

政府科技計畫績效評估報告

計畫名稱： 本土化核能安全與管制技術建立

執行期間：自 96 年 1 月 至 96 年 12 月

執行單位： 核能研究所

(群 組) (領 域)

評估委員： 蔡春鴻、施純寬、王竹方、董傳中

蕭信堅、馬劍清、葉偉文、陳條宗

白寶實

主管機關： 行政院原子能委員會

中華民國 97 年 3 月 30 日

政府科技計畫績效評估報告

目 錄

第一部份：科技計畫成果績效評估報告

壹、執行之內容與原計畫目標符合程度

計畫執行與規劃目標內容符合。

貳、已獲得之主要成就與成果(outputs) 滿意度

(論文篇數、技術移轉經費/項數、技術創新項數、技術服務項數、專利項數、著作權項數等績效指標)

專利獲得、技術引進及論文發表，數量上有大幅成長，未來可在質的方面多改進。

參、評估主要成就及成果之價值與貢獻度 (impacts)

一、學術成就之評述(科技基礎研究)

量化評述：

☐10 ☐9 ☒8 ☐7 ☐6 ☐5 ☐4 ☐3 ☐2 ☐1

質化評述：

發表研究論著 88 篇，研發成果可充分應用於本會、核研所及國內各產業。經評審小組實地查證及討論結果，本項績效評定為「良」。

二、技術創新成就之評述(科技整合創新)

量化評述：

☐10 ☐9 ☒8 ☐7 ☐6 ☐5 ☐4 ☐3 ☐2 ☐1

質化評述：

建立 BWR 燃料束核設計自動化人機介面程式及 BWR 爐心控制棒佈局設計搜尋工具。經評審小組實地查證及討論

結果，本項績效評定為「良」。

三、經濟效益之評述(產業經濟發展)

量化評述：

☐10 ☐9 ☒8 ☐7 ☐6 ☐5 ☐4 ☐3 ☐2 ☐1

質化評述：

「核電廠功率與效率提昇」及「風險評估與管理應用」兩大專案計畫另執行國內委託研究和技術服務案件共計 29 項計畫，年度收入達到新台幣 2 億 5000 萬元。經評審小組實地查證及討論結果，本項績效評定為「良」。

四、社會影響之評述(民生社會發展、環境安全永續)

量化評述：

☐10 ☐9 ☒8 ☐7 ☐6 ☐5 ☐4 ☐3 ☐2 ☐1

質化評述：

支援核能管制單位和間接服務台電公司核能電廠，對維繫國內核能安全有莫大貢獻，並對全球減碳做出貢獻。經評審小組實地查證及討論結果，本項績效評定為「良」。

五、其它效益之評述(科技政策管理及其它)

量化評述：

☐10 ☐9 ☒8 ☐7 ☐6 ☐5 ☐4 ☐3 ☐2 ☐1

質化評述：

建立「維護法規」視察導引草案，提供視察作業之參考依據。經評審小組實地查證及討論結果，本項績效評定為「良」。

(10:極優 9:優 8:良 7:尚可 6:可 5:普通 4:略差 3:差 2:極差 1:劣)

肆、與相關計畫之配合程度

- 一、接受國內工安主管機關-勞委會勞安衛研究所委託「量化風險評估指引製作」計畫，建立風險評估指引，作為審查替代檢查措施之必要條件。
- 二、撰擬「維護法規」視察程序書草案，提供相關視察作業之參考。
- 三、支援「核能電廠組件設計基準視察」作業，並提出具體視察發現。
- 四、支援執行核四廠儀控系統安全審查及管制任務。
- 五、參加由經濟合作暨發展組織核能署（OECD/NEA）主辦之國際「安全重要電腦系統」（Computer-Based Systems Important to Safety，簡稱 COMPSIS）國際合作計畫，其工作內容與軟體安全分析關係密切，本所也負責該計畫之資料分析工作。
- 六、與相關核子事故緊急應變計畫配合，建置完備輻射事故緊急應變處理之機制與能量。
- 七、結合「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、校正技術與能力試驗方法，達成最大的執行效益。
- 八、開發之輻射彈資訊管理倉儲系統以及應變人員演訓平台，可提供原能會緊急應變計畫相關工作所需的分析基礎，應變人員可以迅速查詢了解相對應的處理程序、注意事項與參考資料，強化協調應變能力，有效確保國土安全與民眾輻射安全。

伍、計畫經費及人力運用的適善性

一、計畫經費

單位： 元

項目 會計科目	預算數	執行數	差異	評估說明
一、經常支出				
1.人事費				
2.業務費	85,257,000	77,253,387	8,003,613	由業務費流出 7,381,500 元至設備費。
3.差旅費				
4.管理費				
5.營業稅				
小 計	85,257,000	77,253,387	8,003,613	由業務費流出 7,381,500 元至設備費。
二、資本支出	62,340,000	69,721,500	-7,381,500	由業務費流入 7,381,500 元至設備費。
合 計	147,597,000	146,974,887	622,113	整體執行情形良好

二、人力運用：

相關研究人員在職級分佈及學歷專長分配皆屬適當，在質與量的控制方面亦相當良好。

陸、後續工作構想及重點之妥適度

一、將核二廠 LAPUR5 穩定性分析技術，應用於核一廠與核四廠的穩定性分析。

- 二、完成核能電廠數位儀控人因系統界面設計更新之人因工程審核稽核表，有助於原能會的 HFE 審查與管制，對未來核能電廠數位儀控人因系統界面設計變更時有準則可循，可幫助核能電廠更加儀控系統的指引。
- 三、數位儀控系統深度防禦案例模擬，完成「ABWR 數位儀控系統有關多樣性與深度防禦之發展歷程」報告。
- 四、完成輻射彈緊急應變資訊管理系統電腦人員演訓平台建置，並安排人員實機操作訓練。
- 五、完成本所自行研製之水中加馬能譜儀的水下測驗，此儀器將可應用於淺水拖行運作、深水下潛/上浮運作以及陸上運作等，為一多功能之核種能譜與劑量率分析儀器，可應用於平時或緊急應變時海水或河流地區輻射量測。
- 六、建構核電廠嚴重事故處理輔助與決策支援系統之功能架構，增建分析輔助工具與相關資料庫之藍圖，期以事故預測及決策輔助資料庫方式，來更深層的提升電廠安全度，精進核子事故緊急應變中核電廠嚴重事故之處理機制，提高事故應變作業能力。
- 七、針對血管攝影及數位式 X 射線造影，建立劑量追溯標準與量測規範、適當的劑量指標及劑量品質保證作業準則，以提供主管機關執行放射診斷醫療品質保證之依據。
- 八、參加全國認證基金會技術委員會，完成 ANSI N13.11 (2001) 人員劑量計新能力試驗規範草案討論與修訂，協助主管單位落實能力試驗新規範之施行。
- 九、建立核能級組件焊接與驗證技術。

柒、綜合意見

- (一)執行情形符合原定之計畫進度，發表之期刊與研討會論文、提出申請之發明專利均較往年增加。
- (二)協助台電公司完成核二廠 MUR 和核一廠時限管理之準備，對台灣未來電力成本之降低有實質之貢獻。

