

104 年度政府科技發展計畫 績效報告

計畫名稱：提升輻射安全管制技術之研究(4/4)

主管機關：行政院原子能委員會

執行單位：行政院原子能委員會輻射防護處委託行政
院原子能委員會核能研究所、長庚大學、
中華民國醫學物理學會、國立清華大學

中華民國 105 年 3 月 21 日

目 錄

104 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003).....	1
104 年度績效自評意見暨回復說明(D007)	2
壹、目的、架構與主要內容	10
一、目的與預期成效.....	10
二、架構(含樹狀圖).....	15
三、主要內容.....	19
貳、經費與人力執行情形	26
一、 經費執行情形.....	26
二、 計畫人力運用情形.....	28
參、已獲得之主要成果與重大突破(含量化 output).....	30

【104 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表 (D003)】

審議編號	104-2001-02-05-11				
計畫名稱	提升輻射安全管制技術之研究(4/4)				
主管機關	行政院原子能委員會				
執行單位	行政院原子能委員會輻射防護處委託行政院原子能委員會核能研究所、長庚大學、中華民國醫學物理學會、國立清華大學				
計畫主持人	姓名	黃景鐘	職稱	處長	
	服務機關	行政院原子能委員會輻射防護處			
	電話	02-22322171	電子郵件	cchuang@aec.gov.tw	
計畫類別	延續型一般計畫				
計畫群組及比重	環境科技 100%				
執行期間	104 年 01 月 01 日 至 104 年 12 月 31 日				
全程期間	101 年 01 月 01 日 至 104 年 12 月 31 日				
全程計畫 資源投入 (104 年度以前 請填決算數)	年度	經費(千元)		人力(人/年)	
	101	27,977		18.6	
	102	23,261		26.5	
	103	23,751		15.0	
	104	24,086		24.5	
	合計	95,475		84.6	
當年度 經費投入 明細 (請填決算數)	104 年度	人事費	6,226	土地建築	0
		材料費	2,702	儀器設備	3,587
		其他經常支出	7,917	其他資本支出	0
		經常門小計	16,899	資本門小計	3,587
		經費小計(千元)		24,086	
計畫連絡人	姓名	郭子傑	職稱	技正	
	服務機關	行政院原子能委員會			
	電話	02-2232-2189	電子郵件	tckuo@aec.gov.tw	

【104 年度績效自評意見暨回復說明(D007)】

計畫名稱：提升輻射安全管制技術之研究計畫

績效自評審查委員：魏孝萍、邱志宏、許世明

序號	審查意見	回復說明
壹、執行之內容與原計畫目標符合程度(評等：8) 9-10：超越計畫原訂目標。 8：達成計畫原訂目標。 7：大致與原計畫目標相符。 1-6：未達原訂目標。		
1-1	計畫之總目標為提升輻射防護管制作業效能，由績效報告中可見五個分項計畫皆達成預期目標，亦符合原規劃之進度與目標。	謝謝委員肯定。
1-2	放射治療設備的輸出劑量校驗方法及其誤差分析、輸出劑量及射束能量準確性之統計分析等，超越計畫原訂目標。 (第一子項計畫：放射診療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究)	謝謝委員肯定。
1-3	執行內容未提服用碘-131 患者之居家環境輻射安全議題研究。 (第三子項計畫：核子醫學診療輻射劑量評估研究)	謝謝委員指導。 將依委員意見於績效報告補充相關之執行成果： 1. 與核醫學會合作核醫藥物活度校正儀品質保證及服用碘-131 患者居家環境輻射安全議題研究。I-131 主要服用方式為口服，於通過人體試驗委員會(IRB)申請核可之彰化基督教醫院、台北馬偕醫院、基隆長庚醫院、高雄醫學大學附設醫院、和信癌病治療中心 5 家醫院中執行研究，由核研所提供每位患者 2 枚 TLD 予患者與主要照料者外釋和返家後量測輻射劑量，並

		統計是否給予人工合成促甲狀腺素(rhTSH)等醫療作業，以及施打藥物活度與患者和主要照料者輻射劑量率關係，藉以提出最適化輻射醫療建議。 2. 104 年度完成 72 名患者(計畫 50 名)體外 1 公尺處之劑量率、患者之平均累積輻射劑量、主要照料者之平均累積輻射劑量的評估。惟出院患者體外輻射劑量率主要影響因素為個別代謝情形。
1-4	執行內容未提：(1) 配置混合加馬濾紙樣品，執行全國中低強度核種分析能力試驗與評估研究；(2) 配置 7-9 種環境測試樣品，執行全國環境試樣放射性核種分析能力試驗與評估研究。 (第四子項計畫：輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立)	謝謝委員指導。 將依委員意見於績效報告補充相關之執行成果： 1. 參照全國認證基金會(TAF)規範，辦理全國中低強度核種分析能力試驗與全國環境試樣放射性核種分析能力試驗評估。 2. 利用國家游離輻射標準實驗室之 ^{57}Co、^{60}Co、^{133}Ba、^{134}Cs、^{137}Cs、^{241}Am 及 ^{152}Eu 等液體射源，製作 8 組模擬直徑 47mm 濾紙射源之中低強度核種盲樣與參考標準件和環境試樣(土壤、水樣、植物樣、肉樣、空浮濾紙樣、牛乳樣、米樣、菇類、人工尿樣及人工糞樣)製作與分送，並舉辦技術討論會，期與國際標準實驗室量測技術同步。
貳、計畫經費及人力運用之妥適度(評等：9) 9-10：與原規劃一致。 7-8：與原規劃大致相符，差異處經機關說明後可以接受。 1-6：與原規劃不盡相符，且計畫經費、人力與工作無法匹配。		
2-1	經費執行率達 93%至 100%，人力運用妥適。	謝謝委員肯定。
2-2	計畫經費及人力運用與原規劃一致。	謝謝委員肯定。
參、已獲得之主要成果(重大突破)與成果滿意度(評等：9)		

