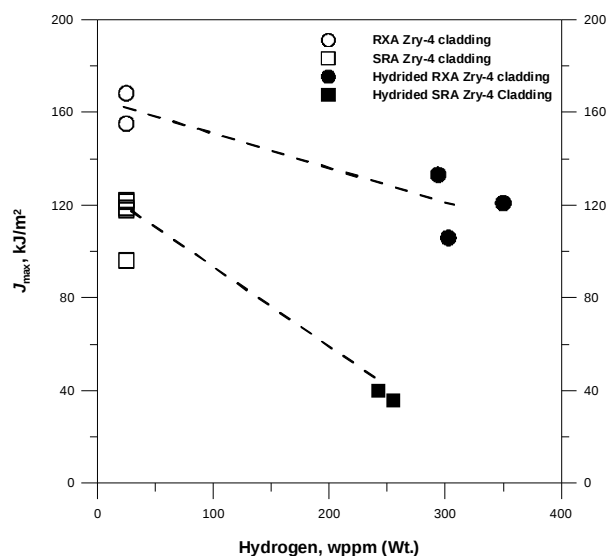


Methodology of Lungmen TRACE Model.

1-4 燃耗對核燃料運轉及貯存性質影響研究

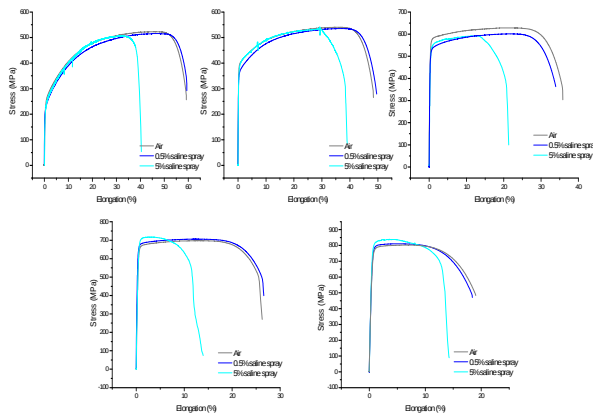


不同方位氫化鋯對結晶鋯合金護套破壞韌性影響



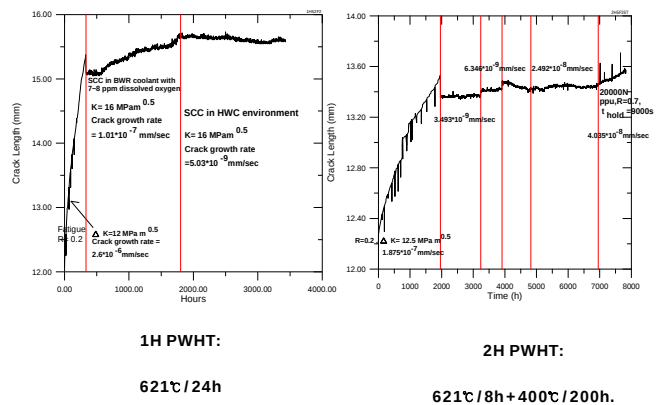
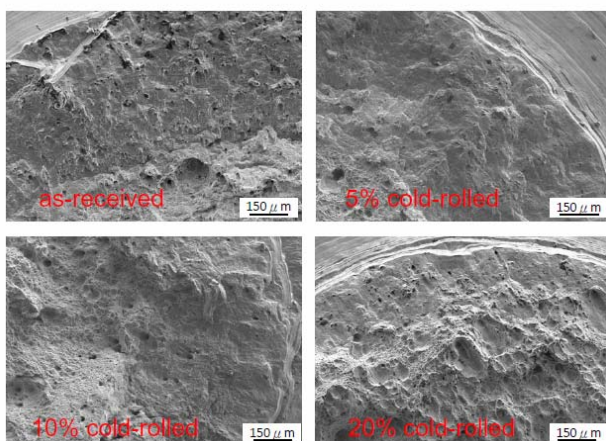
鈮合金護套冶金性質與氫化鋯效應評估

1-5 材料劣化行為研究與診斷技術開發

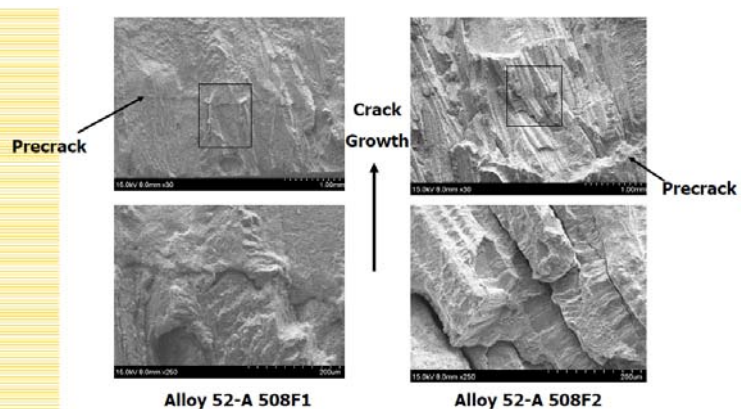


機械性質明顯變差

不同冷作加工程度之
機械性質變化(拉伸曲線)



銲後熱處理試片裂縫成長速率圖



304 不銹鋼於 85°C，5%鹽霧中進行缺口拉伸試驗後，斷面外圈有明顯穿晶脆性破壞區域，類似氫脆特徵，表示在此條件下有發生氫脆之可能性。

不同硫含量低合金鋼異材銲道裂縫生長明顯差異，破斷面顯著不同，右側顯示 IDSCC 破裂
Alloy 52- A508F1：低硫低合金鋼異材銲道
Alloy 52- A508F2：高硫低合金鋼異材銲道

2-1 核設施輻射評估與防護審查技術建立



完成國內許可類與登記備查設備射源安全
檢查研究

99 年完成檢查統計表

項 目	家數	件數	完成	待檢家	待檢件
1.非醫用輻射源安全檢查	28	28	28	0	0
2.醫用游離輻射設備檢查	409	409	409	0	0
3.醫療品質暴露安全檢查	62	62	62	0	0
4.建物輻射污染初測	0	0	0	0	0
5.輻射污染建物細測	2	1	1	1	1
6.輻射污染建物改善	2	2	2	0	0