- (三)計畫成果豐碩。各項子計畫均百分之百達成目標，且量化指標均超過預期數目。
- (四)「訂定核能級系統與組件技術規格為目標」的部分，已有60%同級品是由貴所檢証，值得肯定。
- (五)研發成果就學術成就、技術創新、經濟效益、及社會影響等的成效評估皆屬優良。
- (六)沸水式反應器穩定性安全分析之本土技術及方法論建立以及水冷式核能電廠的暫態安全分析核心技術之本土化，值得嘉許。

捌、總體績效評量

☐極優 ☐優 ☒良 ☐尚可 ☐可 ☐普通 ☐略差 ☐差

第二部分：政府科技計畫成果效益報告

壹、基本資料

計畫名稱：本土化核能安全與管制技術建立

主 持 人：楊經統

審議編號：96-2001-03-01

計畫期間(全程)：95 年 1 月 1 日 至 98 年 12 月 31 日

年度經費：147,597 千元 全程經費規劃：653,197 千元

執行單位：核能研究所

貳、計畫目的、計畫架構與主要內容

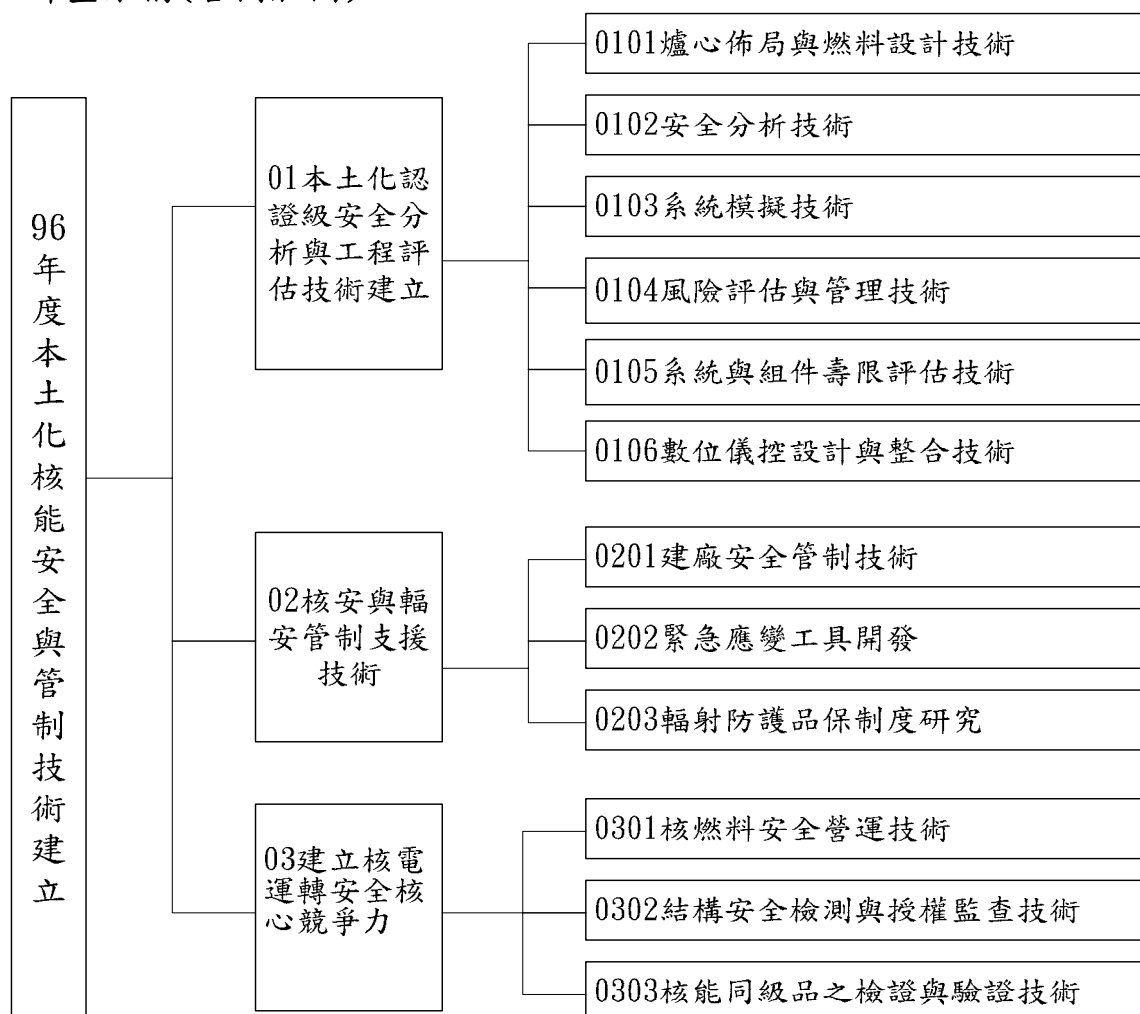
一、計畫目的

- (一) 依據 2001 年國家科學技術發展計畫(NSTP)第 3 章之『以知識創新帶動經濟發展』、『全球變遷之趨勢、衝擊與因應』、『能源科技研發策略及資源規劃』、『成立「原子能科技在醫學應用推動委員會」，以加強原子能科技在醫學診斷與治療上之環境建構、人才培訓、國內專業整合、國際合作與研發資源規劃等，積極推動新型實驗室與研發中心之建立』及『強化原子能科技於工業之應用發展，含工業風險評估、非破壞檢測及材料壽命評估等應用、輻射照射在化纖與工業材料之應用、電漿鍍膜在工業材料之應用、矽晶植磷在半導體產業之應用，以提升國內傳統產業與新興產業之安全品質與競爭力』。
- (二) 原子能委員會九十四年至九十七年中程施政計畫中優先發展課題「嚴密安全管理，確保核能安全」之說明，核能安全研究的問題包括核能電廠運轉安全與管制、輻射偵測與防護等，為配合國內現有運轉機組的安全運轉，核能安全科技研究欲解決的課題應用在核設施運轉安全、老化管理、停役安全、安全評估與審查、風險告知技術、稽查技術、核子事故防範、緊急應變處理技術、輻射防護及劑量評估等。為尋求解決方案，將建立相關核心設施與技術。另將加速扶植國內核安運轉及維護相關之安全分析產業，以推動本土化核安科技。
- (三) 原能會主委 93 年 4 月 22 日對核研所核安中心績效檢討中指示如下：基於永續經營的理念，核安中心在規劃未來長程計畫時，建議參考國外發展趨勢及國內現況，朝下列方向努力：
 1. 進一步開發包括老化管理、執照更新、功率提升等運轉中核電廠安全技術精進之項目。
 2. 未來核四試運轉期間相關技術支援工作。
 3. 非核能領域之應用拓展，如風險評估(PRA)技術在國內防災及緊急應變評估等項。