9-10：達成原訂 KPI，且獲得成果績效超越原計畫預期。 8：達成原訂 KPI，且獲得成果績效與原計畫預期相符。 7：大致達成計畫原訂 KPI 與預期效益。 1-6：未達成計畫原訂 KPI 與預期效益。		
3-1	績效指標之實際達成值，符合該計畫之原訂目標值。	謝謝委員肯定。
3-2	跨機構合作團隊(計畫)數為三項。請說明此三項跨機構合作團隊對計畫有何貢獻。	謝謝委員指導。 1. 蒙地卡羅劑量評估研究團隊： 核能研究所與清華大學合作，利用學校資源了解國內新興粒子治療設施現況與國際研究發展趨勢，精進高能中子校正技術，回饋與強化全面性的輻防管制。 2. 放射治療品保驗證與稽查方法研究團隊： 核能研究所、醫學物理學會與陽明大學合作，可利用學會資源取得輻射醫學臨床資訊，透過實地量測與第一線工作人員接觸時，推廣醫療曝露品質保證知識。在研究國際參考建議時，亦須考量國內現況，就執行面上取得共識，以期提出具體可行之稽核作業程序，並研擬參考建議。 3. 游離輻射領域能力試驗研究團隊： 核能研究所、台電公司、清華大學和輻射偵測中心等輻射偵測實驗室和國內認證單位合作，可透過三年一度能力試驗的同時了解國內現況、規範更新之衝擊，即時輔導或推廣，使各實驗室達到技術交流與精進。

3-3	培育及延攬人才、研究報告、國內發明專利、參與技術活動四項成果績效超越原計畫預期。形成課程/教材/手冊件數未達計畫原訂 KPI。其餘與原計畫預期相符。	謝謝委員指導。 有關形成課程/教材/手冊件數未達計畫原訂 KPI。係因成果填報時僅填教材 2 份，未將舉辦之形成課程納入，謹補充說明如下： 1. 教材部份計「透視 X 光系統品保實作講義」及「強度調控放射療原理與品質保證作業」2 份。 2. 課程部份計「乳房 X 光攝影儀、電腦斷層掃描儀及透視攝影 X 光機醫療曝露品保實作訓練」1 項，104 年度共辦理 6 場次。 綜上，已達原訂形成課程/教材/手冊件數之 KPI，將於績效報告內補充填入。
肆、評估主要成就及成果之價值與貢獻度(評等：9) 9-10：超越原計畫預期效益。 8：與原計畫預期效益相符。 7：大致與原計畫預期效益相符。 1-6：未達成原計畫預期效益。		
4-1	該計畫在學術研究有顯著成就，各分項計畫皆發表多篇國內外期刊。	謝謝委員肯定。
4-2	技術創新亦有獲得相關發明專利，是否有技轉之規畫，以提升本計畫整體之經濟效益。	謝謝委員意見。 1. 郵校假體專利將應用於後續計畫，執行實地測試以進行光子和電子治療射束劑量驗證之稽核研究。 2. 溫度感應器之空氣游離腔專利則已用於核能研究所實驗室之游離腔，可更精確地標定輻射場。 3. 兩項專利於後續實地測試的計畫執行時，同步作為展示與推廣用途，尚無廠商洽詢相關技轉，將持續努力推動技轉。
4-3	發表四篇研究論文及兩篇研究報告，有助於了解台灣醫療曝露現況並與國際接軌。	謝謝委員肯定。

	(第一子項計畫：放射診療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究)	
4-4	完成三篇期刊論文投稿（兩篇已被接受），以及發表三篇國際會議論文。郵校假體與劑量計系統已獲得國內發明專利。內建溫度感應器之空氣游離腔已申請歐盟發明專利。 (第二至第五子項計畫)	謝謝委員肯定。
伍、跨部會協調或與相關計畫之配合程度(評等：9) 10：認同機關所提計畫執行無須跨部會協調，且不須與其他計畫配合。 9-10：跨部會協調或與相關計畫之配合情形良好。 7-8：跨部會協調或與相關計畫之配合情形尚屬良好。 1-6：跨部會協調或與相關計畫之配合情形仍待加強。		
5-1	與經濟部、科技部跨部會協調情形良好。	謝謝委員肯定。
5-2	輻射安全管制技術在許多放射科學領域中扮演極重要角色，故需持續進行跨部會協調與合作。	謝謝委員肯定。
5-3	與醫療醫院合作，完成 72 名患者之體外 1 公尺處之劑量率、患者之平均累積輻射劑量、主要照料者之平均累積輻射劑量。未敘明是何種核醫藥物的劑量。 (第三子項計畫：核子醫學診療輻射劑量評估研究)	謝謝委員指導，所指核醫藥物係碘-131，將於績效報告敘明。
5-4	與經濟部標準檢驗局之「建立及維持國家游離輻射標準」計畫、行政院國家科學技術發展基金管理會補助計畫「X 光機輻射劑量監測儀開發」合作。 (第四子項計畫：輻射防護品保與偵	謝謝委員肯定。