完成國內許可類與登記備查設備射源安全
研究



例行運轉-放射性廢氣排放輻射劑量評估標準程序

假想龍門電廠發生雙機組 LOCA 意外事故時，考量雙機組對同一控制室之適居性評估結果

說明 分類	不同 時間區段	大氣擴散因數 (s/m ³)	累積 時間區段	總有效等效 劑量(mSv)	全身體外加馬 劑量(mSv)	甲狀腺劑量 (mSv)	貝他皮膚劑量 (mSv)
1 號機組汽機 廠房排氣口對 於 1 號機控制 室吸入孔 (註 1)	0-2 小時	1.60E-03	0-2 小時	3.42E-03	1.31E-03	6.69E-02	2.02E-03
	2-8 小時	1.19E-03	0-8 小時	2.98E-02	1.13E-02	5.92E-01	1.53E-02
	8-24 小時	5.31E-04	0-24 小時	8.17E-02	2.51E-02	1.83E+00	2.95E-02
	1-4 天	4.04E-04	0-4 天	3.24E-01	4.69E-02	9.03E+00	4.56E-02
	4-30 天	3.36E-04	0-30 天	2.46E+00	1.31E-01	7.66E+01	1.06E-01
2 號機組汽機 廠房排氣口對 於 1 號機控制 室吸入孔 (註 2)	0-2 小時	1.74E-04	0-2 小時	3.72E-04	1.42E-04	7.28E-03	2.20E-04
	2-8 小時	1.35E-04	0-8 小時	3.36E-03	1.28E-03	6.68E-02	1.73E-03
	8-24 小時	6.10E-05	0-24 小時	9.33E-03	2.86E-03	2.09E-01	3.36E-03
	1-4 天	4.85E-05	0-4 天	3.84E-02	5.48E-03	1.07E+00	5.29E-03
	4-30 天	3.25E-05	0-30 天	2.45E-01	1.36E-02	7.61E+00	1.11E-02

註 1：吸入孔位於排放點的西方，36.8 m 處。

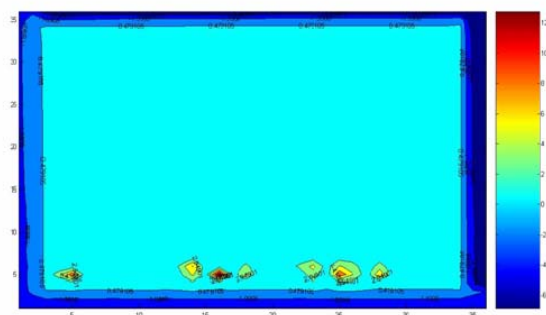
註 2：吸入孔位於排放點的南方，195.8 m 處。

表：意外事故下控制室法規限值

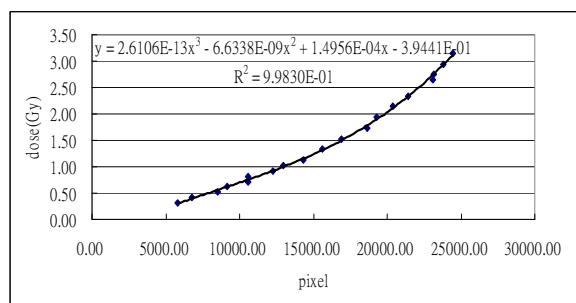
法規限值參考依據	劑量名稱	劑量值 (mSv)
游離輻射防護安全標準	有效等效劑量	50
10 CFR 50 附錄 A 設計通則 19	總有效等效劑量	50
NUREG-0800 核能電廠設計標準審查計畫 6.4 節	全身體外加馬劑量	50
	甲狀腺劑量	300
	貝他皮膚劑量	300

2-2 核子醫學診療輻射劑量評估研究

服用10毫居里碘-131核醫藥物病患造成他人之 最大可能有效劑量(毫西弗)						
患者離開醫院 距離(公尺)	由醫院到患者 之距離	患者到他人 之距離	患者到他人之 中點距離(公尺)	二倍半衰 期(小時)	患者中 點距離	患者中點距離 之有效劑量
1	0.876	11.734	11.630	1.156	7.114	0.000
2	0.797	10.192	10.000	0.999	6.193	0.000
3	0.661	8.870	8.538	0.872	5.370	0.017
4	0.578	7.742	7.340	0.763	4.704	0.032
5	0.506	6.793	6.290	0.668	4.117	0.033
6	0.443	5.948	5.388	0.585	3.603	0.046
7	0.388	5.204	4.698	0.512	3.164	0.041
8	0.339	4.554	4.094	0.448	2.760	0.100
9	0.297	3.996	3.588	0.392	2.416	0.113
10	0.260	3.489	3.140	0.343	2.114	0.174