4. 各項管制相關新法（如輻防法、核管法、物管法、緊急應變法等）實施後，在相關子法研擬過程中提供技術支援或法規宣導訓練協助。

(四) 依據行政院產業科技策略(SRB)會議_行政院第 26 次科技顧問會議(2006 年 4 月)結論：「在政策擬訂方面，應思考『解決方案導向』、『科技導向』、與『應用導向』等三個模式之不同，惟選擇時，應以解決我國發展問題為優先，並應加強與國家相關政策扣合」、「可從延伸政府服務來帶動產業發展，經由營造公平的市場競爭機制，加強產業合作與提昇產業機會，過程中應注意政府職能與私部門之分工」等，以及 2006 年產業科技群組策略規劃研討會意見：「其目的在使研究發展成果或智慧財產能應用於產業，增進產業科技創新與技術提升，以創造經濟利益，提升國人生活品質暨落實國土環境永續發展」、「產業科技應以技術產業化之達成度為績效指標，計畫之規劃宜採多年期程並應交代技術、產業化之藍圖及情節，適當之評審及退場機制之設計，可確保計畫之競爭力」。

二、計畫架構(含樹狀圖)



本計畫 96 年度包含三項分項計畫共 12 項子項工作，分述如下：

(一)「本土化認證級安全分析與工程評估技術建立」分項計畫包括如下六個子項工作：

1. 爐心佈局與燃料設計技術
2. 安全分析技術
3. 系統模擬技術
4. 風險評估與管理技術
5. 系統與組件壽限評估技術
6. 數位儀控設計與整合技術

(二)「核安與輻安管制支援技術」分項計畫包括如下三個子項工作：

1. 建廠安全管制技術
2. 緊急應變工具開發
3. 輻射防護品保制度研究

(三)「建立核電運轉安全核心競爭力」分項計畫包括如下三個子項工作：

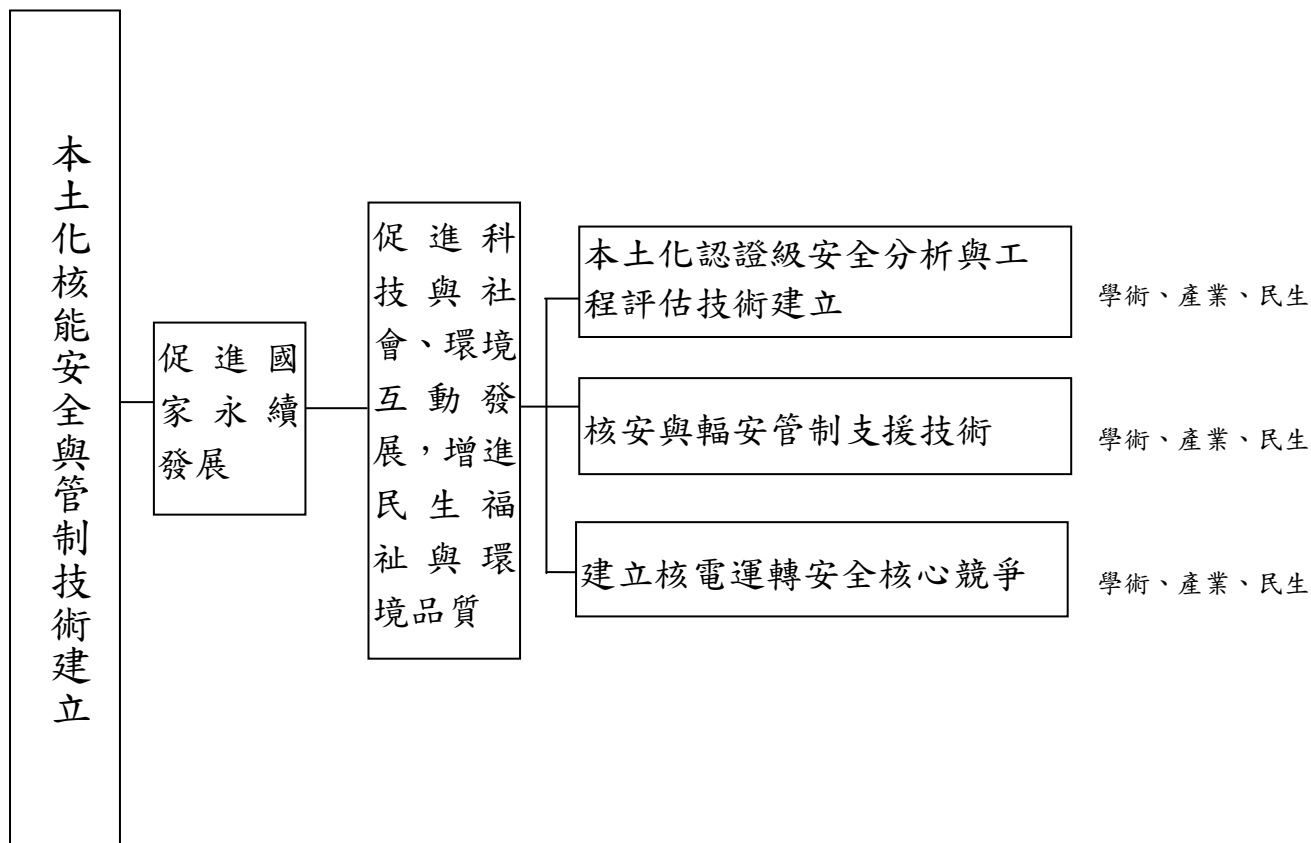
1. 核燃料安全營運技術
2. 結構安全檢測與授權監查技術
3. 核能同級品之檢證與驗證技術

科技施政

推動執行

研 發 計 畫

性 質



三、計畫主要內容

- (一) 「本土化認證級安全分析與工程評估技術建立」分項計畫，以中長期逐年強化能協助原能會執行核安管制之必要技術為主，並期部份能延伸完成技轉驗證，為未來技術商品化做準備；實施策略如下：
1. 建立與國際廠家同等級之自主爐心佈局設計及認證級暫態與事故安全分析等技術能力。
 2. 成立能評估關鍵組件壽限與確認材料劣化肇因之實驗室、建立自主之數位儀控系統設計與整合能力、及與美國同步之風險告知應用技術與工具，並期能用於其他領域。
 3. 建立能源系統模擬及最佳化分析平台，研究能源系統之安全性與經濟性及對社會環境之影響，期能作為能源開發決策制定之工具。
- (二) 「核安與輻安管制支援技術」分項計畫主要係配合原能會近期需求；實施策略如下：
1. 配合主管機關於輻防法輻射品質保證標準施行上之管制與認證需求，及原能會管制可發生游離輻射設備工作之急迫優先順序，吸取先期研究之經驗，建立輕便型量測假體系統與量測技術，研擬管制需求之量測與校正作業準則，進一步結合國家游離輻射標準建立計畫，開發建立相關劑量追溯標準、校正技術與能力試驗方法。此外，為因應主管機關執行輻防法之人員輻射劑量評定機構認可與管理需求，現行人員劑量評定機構必須通過全國認證基金會(TAF)之能力試驗及認證。目前 TAF 對於人員輻射劑量評定機構能力試驗之認證規範為 TAF-CNLA-T08(1) (2004)，該認證規範是引用美國 ANSI N13.11-1993 測試標準。主管機關考量美國已於 2004 年全面採用 ANSI N13.11-2001 新測試標準執行人員體外劑量評估實驗室能力試驗，且全美亦有 18 家實驗室通過此項能力測試，國內應跟隨國際趨勢建立 ANSI N13.11-2001 新標準所需的輻射射質及能力試驗技術規範，並推動新標準的施行。
 2. 分年完成運轉中各電廠嚴重事故處理輔助支援系統；整合輻射彈緊急應變相關技術，建置輔助資訊管理系統。
 3. 配合核四廠建廠進度，完成各種審查基準、試運轉視察導則及查核表、案例模擬、與整體安全提昇研究。
- (三) 「建立核電運轉安全核心競爭力」分項計畫，以短期能靠引進或強化之較成熟之核電運轉安全相關技術，並期部份能完成技術商品化與技轉準備為主；實施策略如下：