	測儀器驗證技術建立)	
5-5	與經濟部技術處「質子治療之相關探測器研製」學界科專計畫合作。 (第五子項計畫：粒子治療設施誘發中子輻射之量測評估技術建立)	謝謝委員肯定。
陸、後續工作構想及重點之妥適度(評等：9) 9-10：後續工作構想良好；屆期計畫成果之後續推廣措施良好。 7-8：後續工作構想尚屬良好；屆期計畫之後續推廣措施尚屬良好。 1-6：後續工作構想有待加強；未規劃適當之屆期計畫後續推廣措施。		
6-1	本計畫之後續工作構想良好。由於近年來國內放射治療人數上升快速，宜應再加強放射治療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究，以確保病人接受更準確之輻射劑量，以降低日後社會成本。	謝謝委員指導。 考量放射治療的人數以及新型放射治療技術的應用日益增加，本會將於放射治療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究，納入針對新型放射治療技術（例如強度調控放射治療技術、小照野照射技術等）進行研究，以協助醫療院所於使用此類新型放射治療技術時，能更加確保整體醫療曝露品質。
6-2	對於現行的放射診療設備之醫療曝露品保規範，應依實務現況提出管制作為之參考建議。 (第一子項計畫：放射診療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究)	謝謝委員指導。 未來計畫依研究分析結果，提出精進醫療曝露品保法規與管制方式之具體建議，本會亦將審慎考量，落實於法規制訂與管制作為。
6-3	分項計畫名稱仍沿用”核設施輻射評估與防護審查技術建立”，未更正。 (第二子項計畫：輻射作業場所之輻射評估與量測技術建立)	謝謝委員指正。 將修訂誤植之錯誤名稱。
6-4	常用診斷核醫藥物(如 Tc-99m、Ga-67、In-111、Tl-201) 之體內輻射與體外輻射劑量，不能只考量核種，也應考慮不同藥物的體內滯留時	謝謝委員指導。 體內滯留時間將直接影響藥物於患者體內殘留活度與體外輻射劑量，因此，

	間差異。 (第三子項計畫：核子醫學診療輻射劑量評估研究)	本計畫所收案患者造成照料者輻射劑量議題已涵蓋藥物於各別患者體內滯留狀況，並充分反應在量測結果中。
6-5	“配製混合加馬濾紙樣品，執行全國中低強度核種分析能力試驗與評估研究”是否已完成？還是未來工作？ (第四子項計畫：輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立)	謝謝委員意見。 本年度兩項能力試驗已順利完成，未來將會配合 TAF 的能力試驗時程，進行相關研究，精進國內輻射偵測實驗室之技術及品質。
6-6	“未來可在對於待測輻射場特性具備一定程度了解的情況下，進行中子偵檢儀器之校正因子修正”，應說明有哪些輻射場特性尚待了解。 (第五子項計畫：粒子治療設施誘發中子輻射之量測評估技術建立)	謝謝委員意見。 由於中子輻射度量與其能量依存性間具有相當大之變異，對於待測輻射場劑量評估，主要是希望能透過簡易量測方法設計，了解偵檢器量測點上的中子數量與能量分布或比值，以供 Cf-252 校正因子的修正，期可應用於輻射防護管制。
柒、總體績效評量暨綜合意見（評等：9） (10:極優 9:優 8:良 7:可 6:尚可 5:普通 4:略差 3:差 2:極差 1:劣)		
7-1	本計畫之總體績效符合原先之規畫。建議在規劃日後相關子項目時，宜應考量國內及國際放射科學之相關應用，使提升輻射安全管理技術更符合臨床及市場需求。	謝謝委員意見。
7-2	執行內容與成果優異，超越原訂計畫目標。 (第一子項計畫：放射診療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究)	謝謝委員肯定。
7-3	執行內容與成果符合原訂計畫目標。分項計畫名稱應前後一致。 (第二子項計畫：輻射作業場所之輻射評估與量測技術建立)	謝謝委員肯定與指正。 將修訂誤植之錯誤名稱。

7-4	執行內容與成果符合原訂計畫目標。惟”服用碘-131 患者之居家環境輻射安全議題研究”敘述於檢討與展望，未於執行內容說明。報告撰寫應改進。 (第三子項計畫：核子醫學診療輻射劑量評估研究)	謝謝委員指導。 將依委員意見於績效報告補充說明。
7-5	執行內容與成果符合原訂計畫目標。惟”(1) 配置混合加馬濾紙樣品，執行全國中低強度核種分析能力試驗與評估研究；(2) 配置 7-9 種環境測試樣品，執行全國環境試樣放射性核種分析能力試驗與評估研究”敘述於檢討與展望，未於執行內容說明。報告撰寫應改進。 (第四子項計畫：輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立)	謝謝委員指導。 將依委員意見於績效報告補充相關之執行成果： 1. 參照全國認證基金會(TAF)規範，辦理全國中低強度核種分析能力試驗與全國環境試樣放射性核種分析能力試驗評估。 2. 利用國家游離輻射標準實驗室之⁵⁷Co、⁶⁰Co、¹³³Ba、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、²⁴¹Am 及 ¹⁵²Eu 等液體射源，製作 8 組模擬直徑 47mm 濾紙射源之中低強度核種盲樣與參考標準件和環境試樣(土壤、水樣、植物樣、肉樣、空浮濾紙樣、牛乳樣、米樣、菇類、人工尿樣及人工糞樣)製作與分送，並舉辦技術討論會，期與國際標準實驗室量測技術同步。
7-6	執行內容與成果符合原訂計畫目標。 (第五子項計畫：粒子治療設施誘發中子輻射之量測評估技術建立)	謝謝委員肯定。