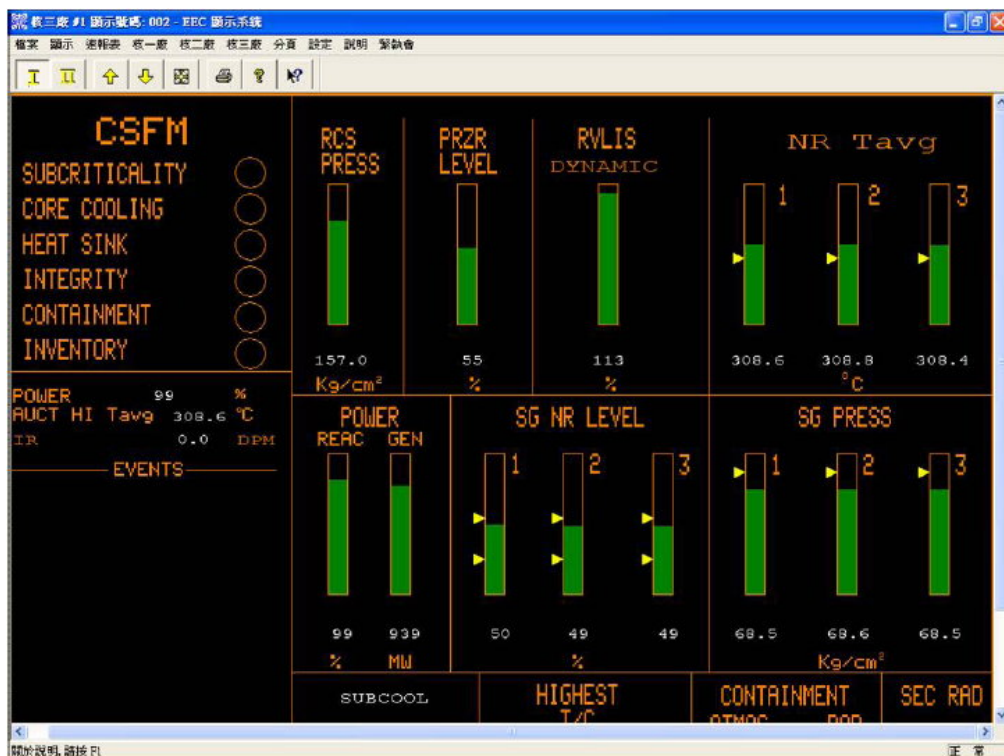


病患個人化之輻射曝露影響時程表，可分析 EBT 膠片之像素-劑量響應曲線
不同時間點之病患造成接近民眾的潛在輻
射曝露情形

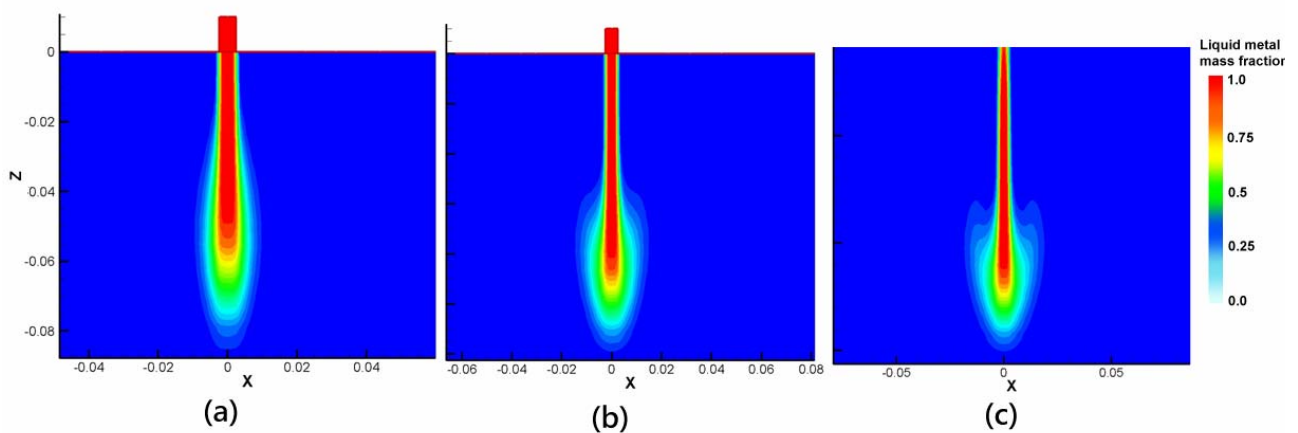


EBT 膠片劑量結果均勻度輸出

2-3 緊急應變支援系統與管制技術研究發展與精進



核三廠 SPDS 整合系統中顯示之核三廠即時資料。



「應用計算流體力學程式分析熔渣於圍阻體內之熱傳模式」研究中模擬熔渣在(a) 0.05; (b) 0.1; (c) 0.15 秒時，液態金屬分率之分布特性。

2-4 輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立



指環劑量計校正假體(直徑 19 mm，長度 30 mm)製作，校正時可同時置放 5 個指環劑量計



^{60}Co 廢射源再生利用之照射系統進行性能測試與輻射劑量標定

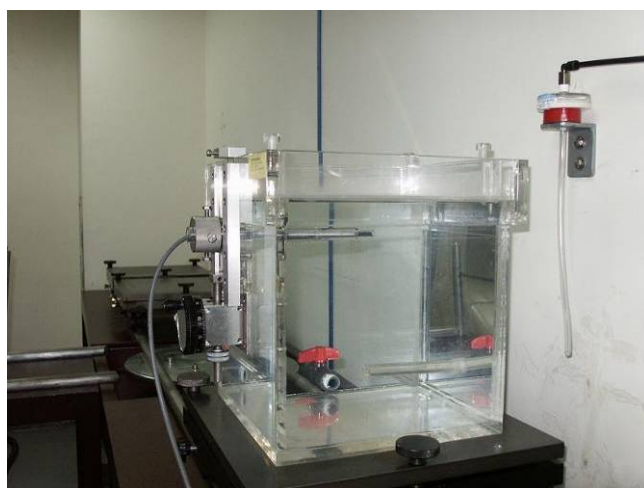
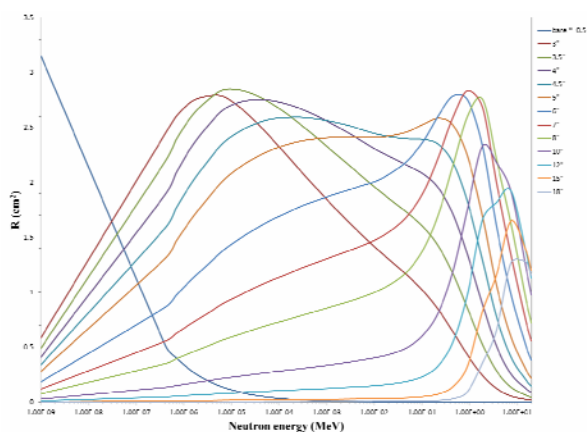


Ga-67 核醫臨床針劑試樣之校正



環境劑量 HPIC 監測器之現場遊校(輔助設備：雷射測距儀與射源高度升降機)