1. 建立與國際廠家同等級之核燃料稽查、維修、檢驗與裝填技術能力，以國際市場為目標。
2. 精進非破壞檢測與授權監查品質技術與人力，以國際市場為目標。
3. 整合檢證、環境驗證、耐震驗證等能力，以具備能訂定核能級系統與組件技術規格為目標。

參、計畫經費與人力執行情形

一、計畫經費執行情形：(金額單位：元)

會計科目		項目	預算數(執行數)			備註	
			主管機關預算 (委託、補助)	自籌款	合計		
					金額(元)		占總經費%
一、經常支出							
1. 人事費							
2. 業務費		85,257,000		77,875,500 (77,253,387)	52.76% (52.34%)		
3. 差旅費							
4. 管理費							
5. 營業稅							
小計		85,257,000		77,875,500 (77,253,387)	52.76% (52.34%)	由業務費流出 7,381,500 元至設備費	
二、資本支出							
1. 設備費		62,340,000		69,721,500 (69,721,500)	47.24% (47.24%)		
小計		62,340,000		69,721,500 (69,721,500)	47.24% (47.24%)	由經常門流入 7,381,500 元	
合計	金額	147,597,000		147,597,000 (146,974,887)	100% (99.58%)		
	占總經費%	100%		100% (99.58%)			

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：

由業務費流出 7,381,500 元至設備費

二、計畫人力

姓名	計畫職稱	投入人月數 及工作重點	學、經歷及專長	
胡中興	副研究員	4.3 建立 BWR 燃料束設計自動化人機介面程式	學 歷	博士
			經 歷	共同主持人
			專 長	原子能工程
湯簡如	副研究員	2.6 建立 BWR 燃料束設計自動化人機介面程式	學 歷	博士
			經 歷	共同主持人
			專 長	原子能工程
張柏菁	副研究員	3 PDA 快速能譜及核種偵查儀樣機研究	學 歷	博士
			經 歷	共同主持人
			專 長	原子能工程
林家德	副研究員	5.2 核電廠事故先兆事件評估導則與 PWR 案例分析	學 歷	碩士
			經 歷	共同主持人
			專 長	原子能工程
黃俊源	副研究員	6.8 建立攝影定位系統	學 歷	博士
			經 歷	共同主持人
			專 長	材料科技
陳明輝	副研究員	4.2 數位網路安全弱點防護研究	學 歷	博士
			經 歷	共同主持人
			專 長	原子能工程
洪士正	副研究員	0.2 數位網路安全弱點防護研究	學 歷	中正理工學院學士
			經 歷	69 年 1 月核研所迄今
			專 長	機械工程

曾哲聰	副研究員	1.0 數位網路安全弱點防護研究	學 歷	清華大學博士
			經 歷	71 年 9 月核研所迄今
			專 長	原子能
徐耀東	副研究員	0.1 建立攝影定位系統	學 歷	清華大學原子科學 院工程與系統科學 系博士
			經 歷	83 年 6 月核研所迄今
			專 長	機械
陳繼堯	助理研究員	0.07 建立攝影定位系統	學 歷	中正理工 碩士
			經 歷	70 年 7 月核研所迄今
			專 長	原子能
葛復光	助理研究員	3.8 建立攝影定位系統	學 歷	碩士
			經 歷	共同主持人
			專 長	原子能工程
黃揮文	助理研究員	4 數位網路安全弱點防護研究	學 歷	博士
			經 歷	共同主持人
			專 長	原子能工程
楊雍穆	助理研究員	5 輻射防護品保制度研究	學 歷	碩士
			經 歷	共同主持人
			專 長	原子能工程
李振弘	助理研究員	4 輻射防護品保制度研究	學 歷	碩士
			經 歷	共同主持人
			專 長	原子能工程
黃金泉	研究助理	0.3 PDA 快速能譜及核種偵查儀 樣機研究	學 歷	台北科技大學電子 工程學系
			經 歷	66 年 8 月核研所迄今
			專 長	電子

李祖堯	技術員	0.2 PDA 快速能譜及核種偵查儀 樣機研究	學 歷	健行工專電訊工程 科
			經 歷	65 年 11 月核研所迄今
			專 長	電子
歐陽啓能	技術員	0.2 PDA 快速能譜及核種偵查儀 樣機研究	學 歷	慈幼高工機械科
			經 歷	83 年 6 月核研所迄今
			專 長	機械
陳易村	技術員	1.0 PDA 快速能譜及核種偵查儀 樣機研究	學 歷	國小
			經 歷	63 年 12 月核研所迄今
			專 長	機械工程
吳淑雲	技術員	0.3 輻射防護品保制度研究	學 歷	中原大學工業工程 研究所
			經 歷	73 年 10 月核研所迄今
			專 長	品保
陳國光	工程師助理	0.3 輻射防護品保制度研究	學 歷	中原大學電機工程 研究所
			經 歷	89 年 6 月核研所迄今
			專 長	電機

與原計畫規劃差異說明：

無

肆、計畫已獲得之主要成就與量化成果(output)

表一 科技計畫之績效指標(請依計畫性質勾選項目，色塊區為必填)

計畫類別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	99
績效指標	學術研究	創新前瞻	技術發展(開發)	系統發展(開發)	政策、法規、制度、規範、系統之規劃(制訂)	研發環境建構(改善)	人才培育(訓練)	研究計劃管理	研究調查	其他
A 論文			✓							
B 研究團隊養成										
C 博碩士培育			✓							
D 研究報告			✓							
E 辦理學術活動			✓							
F 形成教材										
G 專利			✓							
H 技術報告			✓							
I 技術活動			✓							
J 技術移轉			✓							
S 技術服務			✓							
K 規範/標準制訂										
L 促成廠商或產業團體投資										
M 創新產業或模式建立										
N 協助提昇我國產業全球地位或產業競爭力			✓							
O 共通/檢測技術服務										
T 促成與學界或產業團體合作研究			✓							
U 促成智財權資金融通										
V 提高能源利用率										
W 提昇公共服務										
X 提高人民或業者收入										
P 創業育成										
Q 資訊服務										
R 增加就業										
Y 資料庫										
Z 調查成果										
AA 決策依據										