壹、目的、架構與主要內容

一、目的與預期成效

考量目前科技進步、民眾生活品質提高，游離輻射於民生應用之發展較過去更為快速增長，因此本會基於管制立場，針對未來游離輻射於民生應用之發展潮流，及參考國際趨勢，預先進行研究、調查，以為日後建立合宜之管制規範、審查及評估之技術奠定基礎。本計畫之總目標為提升輻射防護管制作業效能，確保輻射防護管制作業品質，進而增進民眾對輻射安全與醫療品質之信心，各分項計畫之研究目的與預期成效分述如下：

(一)放射診療設備之輻射安全與醫療曝露品質保證作業研究

影像診療設備之輻射醫療曝露品質，是醫用輻射安全中重要的一環，其目的為在得到可達診斷或治療目的之影像品質的前提下，合理抑低病人及工作人員的輻射曝露。在放射診斷的設備中，我國依據游離輻射防護法第十七條規定，已分別於民國97及100年將乳房X光攝影儀及電腦斷層掃描儀納入，要求必須執行輻射醫療曝露品質保證作業，並持續至各醫療院所進行檢查。本計畫針對全國電腦斷層掃描儀及乳房X光攝影儀之輻射醫療曝露品質保證作業，作抽樣實地檢查，並對於品質保證作業未來方向，如考量病人體型的電腦斷層輻射劑量、健檢項目及數位乳房攝影等，提出相關數據或方法。針對透視攝影設備，將進行實地訪查及測量、辦理品質保證實作訓練，並進行各種設備的比較性研究。此外，藉由實地訪查國內執行放射治療業務的醫療院所，建立全國放射治療劑量準確性與作業品質管控程度的資料庫，藉以檢視推行「輻射醫療曝露品質保證標準」的成效，同時作為精進此作業標準的參考，並協助臨床

單位提昇放射治療品質及技術水平，強化輻射曝露品質保證規範的完整性。

在預期成效方面，本計畫針對全國電腦斷層掃描儀及乳房X光攝影儀之輻射醫療曝露品質保證作業作抽樣實地檢查，以及對透視攝影設備進行實地訪查及測量，了解國內透視攝影設備醫療曝露之現況，以供本會未來推動相關輻射醫療曝露品保作業參考外，亦可協助醫療院所精進透視攝影診斷及治療程序的醫療曝露品質，並順利推動相關品保作業。此外，本計畫可瞭解國內執行放射治療設備之輻射安全及醫療曝露品質的作業情形，包括各設備品保作業的方法，劑量校驗的設備與流程，以及多葉準直儀的品保作業試行辦法等。本計畫同時也對放射治療臨床治療計畫的劑量驗證進行小規模的研究，藉此建立完整的研究方法，作為後續全面性訪查的基礎。

(二)輻射作業場所之輻射評估與量測技術建立

本分項計畫 101-102 年為核設施輻射評估與防護審查技術建立，研究複合式災害中對輻防管制之潛在影響因子、ICRP-103 號報告對於游離輻射防護安全標準之影響及建議研究，以及國內核能電廠總體檢採取之安全措施對於提昇整體輻射安全的評估研究。103-104 年為輻射作業場所之輻射評估與量測技術建立，為落實輻射防護作業、保障輻射工作人員，針對環境輻射監測、輻射劑量評估與輻射偵檢等面向，使相關實驗室具備良好的技術能力與完備的品保作業亦重要的輻防管制工作之關鍵。實驗室系統及設備校正為品質管制作業之重要的一環，透過可追溯至國家標準之標準參考物質進行系統及量測方法之修正，以提升實驗量測結果之可靠度；惟目前市面上缺乏國內本土之環境參考物質，且採購國際之環境試樣參考物質，包含國際運費後通常所費不訾，且運送時

間冗長，也不一定有現成樣品，若由國內自行生產，則可解決以上問題並有效降低實驗採購成本，更可因應國內實驗室之實際運用與國情特性，發展符合本土化及客製化的環境試樣參考物質。

(三)核子醫學診療輻射劑量評估研究(101-104)

近年來，國內對於應用核醫藥物進行各類型疾病之診療技術已日趨成熟，大幅度增加採用含有放射性同位素之核醫藥物進行相關醫療程序。但由於患者在施打該類型藥物後，放射性藥物活度會殘留於體內一定時間，而造成居家輻射安全議題隱憂。本會從民國 101 年起，委託核能研究所進行核醫患者輻射安全相關議題研究，針對國內日益普及之核醫藥物應用，進行現況了解，從碘-131 至常用 PET 藥物核醫患者輻射劑量評估、乃至於與醫療院所合作，進行患者居家環境輻射量測。特別針對國內碘-131 患者之居家環境輻射安全議題進行研究，以期在不影響常規診療程序前提下，有效抑低患者家屬、醫療從業人員、以及一般民眾之非預期輻射劑量，為民眾之輻射安全把關。此外，本項目計畫統整常用診斷核醫藥物(如：Tc-99m、Ga-67、In-111、Tl-201 等)之輻射安全議題與風險評估國際參考資料，提供國內主管機關參考。

(四)輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立

環境輻射監測、輻射劑量評估與輻射偵檢為重要的輻防管制工作，相關實驗室具備良好的技術能力與完備的品保作業亦為落實輻射防護作業、保障輻射工作人員之關鍵，因此必須透過認證來確認全國各相關實驗室是否具備足夠技術能力與品質，以確保可執行校正、測試業務。能力試驗是實驗室認證重要的一環，本計畫藉由研究國際之技術發展趨勢，及配合對於國內輻射度量實驗室之管制需求，建立執行能力試驗之設備及技術，加強實驗室人員訓練與技術交流，以提昇國內輻射防護與