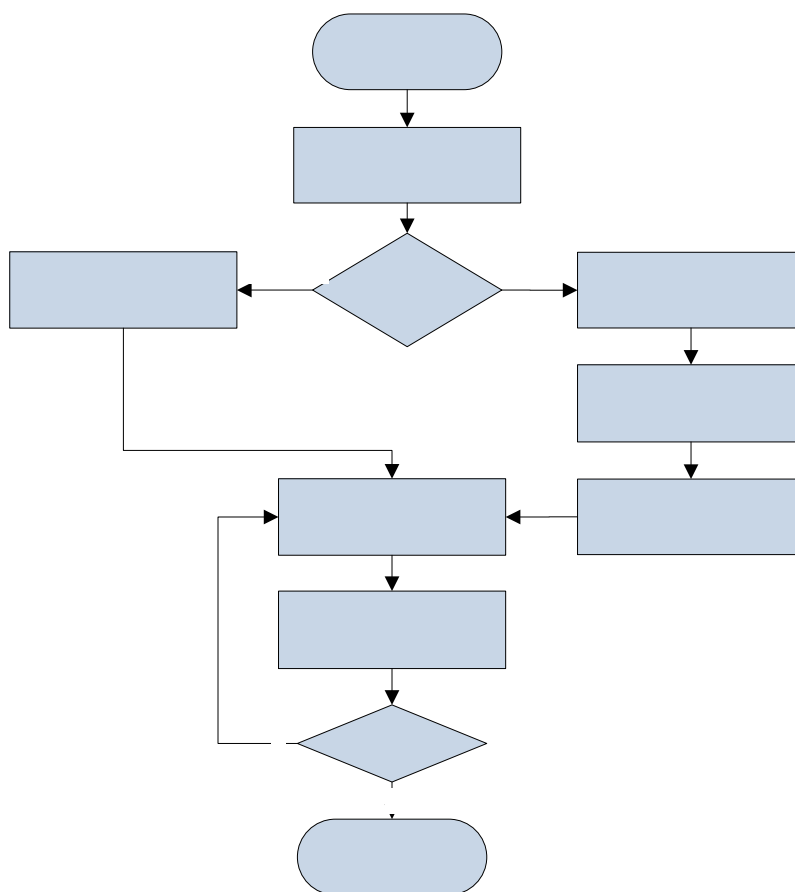
2-5 粒子治療設施之輻射量測評估技術建立與審查研析



不同尺寸的中子偵檢器隨中子能量
變化的響應函數

依據 IAEA TRS-398 報告，建立質子劑量量測
游離腔之校正技術

2-7 緊急應變資訊平台建立



演訓功能運作流程

2-8 大氣擴散模式與驗證技術發展與審查技術

國際常見模式與使用參數比較表

	u	v	w	ζ	pv	T	θ	θ_1	p	Gph	ρ	qv	qt	qlc	qf	qsc	qlr	qsh	qsg	qss	N	E	ϵ	K	zi
ADREA	◆	◆	◆			◆	◆		◆		◆	◆	◆									◆	◆	◆	◆
BOLCHEM	◆	◆					◆		◆			◆										◆			
COSMO-MUSCAT	◆	◆	◆			◆			◆			◆		◆		◆	◆		◆	◆		◆			
ENVIRO-HIRLAM	◆	◆				◆			◆			◆		◆							◆	◆			
GEM-AQ	◆	◆	◆		◆	◆			◆	◆	◆	◆	◆	◆						◆	◆	◆		◆	◆
M-SYS	◆	◆	◆				◆					◆		◆				◆				◆	◆		
MC2-AQ	◆	◆	◆	◆		◆			◆	◆		◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
MCCM	◆	◆	◆			◆			◆			◆		◆		◆	◆				◆	◆			
MEMO (UoT-GR)	◆	◆	◆			◆	◆		◆			◆										◆		◆	◆
MERCURE	◆	◆	◆				◆	◆	◆				◆				◆					◆	◆		
Meso-NH	◆	◆	◆				◆		◆			◆		◆		◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆			
TAPM	◆	◆	◆			◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆							◆	◆	◆	◆	◆
WRF/Chem	◆	◆	◆				◆					◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆	

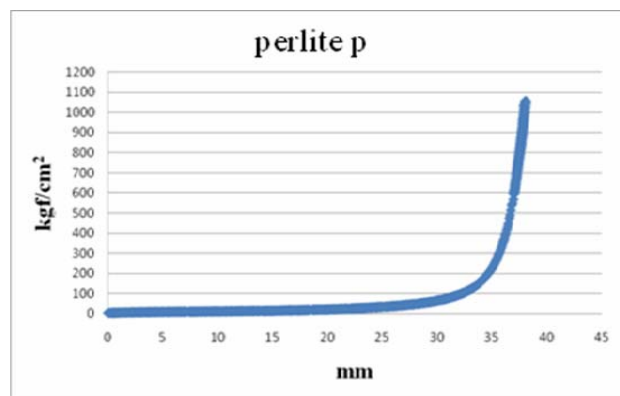
參數說明

u : along wind component (x 方向風分量)
v : across wind component (y 方向風分量)
w : vertical wind component (z 方向風分量)
 ζ : vorticity (渦度)
pv : potential vorticity (位勢渦度)
T : real temperature (實際溫度)
 θ : potential temperature (位勢溫度)
 θ_1 : liquid Water potential temperature (液態水位勢溫度)
p : pressure (壓力)
Gph : geopotential height (位勢高度)
 ρ : density (密度)
qv : humidity (濕度)

qt : total liquid water (總液態水)
qlc : liquid water in clouds (雲中液態水)
qf : total frozen water (總凍結水)
qsc : ice in clouds (冰雲)
qlr : rain (雨水)
qsh : hail (冰雹)
qsg : graupel (霰)
qss : snow (雪)
N : cloud fraction (雲量)
E : turbulent kinetic energy (紊流動能)
 ϵ : dissipation (耗散)
K : exchange coefficient (交換係數)
zi : mixing height (混合層高度)



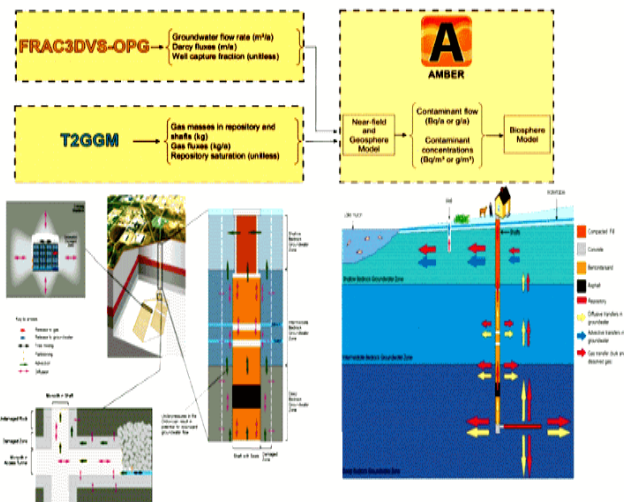
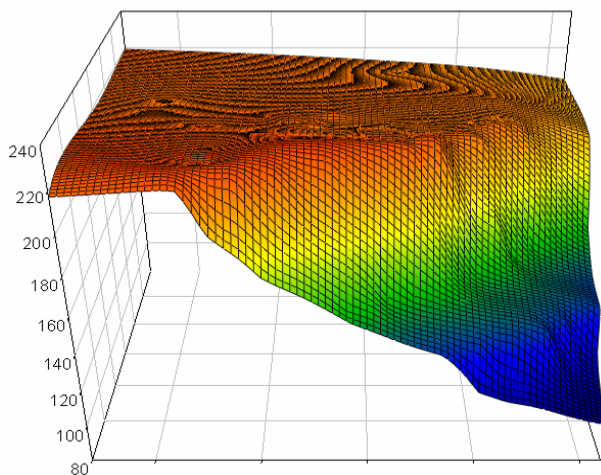
3-1 放射性污染保溫材之安定性處理可行性技術之研究