表二 請依上表勾選合適計畫評估之項目填寫初級產出、效益及重大突破

	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	1. 期刊論文發表計 33 篇;其中國外期刊 29 篇;國內期刊論 4 篇。 2. 研討會論文 21 篇。		
	C 博碩士培育	博士培育 5 人 碩士培育 9 人	協助計畫推動效益顯著	
	D 研究報告	88 篇	可作為本計畫後續研發工作之參考。	
	E 辦理學術活動	1. 核研所 MARKAL-MACRO 模型能力之建立-我國 2000-2025 年 BAU 情景之能源分析”專家座談會。 2. 2007 年能源與基礎建設安全研討會。 3. 2007 年核電廠安全相關數位化儀控系統品質驗證技術研習會。	1. ISBN 編號 978-98601375-5 2. 2007 年核電廠安全相關數位化儀控系統品質驗證技術研習會論文集，GPN：1009602329，ISBN-13：978-986-01-0763-0	
技術整合創新(科技創新)	G 專利	發明專利申請計 33 件	確保本所研發成果，並逐漸建立產業化之技術基礎。	
	H 技術報告	7 篇	可作為本計畫後續研發工作之參考	

	I 技術活動	1. 舉辦「2007 年能源與基礎建設安全」研討會，邀請美國 Sandia 國家實驗室與國內主管機關專家擔任講員，計有核研所、行政院反恐辦公室、原能會、台電公司、台北自來水處、資策會、台灣中油公司、中鼎工程公司、農委會、台塑石化公司、AREVA 台灣分公司、皮托科技、Taiwan Tech Trek、清華大學、中央大學、政治大學、雲林科大、中華大學、大葉大學等 23 個單位合計 106 人參加，並出版論文集，ISBN 編號 978-98601375-5。 2. 本年度分別至農委會防檢局、行政院防災科技中心、調查局全國保防會報等推廣 PRA 技術，並邀訪國安會、行政院反恐辦公室(現更名為國土安全辦公室)、台電政風處、台塑石化六輕麥寮廠等機關人員蒞所參觀並聽取簡報，共 6 場次。	1. 並出版論文集，ISBN 編號 978-98601375-5。 2. 將計畫所開發之技術推廣至政府部門。	
	J 技術移轉	1. 本計畫研發之各式緊急應變儀器成果，本年度均有顯著之推廣應用績效：原能會核技處訂購 INER9200M 偵測儀 50 具、北縣消防局訂製 FS99 快速偵查儀 4 具、輻射偵測中心訂製 ERM-GB- LHH 緊急應變環境監錄器 9 具，其技術服務收入超過 2,000 千元，超過原定 1,000 千元目標值。	將計畫所開發之技術及研發之各式緊急應變儀器推廣至政府部門。	

S 技術服務	1. 技服案件：運用本計畫所開發、精進及認證之專業技術，衍生核安中心「核電廠功率與效率提昇」及「風險評估與管理應用」兩大專案計畫 96 年度執行國內委託研究和技術服務案件共計 29 項計畫，年度收入達到新台幣 2 億 5000 萬元。 2. 建立數位儀控本土化技術，應用於國內核電廠，96 年度技術服務收入約 4,000 萬元。 3. 本計畫研發之各式緊急應變儀器成果，本年度均有顯著之推廣應用績效：原能會核技處訂購 INER9200M 偵測儀 50 具、北縣消防局訂製 FS99 快速偵查儀 4 具、輻射偵測中心訂製 ERM-GB- LHH 緊急應變環境監錄器 9 具，其技術服務收入超過 2,000 千元，超過原定 1,000 千元目標值。 4. 本年度研發之 FNS99 PDA 能譜分析儀，將於 97 年度正式推廣上市，並應用於核研所、輻射偵測中心、臺電公司與原能會等緊急應變及核安監測中心之固定/行動雙模環境監測網路系統；此外，FNS99 PDA 能譜分析儀亦可應用於核研所解除管制計畫 SWAM-1/3 隧道式與桶式外釋廢棄物輻射監測系統之核種活度分析模組。未來兩年內預估技轉技服案 3 件，總金額達 5,000 千元以上。 5. 「建廠安全與管制技術」計畫台電核技處委託本所人因工程小組執行龍門計畫分散式控制暨資訊系統技術諮詢服務，金額 1,935 千元。	金額 255,935 千元	
--------	---	---------------	--

		6. 利用本所 Cs-137 廢棄射源，結合自行研發的栓塞旋轉抽取式多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，可節省國外採購射源及照射器費用 8,000 千元。 7. 建立運轉安全本土化技術，應用於國內核電廠，96 年度技術服務收入逾 150,000 千元。		
	N 協助提昇我國產業全球地位或產業競爭力	1. 整合核電運轉安全技術，完成核一廠時限整體安全評估 (TLIPA) 建議在部分組件稍作精進後，核一廠未來得以申請再延續運轉廿年，每年可減少 730 萬噸之 CO₂ 排放(假設取代燃煤 SEPC 廠)，本研究結論也獲美國同業專家審查認同。 2. 整合本土化認證級安全分析與工程評估技術，完成核二廠功率提升之 MURPU 計畫，在對於飼水系統流量計的不準確度精進(20MWe 為發電功率，非發電量)改善後，已可使該廠每年增加約 1.5 億度發電量，技術為亞洲首例。 3. 在壓水式反應器熱水流暫態安全分析核心技術方面，本所引進西屋公司新版熱設計程序 (RTDP) 的分析技術，配合國內自有之 VIPRE-01 程式進行改良。再經由核三廠爐心新型燃料的分析驗證，其結果與西屋公司的 THINC 程式相同。本技術的建立，可獨立於燃料廠家進行爐心熱水流的安全分析，對於未來核電廠在中大幅度的功率提昇中，可提供自主化的安全分析能力。	1. 每年可減少 730 萬噸之 CO₂ 排放(假設取代燃煤 SEPC 廠)，未來若獲主管機關同意延長運轉，可節省建廠經費之效益達數百億元。 2. 可使核二廠每年增加約 1.5 億度發電量。 3. 對於未來核電廠在中大幅度的功率提昇中，可提供自主化的安全分析能力。	

		4. 本土化認證級安全分析技術應用於新燃料引進評估，分析工具與技術已與國際燃料廠家達同等級。		
	T 促成與學界或產業團體合作研究	1. 與國內外廠家合作，共同進行核二廠小幅度功率提升更換飼水流量計作業及安全分析工作，以期未來能協助國內廠家進行技術轉移，參與執行更大幅度之功率提昇工作。 2. 本計畫研發之各式緊急應變儀器，提供台電、原能會、偵測中心、北縣消防局等單位使用，收入超過 2,000 千元。 3. 台電核技處委託本所執行龍門計畫分散式控制暨資訊系統技術諮詢服務，收入金額 1,935 千元 4. 與國內廠家合作，共同進行核三廠 MIDS 更換作業，以期未來能進行技術轉移。 5. 核電廠啜吸系統改善技服案，均與國內廠家合作，使國內廠商能逐漸跨入核能機組維修領域。	1. 未來能協助國內廠家進行技術轉移，參與執行更大幅度之功率提昇工作。 2. 國內廠商能逐漸跨入核能機組維修領域、MIDS 更換作業。	

伍、評估主要成就及成果之價值與貢獻度 (outcome)

一、學術成就(科技基礎研究)