管制技術。

此外，有鑑於醫療輻射之需求與使用與日俱增，國際間之輻射防護機構或衛生主管機關已利用規範、建議或法規方式，限制或建議醫療輻射曝露的使用。由於攸關全民之健康，如何建立本國各項醫療曝露品質保證之作業程序與技術規範、輻射劑量評估之技術、以及執行品保作業之技術，亦為本計畫研究之目的。

911 恐怖攻擊事件以後，反恐已成為國際間重要的課題。對於放射性物質被恐怖份子利用之可能威脅，於配備上應以設計精準、靈敏的量測設備與技術成為防制的重要手段，故宜建立完善的量測程序及標準，對於此類事件之因應將有莫大的助益。此外，美國 ANSI N42 系列規範已制訂與國土防衛安全相關之輻射防護與監測儀器檢測標準，以提供業者作為研製輻防設備之依據，因此將積極研究國內外相關規範與技術報告，建構符合國際標準之輻射偵測儀器檢測技術與驗證平台，有效提昇國內核儀產品製造性能與量測準確度，並確保民眾之輻射安全。

就可發生游離輻射設備之輻射安全風險分析方面，本計畫對相關設施經營者進行輻射安全檢測及訪查，繼 103 年執行公稱電壓 50 仟伏下以之可發生游離輻射設備之輻射風險分析研究後，104 年度主要執行公稱電壓介於 50 仟伏至 150 仟伏之設備與動物用 X 光機之輻射安全檢測及訪查與風險分析。藉由訪查統計結果，按設備之類型、用途等項目，進行輻射安全風險分析及輻射劑量評估、風險控管層級之探討，並參考現行我國輻防相關法令規定及國際相關管制規定及作法，提出輻防管制及風險控管之參考建議，將有助於本會輻防管制效能之提升。

(五)粒子治療設施誘發中子輻射之量測評估技術建立(101-104)

質子或其他高能粒子放射治療是目前對抗腫瘤最新的利器之一，

相較於傳統的高能光子治療，高能粒子治療能給予癌細胞更高的劑量，並減少正常組織的輻射傷害，因此目前國際間有越來越多的國家建置質子(高能粒子)治療設施。由於高能質子在加速過程中會與不同材質的加速器組件發生碰撞而產生大量中子，並對醫院工作人員、病患及週邊環境造成額外的中子輻射劑量，故如何量測及評估此中子劑量，將是質子(高能粒子)放射治療設施輻射防護的重點工作之一。

本計畫將延續前三年度之研究成果，建立蒙地卡羅程式評估多球式中子能譜量測系統對不同能量中子的反應度，並以 Cf-252 標準中子源，對蒙地卡羅的評估結果作反複的驗證與調整，確證技術建立之成效，並將多球式中子能譜偵檢器對不同能量中子反應度的計算由 20 MeV 延伸至 GeV 等級，使中子能譜系統的量測範圍可涵蓋國內質子治療機誘發中子之能量，同研製完成高靈敏度的多柱式中子能譜量測系統，以因應低中子劑量情況下的量測需求。104 年度也實際以多球式或多柱式中子能譜系統系統，對國內質子治療設施誘發中子進行能譜的蒙地卡羅評估與量測比對驗證。

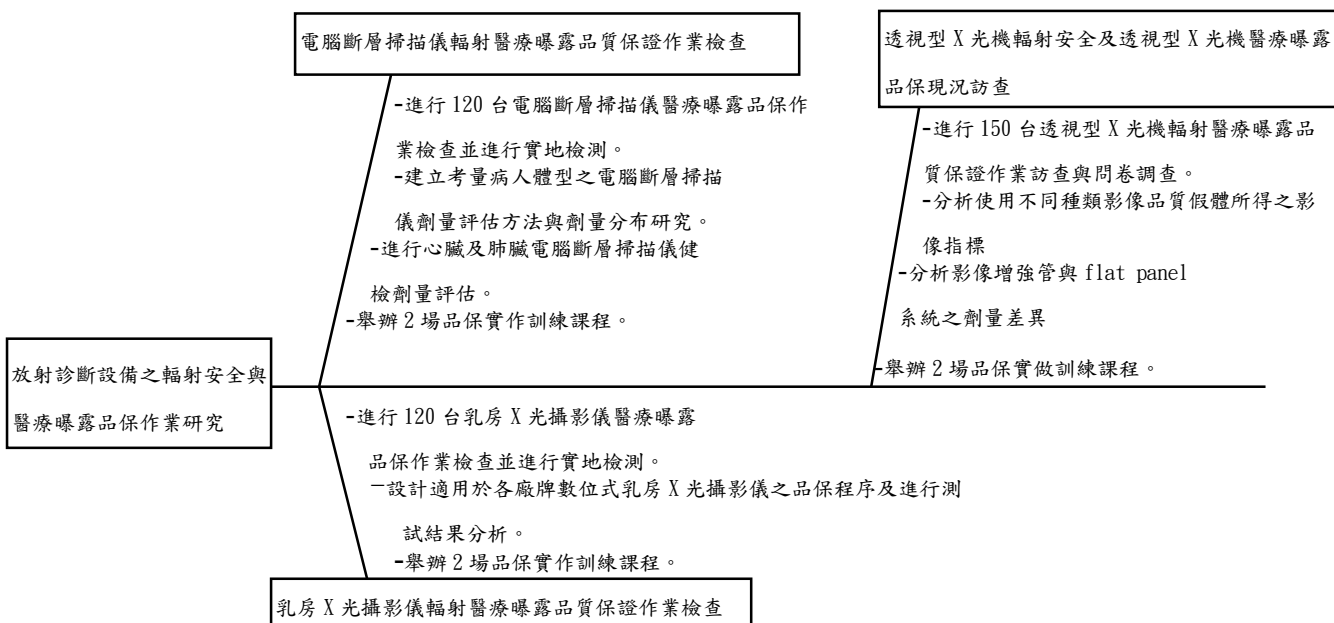
實際達成與原預期差異說明：無

二、架構(含樹狀圖)