珍珠岩混凝土初步實驗試體，左邊試體水/膠比=0.75，右邊試體水/膠比=0.55，珍珠岩取代水泥量=10%

珍珠岩保溫材壓力與體積變形量之關係，在壓力 200 kgf/cm²以前具有相當的形變量，且在高壓力(800 kgf/cm²)下，依然具有形變的量。

3-2 低放射性廢棄物處置場功能評估導則與審查要點之研究

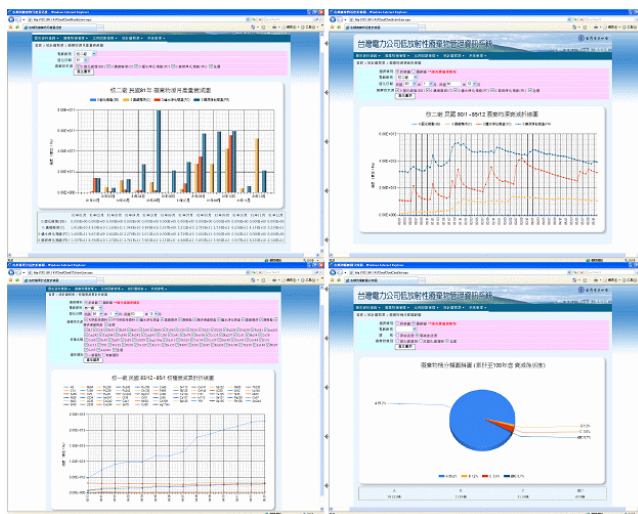


安全評估案例的數值地形變化。水文地質模型須吻合實際地層分佈。

加拿大 DGR 坑道處置計畫案例。瞭解審查重點：包括重要參數、廢棄物存量及關鍵核種、配置、工程障壁與水文地質參數等

3-3 低放射性廢棄物處置場資料庫導則與審查要點之研究

編號	欄位名稱	欄位說明
1	包件編號	Package Identifier
2	目前位置	Location
3	運次編號	Shipment Identifier
4	廢棄物產生日期	Product Date
5	廢棄物分析日期	Analyze Date
6	接收狀態	Acceptability Indicator
7	表面劑量率	Surface dose Radiation Field
8	表面污染	Surface Contamination
9	廢棄物分類	Radioactive Waste Class (A/B/C)
10	內含物說明	Material Description (灰渣/樹脂/設備...)
11	處理方式	Treatment (焚化/壓縮/反滲透..)
12	固化方式	Conditioning (柏油/水泥/玻璃..)
13	填充物	Filler/Grout
14	填充量	Quantity of Filler
15	盛裝容器	Container Type (桶/箱..)

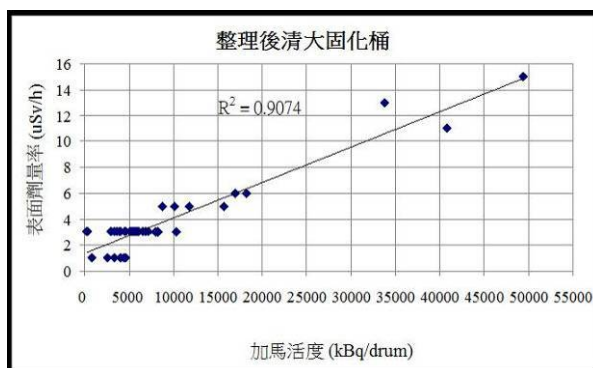
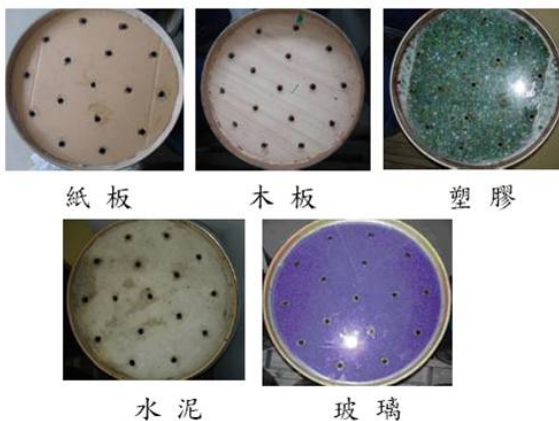


國內低放射性廢棄物資料庫必要欄位設計
(範例)

低放射性廢棄物資料統計圖表畫面

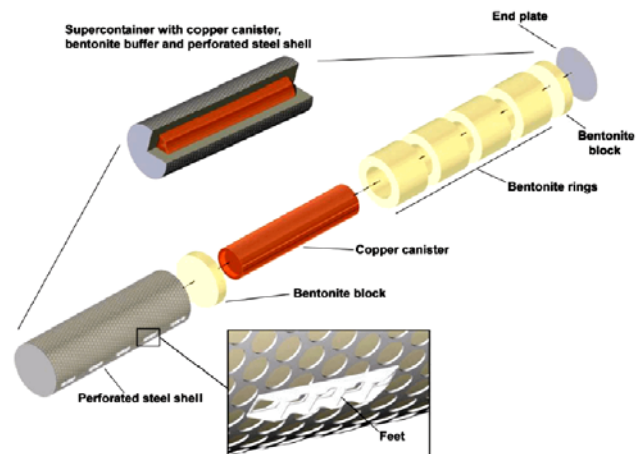
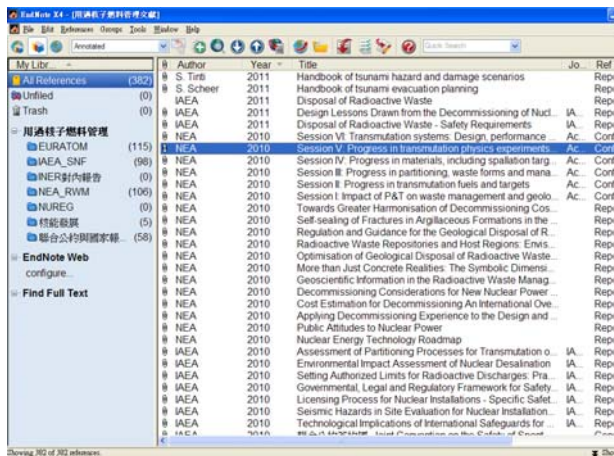
3-4 低放射性廢棄物活度量測追溯與驗證

材質	淨重(g)	密度(g/cm ³)
紙板	27,200	0.13
木板	108,600	0.53
塑膠	199,000	0.97
水泥	318,600	1.55
玻璃	403,000	1.97



本所貯存庫內清華大學廢棄物固化桶之表面劑量率與整桶活度關係圖

3-5 用過核子燃料管理技術方案研究



EedNote 軟體之用過核子燃料管理文獻建置

超級容器概念為各國近期對於高放射性廢棄物處置容器的研究重點，圖示為芬蘭研發中的概念

附錄三、100 年度期中審查意見回覆辦理情形

核能研究所 100 年度科技計畫期中查訪會議審查意見答復表

計畫名稱：提昇核能安全管制技術研究	
審查單位：核能研究所	
審 查 委 員 意 見	回 復 說 明
1.請說明 1.1 子項下預定工作項目(1)NFPA805 規範建立之具體執行成果。另請補充火災事件 PRA 標準已完成 70%之具體成果內容。	謝謝委員指導。 ➤ 補充具體成果如下：(1)有關 NFPA805 規範建立部分，本所委託國內核電廠防火專業團體草擬國內『核電廠火災防護準則』草案，已完成準則初稿，並分送國內各相關專業機構審查，同時以召開專家審查會議與公聽會之方式，聽取各方意見，並適度反映修正，以提供我國原能會建立法規之基礎。目前至 100 年 6 月底為止，已完成三次專家座談，專家涵蓋核電運轉、消防專業與地方政府主管等，後續將再準備召開公開之公聽會。(2)在火災 PRA 標準方面，以美國核管會認可、由美國 ASME 學會制訂之火災事件 PRA 標準為基礎，建立我國火災 PRA 標準草案，內容將涵蓋電廠劃分、組件與電纜選取、燃火頻率、定性與定量篩濾、電路分析、火災模擬、火災風險量化等主要議題分別訂出 PRA 模型應具備的等級要求。目前已完成「火災事件 PRA 標準」之初稿，共涵蓋 13 項技術要項之細部要求。
2.子項 1.4 請補充工作項目(2)護套碘應力腐蝕測試與評估之執行成果	謝謝委員指導。 ➤ 補充執行成果如下：完成再結晶鋁合金護套碘應力腐蝕實驗：含氫量 300 wppm 再結晶護套，單軸拉伸之 P-LLD 曲線顯示強度明顯下降；完成鋁合金潛變於 400℃溫度下之破損實驗應變圖觀察。