- (一)沸水式反應器穩定性安全分析核心技術整建：投稿於國際 SCI 期刊 Annals of Nuclear Energy 2 篇, Annals of Nuclear Energy 於 2006 年的 Impact Factor 為 0.69, 在 NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY 領域中排名為第 14(總共 32 種期刊)。
- (二)計畫成員擔任量化風險評估領域規模最大之國際會議 PSAM-9 技術主席，並主持由各國技術委員參與之論文審查會議。
- (三)年度 SCI 發表刊登達 29 篇，另亦有 6 篇申請審查中。國內期刊刊登 4 篇。
- (四)年度發表國際研討會議論文 21 篇，促進國際交流。
- (五)年度發表研究論著 88 篇，研發成果可充分應用於原能會、本所及國內各產業面。
- (六)郭榮卿博士獲邀參 ASTM C26 會議，會議主題在討論氫化鋁重排，旨在未來建立鋁合金在運轉及燃料貯存之氫含量限值，計邀請世界專家 16 人與會，郭博士就氫化鋁對鋁合金機械性質影響發表報告。

二、技術創新(科技整合創新)

- (一)建立 BWR 燃料束核設計自動化人機介面程式：已撰寫完成 BWR 燃料束核設計人機介面系統程式，建立近年來廠家燃料相關資料庫，透過自動化人機介面以圖形化方式呈現，使用者可以用最便捷的方式執行核燃料束鈾濃縮度設計或修改，並自動運跑產生中子截面資料庫，效率高且不易出錯，本技術將有助於自主爐心燃料佈局設計上游之燃料束核設計能力之建立。
- (二)建立 BWR 爐心控制棒佈局設計搜尋工具：已撰寫完成 BWR 爐心控制棒佈局搜尋程式，利用基因演算法搜尋全域最佳解，透過適應函數作優劣判定，搭配菁英主義做基因篩選，本技術建立將可用於自主控制棒佈局設計，也是用於驗證廠家設計是否合適或接近最佳化設計的利器，當驗證或設計人力不足時，可以完全替代人工，大幅縮減人力需求，本技術將有助於大幅改善自主爐心燃料佈局設計之控制棒佈局設計效率並提升設計水準。
- (三)沸水式反應器系統熱流暫態安全分析核心技術整建
 - 1.完成安全限值分析方法論研究
 - 2.完成核一廠非額定快速暫態分析方法論專題
 - 3.完成核二廠非額定快速暫態分析方法論專題
- (四)沸水式反應器穩定性安全分析核心技術整建：

- 1.本計畫已完成核二廠 LAPUR5 穩定性分析方法論的建立與測試，並可應用於核一廠與核四廠的穩定性分析。
 - 2.本計畫成功的發展出介面程式 EXAVERA，能縮短穩定性分析的時間，增加整體的效率。
 - 3.發表於國際 SCI 期刊: annals of nuclear energy 2 篇(1 篇已於 2007 年 6 月 8 日被期刊接受; 另 1 篇正在審查中)。
 - 4.初步進行核二廠二號機 Cycle 19 的 LAPUR5 穩定性分析，並預計於 12 月底完成核二廠穩定性分析方法論專題研究報告。
- (五)壓水式反應器系統暫態安全分析核心技術整建
完成核三廠二次側移熱暫態分析專題
- (六)壓水式反應器熱水流暫態安全分析核心技術整建
- 1.在壓水式反應器熱水流暫態安全分析核心技術方面，本所引進西屋公司新版熱設計程序(RTDP) 的分析技術，配合國內自有之 VIPRE-01 程式進行改良，所完成之本土化壓水式反應器爐心安全限值分析技術，經由核三廠爐心新型燃料的分析驗證，其結果與西屋公司的 THINC 程式相同。
 - 2.本土化壓水式反應器爐心安全限值分析技術的建立，可獨立於燃料廠家進行爐心熱水流的安全分析。對於未來核電廠在中大幅度的功率提昇中，本技術將可提供自主化的安全分析能力。
- (七)提升我國 MARKAL 模型準確度。
- (八)建立核四廠數位儀控系統深度防禦分析架構: 協助主管機關進行核電廠數位儀控系統軟體安全分析、多樣性與深度防禦分析管制作業，並參與經濟合作暨發展組織(OECD)核能署(NEA)之 安全重要電腦系統(COMPSIS) 國際合作計畫。
- (九)研究核電廠 HSI 設計更新的 HFE 審查基準及支援審查: 確保核四廠安全運轉與提昇核一、二、三廠之數位儀控更新。
- (十)完成具市區小尺度污染擴散模式評估功能之地理資訊輻射彈緊急應變資訊管理系統:為國內反恐應變機制之重要研發課題，提昇國內輻射彈緊急應變之評估準確性及應變時效性，大幅減低社會恐慌之程度。
- (十一)開發核二廠處理輔助支援系統:精進核電廠廠內嚴重事故處理機制，提高安全維護能力，增進民眾對核能的信心。
- (十二)完成乳房攝影 Mo/Mo、Rh/Rh X 射線能譜及電腦斷層掃描 X 射線能譜之量測，並建立電腦斷層劑量校正系統:建立量測標準及校正追溯技術平台，並推廣至醫療品保及輻防管制，協助主管機關積極管制與提升國民健康效益。
- (十三)利用本所回收之 Cs-137 廢射源及穿透不同物質厚度之衰減方法，製作衰減式環境輻射照射裝置及劑量校正系統:廢射源有效回

收再利用，並可開發國內自行研製輻射量測與校正裝備之能力，節省射源與儀器之國外採購成本。

(十四)核燃料池邊檢驗技術用於核三廠爐心核儀管更換，節省國外廠家報價六億台幣，同時在大修期間，發揮效率，節省工期達2天。

(十五)協助核電廠精進啜吸設備，掌握關鍵技術，由國內廠家提供零組件，爭取時效，期於未來能由國內團隊進行燃料偵漏作業。

三、經濟效益(產業經濟發展)

(一)技服案件：運用本計畫所開發、精進及認證之專業技術，衍生核安中心「核電廠功率與效率提昇」及「風險評估與管理應用」兩大專案計畫 96 年度執行國內委託研究和技術服務案件共計 29 項計畫，年度收入達到新台幣 2 億 5000 萬元。

(二)建立數位儀控本土化技術，應用於國內核電廠，96 年度技術服務收入約 4,000 萬元。

(三)本計畫研發之各式緊急應變儀器成果，本年度均有顯著之推廣應用績效：原能會核技處訂購 INER9200M 偵測儀 50 具、北縣消防局訂製 FS99 快速偵查儀 4 具、輻射偵測中心訂製 ERM-GB- LHH 緊急應變環境監錄器 9 具，其技術服務收入超過 2,000 千元，超過原定 1,000 千元目標值。

(四)本年度研發之 FNS99 PDA 能譜分析儀，將於 97 年度正式推廣上市，並應用於核研所、輻射偵測中心、臺電公司與原能會等緊急應變及核安監測中心之固定/行動雙模環境監測網路系統；此外，FNS99 PDA 能譜分析儀亦可應用於核研所解除管制計畫 SWAM-1/3 隧道式與桶式外釋廢棄物輻射監測系統之核種活度分析模組。未來兩年內預估技轉技服案 3 件，總金額達 5,000 千元以上。