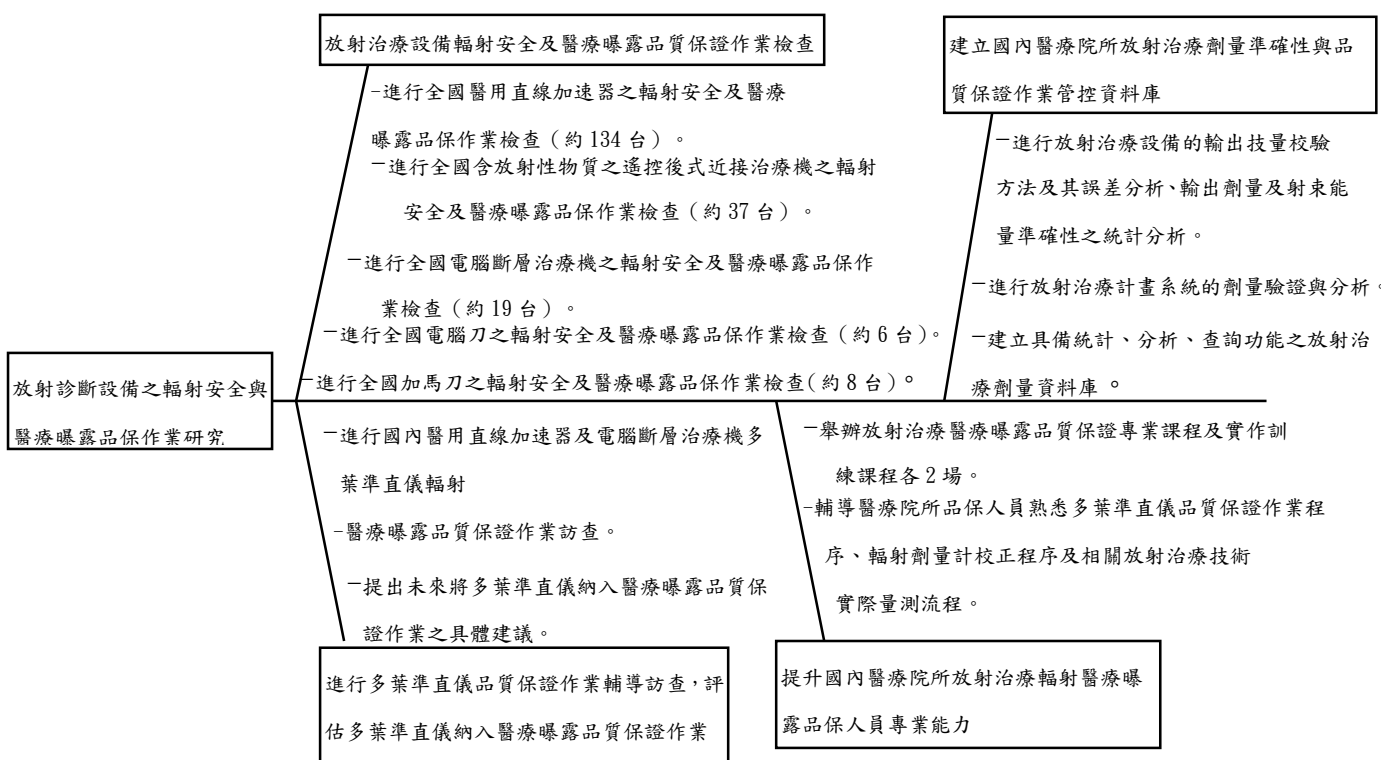
細部計畫		子項計畫		主持人	執行機關	說明
名稱	經費 (仟元)	名稱	經費 (仟元)			
提升輻射安全管制技術之研究	20,486	1. 放射診療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究	7250	萬永亮 蕭安成	長庚大學 中華民國醫學物理學會	
		2. 輻射作業場所之輻射評估與量測技術建立	2,205	黃珏吉	核能研究所	
		3. 核子醫學診療輻射劑量評估研究	2,530	李國威	核能研究所	
		4. 輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立	5,951	林怡君 許芳裕	核能研究所 國立清華大學	
		5. 粒子治療設施誘發中子輻射之量測評估技術建立	2,550	袁明程	核能研究所	

(一)放射診療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究

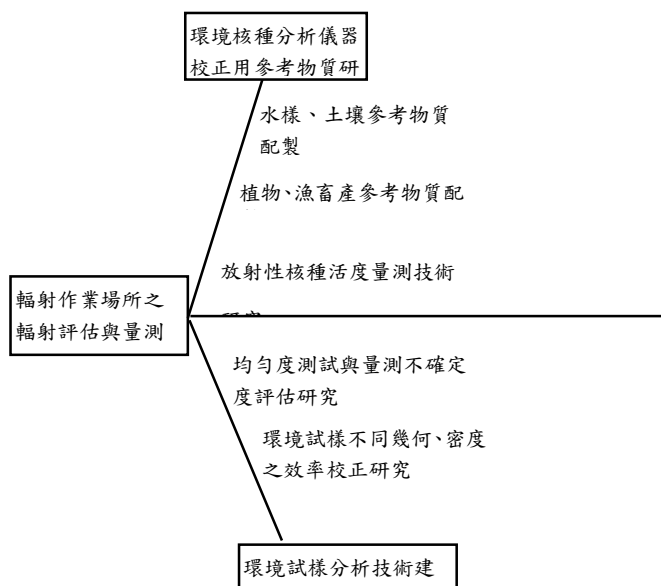
1. 放射診斷設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究