3.子項 1.5 請補充說明工作項目(4)不鏽鋼筒鹽霧腐蝕劣化研究之執行成果	謝謝委員指導。 ➤ 補充執行成果如下:完成乾貯不銹鋼貯存筒冷作加工 SS 304L 於 5 wt%NaCl 環境之慢速率拉伸測試與破斷面分析，並與 0.5wt%NaCl 環境之結果比較，當 5 wt%NaCl 環境較嚴苛時，冷作程度已影響不大。
4.子項 2.1 完成國內許可類及登記備查設備射源安全檢查，應非本子項『核設施輻射評估與防護審查技術建立』之工作項目範圍，請修正補充本項工作之執行成果。	謝謝委員指導。 ➤ 國內許可類及登記備查設備射源安全檢查是本子項計畫去年 99 年之工作項目範圍(按今年已經移至其他計畫內進行)，因此該工作之執行成果亦屬本子項計畫之全程目標與執行成果之一。
5.子項 2.2 執行成果之標題誤植請修正，另請補充說明本年度工作項目(1)、(3)、(4)之執行成果。	謝謝委員指導。 ➤ 補充說明執行成果如下：關於執行成果標題誤植部分已完成修正；另關於本年度工作項目(1)精進核子醫學射源項於患者體內分佈情形，本組已與清華大學核工所完成委託研究案，就患者體內射源項精進部分進行深入研究；關於工作項目(3)部分，已深入研析 ICRP-84 報告，針對服用核醫藥物患者對懷孕婦女與幼童造成之輻射劑量進行影響分析，並預定於 100 年 9 月提出相關成果研究報告；關於工作項目(4)部分，已與國內長庚、奇美醫院進行聯繫，就醫院之進藥、藥物傳送、藥物儲存等程序進行資料蒐集與危險因子探討，預定於 100 年 12 月提出相關成果研究報告。
6.子項 2.3 主要成果為完成兩項招標與採購案，請說明其與原規劃工作項目之關連性。另請補充說明本子項規劃工作項目(1)龍門電廠專屬緊急應變支援系統；(2)核子事故緊急應	謝謝委員指導。 ➤ 原規劃工作項目之「(1)依據日本 JNES 發展的 ERSS 系統，發展完成國內核三廠專屬的緊急應變支援系統」一項(原擬發展龍門電廠緊急應變支援系統，即

變線上演訓平台架構開發；(3)事故民眾集體劑量評估技術開發等之具體執行成果。	ERSS)，須連結真實電廠數據；但本所對於如何連結真實電廠數據不甚清楚，因此此部份工作即以招標案交由有經驗廠商執行。本所則致力於規劃 ERSS 應變內容與顯示方式。因此完成招標規範的編寫而使標案順利進行，是相當重要的工作成果。 ➤ 另外並與部分電廠檢討我國核電廠現行之緊急運轉程序與嚴重事故處理指引，以及完成研議 RADTRAD 程式中計算主蒸汽管路與主蒸汽隔離閥 Deposition Fraction 之各種模式。
7.子項 2.4 請補充說明工作項目(2)放射治療劑量驗證程序；(3)放射診斷設施結構屏蔽分析及(5)建立核能設施輻射偵檢儀器校正與驗證暨檢測規範之執行成果。	謝謝委員指導。 ➤ 補充各工作項目對應之執行成果說明如下：(1)取得本所同位素組提供之高活度 Ga-67+0.1 NHCl 溶液，利用 4πγ 高壓標準游離腔活度量測系統，完成 3 mL 及 5 mL Ga-67 核醫臨床針劑試樣之校正與體積係數之修正，對應之校正因子分別為 1.538 pA/MBq 及 1.521 pA/MBq，量測標準不確定度(k=1)均為 0.8%。(2)完成使用於加馬刀、電腦刀及光子刀等放射治療設施劑量驗證設備(游離腔、熱發光劑量計及 Gafchromic EBT 膠片)之測試與校正。完成 1 篇國際期刊論文撰寫，投稿 Radiation Measurements SCI 期刊獲得接受。(3)依據 ANSI/HPS N13.32 (2008)規範，設計製作指環劑量計校正假體，完成指環劑量校正假體位置修正因子之量測及空氣克馬對淺部個人等效劑量轉換因子之評估，並完成指環劑量加馬校正系統之建置與測試。(4)完成核種能譜分析儀及氣壓測試儀之採購、安裝與驗收作業，並進行儀器之輻射反應、溫度與濕度等項目之性能檢測。(5)設計與製作核設施環境劑量監測儀器現場校正設施，包括校正台車、Cs-137 校

	正射源準直儀、雷射測距儀、射束中心雷射定位裝置等設備，並進行在不同校正距離條件下之射束有效照野評估。。 ➤ 此外，於日本福島事件後，配合主管機關之要求，檢討修訂計畫工作項目，計畫原列之(3)建立放射診斷設施結構屏蔽分析工作刪除，改為(5)建立環境劑量監測器現場校正技術，以建立國內核設施環境劑量監測儀器之現場校正設施、即時校正技術及相關品保文件，提昇環境劑量監測儀器校正之時效性。
8.子項 2.5 請補充說明質子治療設施劑量評估模式建立之執行成果。	謝謝委員指導。 ➤ 補充執行成果如下：引進 SP9 中子多球體偵檢器組，並於 6 月 20 日完成利用 FLUKA 蒙地卡羅程式計算不同尺寸(3 到 6 英吋)聚乙烯緩速球隨 20MeV 內中子能量變化的響應函數，與文獻資料作比對，確認程式之正確性，逐步建立質子治療設施誘發高能中子之劑量評估模式與量測能力。後續將持續將中子能量推升至 250MeV 以上。
9.子項 2.6 請補充說明工作項目(2)建築物防火披覆及爆炸壓力波分析評估之執行成果	謝謝委員指導。 ➤ 補充執行成果如下：已於 99 年完成「鋼構防火被覆法規比較研究」(INER-7180R)。委託陸軍官校進行之「爆炸壓力波對建築物影響之實驗與補強效益分析」，現已完成理論分析及期中報告，現正進行實驗中。
10.子項 2.7 請補充說明除完成合作開發案簽訂外，自行研究部分之成果。	謝謝委員指導。 ➤ 補充自行研究成果如下：包括完成美國保健物理年會「Improving Emergency Response Ability by Using Web GIS and Google Earth」會議論文摘要投稿，並被接受為海報論文。