(五)台電核技處委託本所人因工程小組執行龍門計畫分散式控制暨資訊系統技術諮詢服務，金額 1,935 千元。

(六)利用本所 Cs-137 廢棄射源，結合自行研發的栓塞旋轉抽取式多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，可節省國外採購射源及照射器費用 8,000 千元。

(七)建立運轉安全本土化技術，應用於國內核電廠，96 年度技術服務收入逾 150,000 千元。

四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)

(一)國際間高呼二氧化碳減量之際，核能是最主要之非碳能源，本計畫透過技術開發精進、直接支援核能管制單位和間接服務台電公

- 司核能電廠，對維繫國內核能安全有莫大貢獻，也是最對全球減碳做出貢獻之處，核電能安全，不但使環境維持安全，更使社會維持安定。
- (二)協助管制單位評估核一廠起動 B 台(ST-B)變壓器故障維修之允許維修時間(AOT)延長之風險，提供管制單位決行申請案之參考。台電公司順利獲原能會同意延長維修工期(由 3 天延長至 28 天)，解決核一廠兩部機組可能因此同時長時間停機之危機，而舒緩國內供電吃緊的顧慮。
 - (三)建置安全儀控系統軟體故障模擬與評估設備，進行軟體故障植入實驗，解析軟體對核能電廠之影響，提升設施運轉安全度。
 - (四)建立有效 HFE 評估技術，有助於未來核四廠人機介面設計審查及運轉安全。
 - (五)建立嚴謹數位儀控變更管理流程，提高核能安全。
 - (六)經由研發核能級 PLC 過程，可深入瞭解核電廠安全儀控系統之工作原理與特性，目前接受台電核發處委託「核電廠安全儀控數位化更新」計畫，進行 NRC 認可安全儀控數位平台評估與協助核三廠進行安全儀控更新作業，有助於提升核電廠設施運轉安全度。
 - (七)研發之電力系統控制器可應用於太陽能供電系統之電力平衡控制使用，以提昇綠色能源之使用性。
 - (八)完成核能電廠數位儀控人因系統界面設計更新之人因工程審核稽核表，有助於原能會的 HFE 審查與管制，使國內核能電廠未來設計更新數位儀控人因系統界面時有準則可依循；此外，建立儀控網路資訊安全評估規範標準、提供視察人員查證作業依據、發展數位儀控系統深度防禦案例模擬與序列樹初步危險因子分析方法，均可強化提升核設施運轉安全度。
 - (九)藉由專業人員的視察，有效提昇核四廠的建廠品質與設施運轉安全，並降低核電廠環境輻射背景。
 - (十)完成輻射彈資訊管理倉儲系統以及應變人員演訓平台，為國內反恐機制與確保民眾輻射安全之重要環節。透過資訊管理倉儲系統，應變人員可以迅速依照狀況來查詢了解相對應的處理程序、注意事項與參考資料；透過電腦演訓平台，可以強化應變個人以及整體團隊協調應變能力，有效確保國土安全與民眾輻射安全。
 - (十一)目前全國共有 406 台的電腦斷層掃描儀，每年接受診斷之病人超過 98 萬人次，健保針對電腦斷層掃描操作的總支付額約 20 億元。本計畫完成電腦斷層 X 射線劑量校正標準建立後，可配合主管機關推動之醫療曝露品保作業，保障每年 98 萬人次之民眾醫療品質，並提高健保 20 億元支出在民生福祉之貢獻度。
 - (十二)利用環境輻射行動偵測系統於本年度核安演習中執行環境偵測，即

時提供偵測，並連同所在位置地圖立即顯示於核子事故輻射監測中心螢幕，迅速為緊急應變工作提供所需偵測資料與地理位置關係，並可提供偵測結果空間分佈使評估與決策反應機制更完整，更能掌握實際狀況與時間。

(十三)支援核電廠燃料、材料性能、水化學技術、爐心組件、管路焊接技術、以及電廠壽限評估...等技術開發。對核電廠運轉安全與效益提昇，有直接而顯著的助益。

(十四)既有的核電廠針對各功能零組件評估，增延壽命及設施安全可靠度的評估即能符合 10 CFR 54 核電廠運轉規範以及核管單位之要求，相對於產業民生之供需亦是節能機制。

五、其它效益(科技政策管理及其它)

(一)合作成果與效益

主題	合作單位/經費	合作方式	成果與效益
數位儀控系統深度防禦電廠模式精進	清華大學 (730 仟元)	中央委辦	改善 PCTran-ABWR 電廠模擬程式有關預期暫態未急停(ATWS)緩和系統(Mitigation System)，包括：控制棒替代插入系統(ARI)、微調控制棒驅動機構(FMCRD) Run-in 與備用硼液控制系統(SLCS)等項目
數位網路安全弱點防護研究	長庚大學 (500 仟元)	中央委辦	數位網路應用於核電廠安全運轉之分析與弱點防護研究
控制室人機界面設計變更之 HFE 審查檢核表設計	中原大學 (650 仟元)	中央委辦	依據 NUREG/CR-6637 的 9.8 節之要求事項，彙整列出儀控設備更新時應查核的關鍵項目
輻射彈市區小尺度氣象模式建立	長榮大學 (400 仟元)	中央委辦	特定市區建築物附近之市區小尺度(含建築物)大氣邊界層模式之建立
核二廠嚴重事故處理指引互動平台建立研究	清華大學 (570 仟元)	中央委辦	建立核二廠嚴重事故處理指引電腦化與資料庫
電腦斷層掃描 X	清華大學	中央	建立電腦斷層掃描劑量

射線劑量評估研究	(500 仟元)	委辦	量測技術與訂定劑量指引水平
以雙游離腔系統分辨光子與中子之混合場之標準量測技術研究	清華大學 (680 仟元)	MF	建立光子與中子混合輻射場劑量檢校技術，完成 THOR 硼中子捕獲治療超熱中子射束的劑量檢校

(二)人才培訓

- 1.培訓清華大學博士生 3 名、碩士生 5 名，從事數位儀控系統深度防禦電廠模式精進、核電廠嚴重事故處理研究與放射診療劑量評估技術等研發工作。
- 2.96 年 3 月 9 日邀請長榮大學賴信志博士於 008 館二樓教室，講授 6 小時之 MM5、WRF 與風場評估課程，共計有 12 位同仁參加。
- 3.96 年 6 月 28 日邀請國家高速網路與計算中心首席科學家、交大環工所兼任講座教授商文義博士來所，於 060 館 702 室專題演講「Airflow over complex terrain」，計有 30 位同仁參加。
- 4.96 年 8 月 1 日於 008 館二樓教室舉辦「放射性事故緊急應變輻射安全評估程式 Hotspot 2.06」訓練，共計 11 位同仁參加。
- 5.96 年 8 月 15 日於 008 館二樓教室舉辦「輻射緊急事件應變人員防護準則」訓練，共計 20 位同仁參加。
- 6.96 年 1 月 17 日下午 1：30 邀請原能會陳志平技正在 008 館 2 樓進行專題演講，題目「美國乳房攝影醫療品質保證作業管制概況」。