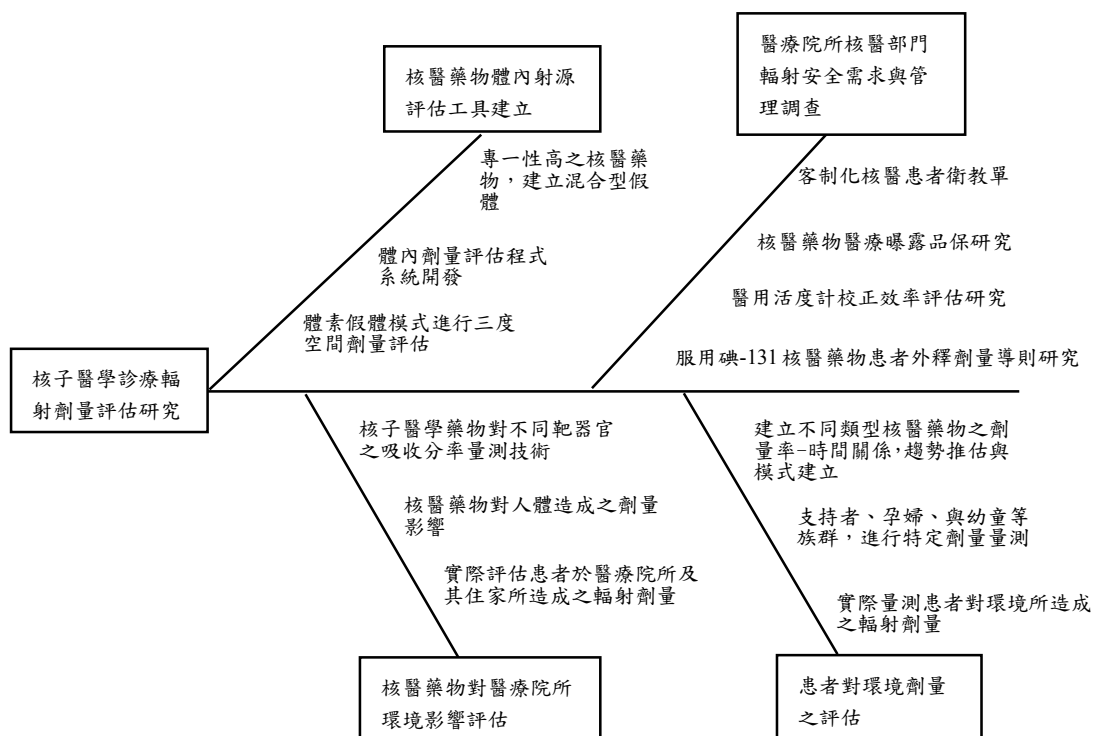
2. 放射治療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究