11.子項 2.8 請補充概述擴散模式參數研究之成果內容。	謝謝委員指導。 ➤ 補充成果內容如下：彙整國際常用之大氣擴散模式，並就氣象場參數整理列表比較(請參考佐證資料)。
12.子項 3.2 請依規劃工作項目概略說明執行具體成果及目前進度。	謝謝委員指導。 ➤ 補充具體成果及進度如下：低放處置場功能評估審查導則係參考NUREG-1200內容，再依據國內現況與國際經驗提出可如期於本年度提出導則初稿供管制機關參考；在功能評估審查要點分析方面，本年度參考加拿大處置場案例與本計畫案例分析實作，研提審查要點，目前已完成案例分析計算對內報告。
13.Page 14-16 工作進度說明中執行情形均註記(預定 X/X 完成)，建議刪除”預定”，並填入實際完成日期。	謝謝委員指導。 ➤ 已遵照審查委員意見，刪除預定並填入實際完成日期。
14.page17-22 請加註佐證資料引用說明，部份子項請加強過程記載之詳實性。	謝謝委員指導。 ➤ 已遵照審查意見，強化部分子項過程記載說明。
15 資本門執行率僅占分配數 33.33%，若以全年計算僅執行 13.62%，嚴重偏低，應加緊規劃執行以強化預算支用之效果。另請將差異進行分析(非僅提供執行百分率之數據)，以作為加強管理之依據。	謝謝委員指導。 ➤ 截至 6/30 日止資本門進度為 46.39%。落後原因分析：(1)採購背向式散射儀，原擬以外幣採購預計三月可開信用狀，但廠商最後以台幣報價，現已決標，預計 7 月驗收付款及結報。(2) 因應福島事件突發需求而進行變更設備改購置案「人員劑量評估計讀系統相關設備」完成變更設備購案改購置成「超大流量空氣採樣儀」(3)部份設備已完成購案，正辦理結報中。 ➤ 因應對策如下：(1)加快購案結報進度(2)針對日本福島事件之教訓與檢討，積極辦理因應國內相對立即之需求(3)積極追蹤購案進度，改善執行率。

16.Page30 一、4.(B)完成含 <u>氫化鋅</u> 300wppm... 請澄清是否為含 <u>氫</u> 300wppm...。	謝謝委員指導。 ➤ 原文應修正為為含氫量 300Wppm...。
17.Page31 第 6 項”完成許可類與登記備查設備...”之成果，是否屬於本子計畫”核設施輻射評估與防護審查技術建立”之計畫成果?請加強補充本項子計畫之具體成果。	謝謝委員指導。 ➤ ”完成許可類與登記備查設備...”之成果是屬於本子項計畫 99 年度計畫成果之一，誤繕為 100 年度計畫成果，尚祈見諒，因此已作修正 100 年計畫成果為完成核設施例行運轉液體排放劑量分析標準程序建立之研究。
18.Page32 第 12 項說明緊急應變資訊平台建立為第一年(100 年)執行之計畫，但 Page31 第 8 項另一子計劃說明已於亞洲地理資訊系統國際會議上發表有關緊急應變資訊平台及... 論文兩篇，請澄清是否有重複規劃之情形。	謝謝委員指導。 ➤ 按今年 100 年為緊急應變資訊平台建立子項計畫之第一年，而有關另一子項計劃之說明乃為該子項計劃 99 年度計畫成果，因此是藉該子項計劃所作之相關先期研究工作，並無重覆。
19.Page37-41 有關技術創新部份： (1) 相關法規規範之研議及審查，大多參考國際或國外已有之法規規範，應非屬技術創新事項，建議移至社會影響部分說明； (2) 應提出具體之創新技術事項，加強技術價值與未來貢獻潛力之說明，不需將各子計畫之工作成果再敘述一次； (3) 完成招標案及採購案，不宜列入技術創新之成果； (4) 資料研讀及與學術界合作，不宜列入技術創新之成果；	謝謝委員指導。 ➤ (1) 已遵照委員指示移至社會影響。 ➤ (2) 已遵照審查意見修訂相關內容，強化具體之技術創新事項與貢獻說明，並簡化成果說明。 ➤ (3) 已遵照委員指示修正。 ➤ (4) 已遵照委員指示修正。
20.Page41-42 經濟效益部分： (1) 請再檢視相關提供資料資料，應提出具體具經濟效益之事項，並加強經濟效益之量化說明，不需將部分子計畫之工作成果再敘述一	謝謝委員指導。 ➤ (1) 已遵照審查意見修訂相關內容，強化具體之經濟效益事項與量化說明，並簡化成果說明。

次； (2) 協助原能會執行之稽查、檢查及審查事項，不宜列為經濟效益之成果； (3) (一)、1.項....以 LOCA 模擬情境做完案例探討，可作為電廠興建機組與機組更新之『依據』...，建議修正為『參考』。	➤ (2)遵照審查委員意見，修訂為社會效益之成果。 ➤ (3)遵照審查委員意見，修正為參考。
21.Page44 其他效益(一)、2.項(1)冷作加工對鹽霧環境劣化非危害因子之結論，與 HWC 之關連性為何？	謝謝委員指導。 ➤ 本段為斷句之筆誤，更正如下：『研究顯示 HWC 並非材料環境效應劣化之萬靈丹，對冷作 SS304 不銹鋼腐蝕疲勞並無助益。冷作 SS304 不銹鋼於鹽霧環境之慢速率拉伸劣化並無預期之嚴重，顯示冷作加工對鹽霧環境劣化並非危害因子，但鹽霧環境濃度為一重要因子。』

附錄四、100 年度期末審查意見回覆

核能研究所 100 年度科技計畫(期末)成果效益報告審查委員意見及回復表

計畫名稱：提昇核能安全管制技術研究	
審查單位：核能研究所	
審 查 委 員 意 見	回 復 說 明
1.第 3 頁”...美國核管會背書之...” ，建議修正為”...美國核管會認可之...”。	➤ 謝謝委員指導。已遵照指示修正為美國核管會認可。
2.第 7 頁所列全程目標均為分項及子項工作項目，請具體說明整體計畫可供驗收之計畫目標。	➤ 謝謝委員指導。整體計畫可供驗收之計畫目標，以表之方式呈現於 P8-20。
3.請說明辦理專家審查會議、公聽會之主辦單位及送國內各相關專業機構審查之主辦單位。	➤ 本所委託 NFPA 台灣分會統整國內消防專家、學者，研擬「核設施火災防護準則」草案，該草案定期於原能會進行進度報告，而三次專家座談會分別於台電公司(二次)與內政部消防署(一次)舉辦，公聽會則於原能會舉行。
4.第 10 頁請補充有關 FEMAXI-6 應用，發表論文名稱。	➤ 謝謝委員指導。已於第 10 頁增加論文名稱。
5.第 11 頁請補充材料劣化研究子項有關會議論文名稱。	➤ 謝謝委員指導。已於第 11 頁增加會議論文名稱”Corrosion fatigue behavior of dissimilar metal weldments in high temperature water environments”。
6.第 11 頁請補充(二).1 子項研究報告之編號。	➤ 謝謝委員指導。已於第 11 頁增加研究報告之編號。
7.第 12 頁請補充(二).2 子項 100 年第 1 項之具體成果及後兩項之報告編號。	➤ 謝謝委員指導。已於第 12 頁補充具體成果及增加研究報告之編號。
8.第 13 頁請補充(二).3 子項完成之研究報告名稱及編號。	➤ 謝謝委員指導。已於第 13 頁增加研究報告名稱與編號。