(三)支援主管機關

- 1.協助原能會建立「維護法規」視察導引草案：撰擬維護法規視察程序書草案，提供核能主管機關-原能會於相關視察作業之參考。
- 2.(a)支援原能會之「核能電廠組件設計基準視察」作業共計 15 人天(不含準備工作)，並提出具體視察發現。(b)由核四運轉員直接參與本所設計核四數位儀控人機界面人因工程的驗證平台上的 HFE 運轉負荷量測與評估，其論文發表於 SCI 期刊且有效地提昇核四人機界面的運轉效能。(c)未來可提升核電廠在面對設計施工變更、技術瓶頸、系統需求改變與供應商能力不足等應變管理能力，並確保建廠與運轉維護上之可靠度、安全度、及系統可用度。(d)協助建置一套國內客製化之數位儀控系統之軟體構型管理制度，達到順利運轉維護之目標。(e)本計畫已與中原大學及中正大

- 學建立合作案，共同開發電力管理相關技術以及控制器。
3. 支援原能會核管處審查核二廠使用西屋公司 CR-99 型控制棒。
 4. 支援原能會核管處審查核四廠 FSAR。
 5. 提供核電廠嚴重事故處理輔助與決策支援之功能架構，提升電廠安全度，並且支援應用於原能會 96 年度核二廠核安演習劇本編排共 3 人月。
 6. 本計畫開發的環境輻射行動偵測系統支援原能會物管局主辦之 96 年度核安演習，成果倍獲肯定，並已經規劃技轉物管局。
 7. 朱健豪應原能會邀請於 95 年 12 月 28 日簡報「乳房攝影量測標準之現況與發展」。
 8. 7 月 12 日原能會舉辦「輻射防護劑量評估訓練」請楊雍穆及盧仲信擔任講師。
 9. 8/10~8/22 方新發、盧仲信、黃慶榮及楊維誠支援核安二號演習劑量評估及環境輻射行動展示。
 10. 黃昭輝支援原能會核安二號演習劇本及其演習相關技術。

(四)參訪

1. 5 月 29 日台電公司政風處陳處長等一行人蒞所，並參觀保物組輻射彈緊急應變資訊管理系統，結果圓滿。
2. 3 月 22 日行政院反恐辦公室蒞臨本所並參觀保物組輻射彈應變系統。

陸、與相關計畫之配合

- 一、接受國內工安主管機關-勞委會勞安衛研究所委託「量化風險評估指引製作」計畫，建立風險評估指引，供業者遵循主管機關，作為審查替代檢查措施之必要條件。
- 二、撰擬「維護法規」視察程序書草案，提供核能主管機關 - 原能會於相關視察作業之參考。
- 三、支援原能會之「核能電廠組件設計基準視察」作業共計 15 人天(不含準備工作)，並提出具體視察發現。
- 四、有效支援原能會執行核四廠儀控系統安全審查及管制任務。
- 五、配合原能會，參加由經濟合作暨發展組織核能署 (OECD/NEA) 主辦之國際「安全重要電腦系統」(Computer-Based Systems Important to Safety, 簡稱 COMPSIS) 國際合作計畫，其工作內容與軟體安全分析關係密切，本所也負責該計畫之資料分析工作。
- 六、輻射彈緊急應變許多技術是與核子事故相通，因此可以和相關核子

事故緊急應變計畫配合，建置完備輻射事故緊急應變處理之機制與能量。

- 七、結合「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、校正技術與能力試驗方法，達成最大的執行效益。
- 八、開發之輻射彈資訊管理倉儲系統以及應變人員演訓平台，可提供原能會緊急應變計畫相關工作所需的分析基礎，應變人員可以迅速查詢了解相對應的處理程序、注意事項與參考資料，強化協調應變能力，有效確保國土安全與民眾輻射安全。

柒、後續工作構想之重點

- 一、將核二廠 LAPUR5 穩定性分析技術，應用於核一廠與核四廠的穩定性分析。
- 二、撰寫報告取得認證，應用於核一、二、三廠暫態安全分析性分析與核四廠的相關應用。
- 三、完成核能電廠數位儀控人因系統界面設計更新之人因工程審核稽核表，有助於原能會的 HFE 審查與管制，對未來核能電廠數位儀控人因系統界面設計更時有準則可循，可幫助核能電廠更加儀控系統的指引。
- 四、數位儀控系統深度防禦案例模擬，完成「ABWR 數位儀控系統有關多樣性與深度防禦之發展歷程」報告。
- 五、完成輻射彈緊急應變資訊管理系統電腦人員演訓平台建置，並安排人員實機操作訓練。
- 六、完成本所自行研製之水中加馬能譜儀的水下測驗，此儀器將可應用於淺水拖行運作、深水下潛/上浮運作以及陸上運作等，為一多功能之核種能譜與劑量率分析儀器，可應用於平時或緊急應變時海水或河流地區輻射量測。
- 七、建構核電廠嚴重事故處理輔助與決策支援系統之功能架構，增建分析輔助工具與相關資料庫之藍圖，以期以事故預測及決策輔助資料庫方式，來更深層的提升電廠安全度，精進核子事故緊急應變中核電廠嚴重事故之處理機制，提高嚴重應變作業能力。
- 八、針對血管攝影及數位式 X 射線造影，建立劑量追溯標準與量測規範、適當的劑量指標及劑量品質保證作業準則，以提供主管機關執行放射診斷醫療品質保證之依據。
- 九、參加全國認證基金會技術委員會，完成 ANSI N13.11 (2001)人員劑量計新能力試驗規範草案討論與修訂，協助主管單位落實能力試驗新規範之施行。
- 十、新一代用過燃料乾式貯存系統設計、分析與測測。

- 十一、材料與燃料長期環境因子影響與安全性評估。
- 十二、建立核能級組件焊接與驗證技術。

捌、檢討與展望

- 一、本計畫是建立國內核能發電認證級爐心營運與安全分析技術的基礎，唯有逐步達成技術認證，才能協助維持國內核電廠安全營運與功率提昇工程評估的品質。在國際核能復甦之際，核能人才大量欠缺造成設計及安全分析上水準堪虞，本計畫尤需培植本土人才，投注更大能量以維繫國內核能安全的品質。
- 二、本計畫之執行有助於核四電廠數位儀控系統的興建，對核四 FSAR 技術審查也更具助力，亦提昇國內供應商產品製造技術與落實核能組件自製能力。
- 三、輻射彈緊急應變資訊整合系統之地理資訊與標準作業程序，有效運用於核安演習，並獲得驗證，證實為緊急應變作業十分有用的工具。
- 四、計畫研製之水中加馬能譜儀，有效解決平時或緊急應變時對於海水、河流地區之輻射量測問題。
- 五、計畫配合輻射防護法所執行的醫療品保研究工作，需與主管機關、學校、醫院及學會密切配合，以建立放射診斷設備現場劑量度量技術並推廣服務應用；由於國內各界已對建立醫療曝露品保制度具有高度共識，也使計畫執行成果更增加實質的效益。

填表人： 楊經統 聯絡電話：03-4711400 轉 2991 傳真電話：03-4711410

主管簽名： _____