9.第 15、16 頁(二).6 子項請補充說明何者為 100 年之成果。另考慮一致性,請檢討是否須說明 99 年度成果。	➤ 謝謝委員指導。擬將 99 年度成果拿掉,以免混淆。100 年度成果內容亦將作如下修正: - 執行 IAEA、NRC、FERC 相關保安法規比較,完成 3 份所內報告。 - 參加原能會”緊急應變/核子保安視察人員專業訓練”課程,負責”核能電廠量化保安風險評估”之授課。 - 核設施撞擊分析案例應用,執行用過燃料乾式貯存護箱外物撞擊安全評估,並和龍門核電廠隔離帶圍牆保安效能比較,完成 1 份所內報告。 - 本子項計畫 100 年度共完成 4 篇所內報告及 1 篇 SCI 國際論文投稿。
10.第 17 頁(二).7 子項請補充說明報告名稱及編號。	➤ 謝謝委員指導。已於第 16 頁增加研究報告名稱與編號。
11.第 17 頁(三).1 子項請補充說明報告及專利名稱及編號。	➤ 謝謝委員指導。已遵照審查意見補充相關說明於第 17-18 頁。
12.第 18 頁(三).2 子項計畫之各項成果請補充目前之達成狀況。另請補充論文及研究報告之名稱及編號。	➤ 年度工作成果包括美國技術規範分析(NUREG-1200)、加拿大實際處置案例分析、GoldSim 程式模擬分析等。年度內均已依原訂規劃提出成果。另已於第 18 頁補充說明相關論著名稱與編號。
13.第 18-19 頁(三).3 子項請補充說明論文、報告名稱及編號。	➤ 謝謝委員指導。已遵照審查意見補充相關說明於第 19 頁。

14.第 19 頁(三).4 子項各量測系統之比對，建議應先確認待測物件之標準值，已釐清各系統之準確度及其最佳適用條件。	➤ 本年度進行比對之系統均經過標準件的校正。以清大固化桶進行量測比對係因其僅含 Cs-137 單一核種，較易分析，由於該批固化桶無原始標準值，100 年以核研所現有之不同系統，經標準件校正後，進行該批固化桶之量測比對，比較各系統間的量測差異性。101 至 102 年已規劃製作已知活度值之標準件，並擬邀請國內相關單位共同參與比對。
15.第 20 頁(三).5 子項請補充說明報告名稱及編號	➤ 謝謝委員指導。已遵照審查意見補充相關說明於第 20 頁。
16.第 21-27 頁各項查核點達成狀況，請補充實驗數據或附佐證資料	➤ 謝謝委員指導。佐證資料以附錄一方式呈現(P69-77)。實驗數據以附錄二方式呈現(P78-91)。
17.設備費支用率達 86.96%，已較期中有具體改善，但仍未達 90%，請補充至 12 月 31 日之結報情形。另經常門及總經費之執行率計算有誤請修正。	➤ 謝謝委員指導。已補充更新經費至 12 月 31 日之結報情形，執行率為 99.98%。並修正計算有誤部分。
18.47 頁學術成就之效益說明，請補充第三分項之說明	➤ 謝謝委員指導。已遵照審查意見補充放射性廢棄物管制/管理技術研發之效益說明於第 47 頁。
19.第陸大項價值與貢獻度之說明，建議應就計畫達成之成果，整體說明其價值及貢獻度，必要時再加強補充個別子項之價值與貢獻度。	➤ 謝謝委員指導。已遵照審查意見補述整體性的價值及貢獻度。
20.學術成就部分請檢討(二).1、3，(三).5，及(三).1 之專利部分是否屬於學術成就，並評估其學術價值	➤ 謝謝委員指導。(三).1 之專利從學術成就移除，改列 54-55 頁之技術創新。(三).5 補述其學術價值意涵之說明如第 51-52 頁。

21.本計畫之主要目的在協助管制機關建立相關管制及審查技術，建議檢討經濟效益(產業經濟發展)之貢獻與效益分析之評分配比或再檢討本部分內容之適合性與具體性	➤ 謝謝委員指教，誠如委員指示，本計畫主要目的在協助原能會之核安管制技術相關研發工作，有關經濟效益並非主要目的，故其權重僅占 15%，此係由於開發技術之推廣應用所致。五項分類權重之分配尚有檢討之必要，將於後續計畫檢討改進。
22.社會影響部分大多仍在敘述其技術內容，建議加強其對社會或環境永續之具體說明。另(二).1 項 100 年部分建議加強補充具體內容	➤ 謝謝委員指導。另(二).1 項 100 年部分已加強補充具體內容如下：配合 ICRP-60 新國際法規體系，建立我國機組之相關輻射防護及控制室適居性標準審查程序，提升我國核設施以及輻射作業場所安全。
23 後續工作構想部分僅提出 100 年之計畫變更，建議應補充 101 年以後之構想及變動，尤其是經歷福島事件、核能政策變化及組改對整體計畫之影響與未來規劃應加強說明	➤ 因配合行政院組織改造，本分支計畫自 101 年起，將全部經費移轉給原能會，由相關處、局分別提出需求及工作項目，再委託核研所執行，故未來將完全從管制機關的觀點及需求，進行相關管制技術之研發。而核研所部分，為保持本計畫之延續性，另行籌措經費，成立「核反應器結構與組件完整性評估」計畫，主要工作內容包括：(1)高燃耗燃料護套性質與運轉績效研究。(2)探討核反應器結構完整性評估之新議題與技術，包括重要組件 3D 應力分析技術的發展，水媒效應對組件疲勞壽命的影響等評估技術。(3)了解目前運轉中核反應器之地震設計/分析最新議題發展及其受台灣特殊地震/地質環境條件之影響評估。(4)核反應器結構對於超越設計地震之安全處置分析評估。計畫總經費約六百餘萬元。

24.第 63 頁(一).1 刪除”核電廠....管理研究:”(重複打印)	➤ 謝謝委員指導。已遵照指示刪除”核電廠....管理研究:”。
25.檢討與展望部分如前項意見應考量福島事件、核能政策變化及組改對整體計畫之檢討與未來展望。為配合核能新政策，部分新增機組或機組更新之論述建議刪除。另涉及支援龍門電廠建廠之設計、施工等論述，建議檢討修正，以免有角色衝突之疑慮	➤ 謝謝委員指導。(1)請參閱第 23 項回覆說明。(2)已遵照委員指示，刪除新增機組或更新等相關部分。