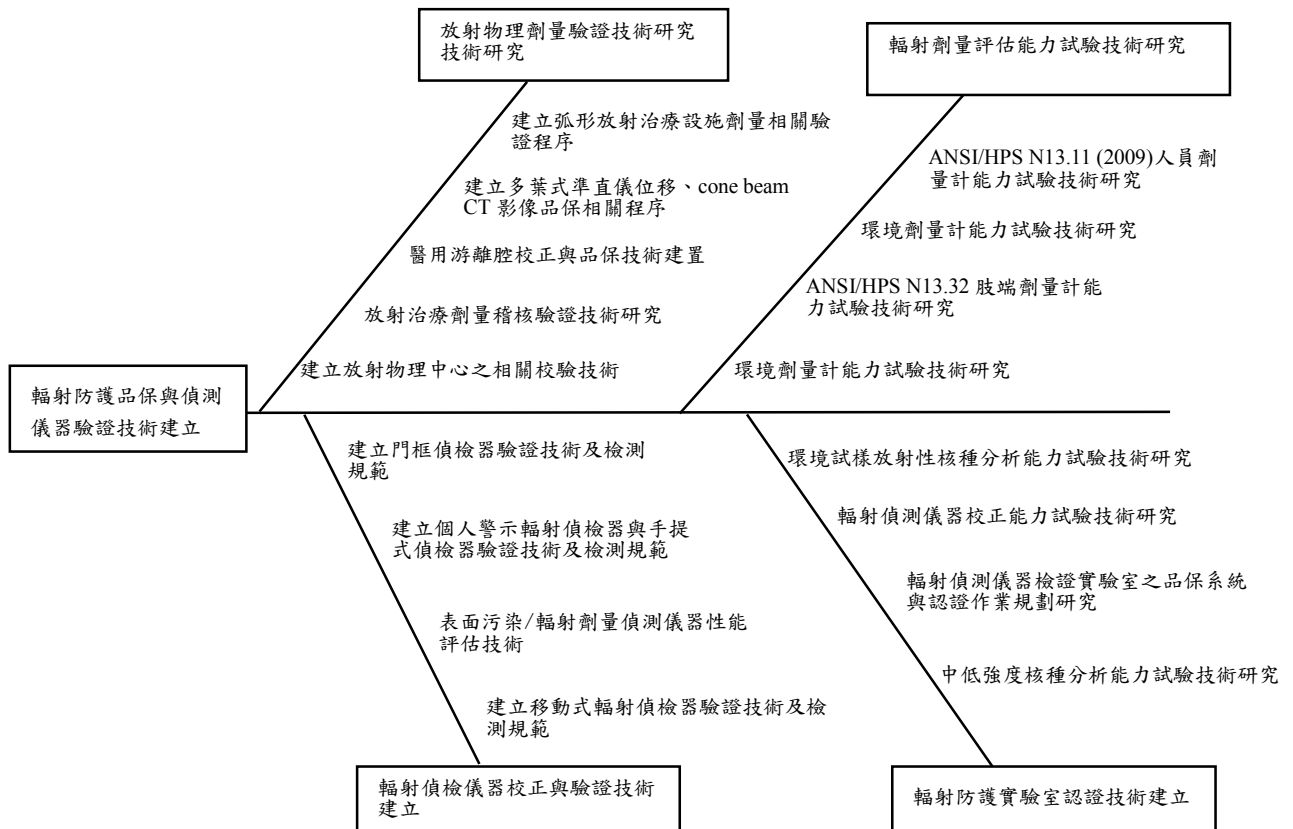
(二) 輻射作業場所之輻射評估與量測技術建立



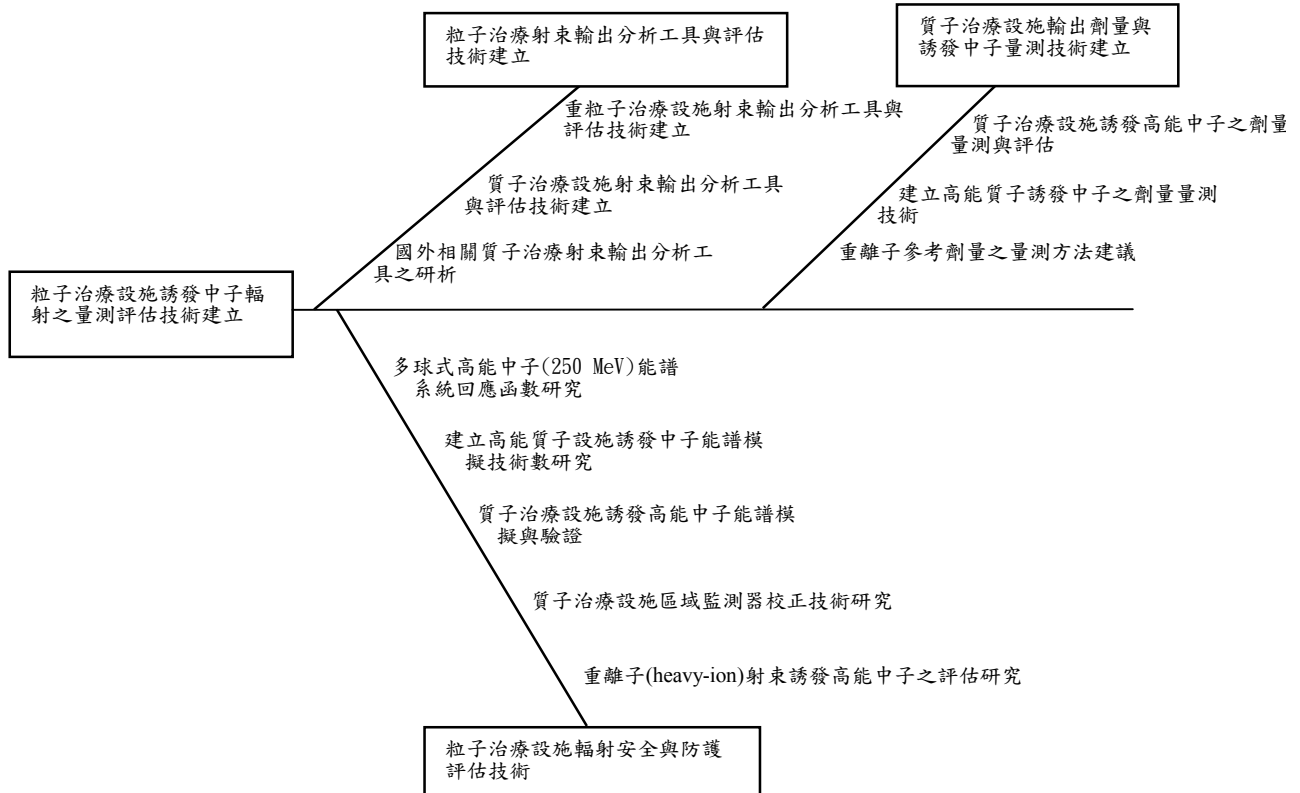
(三) 核子醫學診療輻射劑量評估研究



(四) 輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立



(五) 粒子治療設施之輻射量測評估技術建立與審查研究



三、主要內容

(一)內容

1. 放射診療設備之輻射安全與醫療曝露品質保證作業研究

放射診斷設備部分：我國於民國 94 年開始依據「游離輻射防護法第十七條」規定，推動輻射醫療曝露品質保證作業，目前所有放射治療設備及乳房 X 光攝影儀、電腦斷層掃描儀等均已納入，成為應實施輻射醫療曝露品質保證作業之設備。本研究計畫之主旨為進行電腦斷層掃描儀及乳房 X 光攝影儀之品保相關檢查作業，以確保相關作業符合法規規定，保障民眾輻射安全。同時延續 101 及 102 年度之透視攝影儀訪查作業，並擴大規模，廣泛調查國內醫療院所對於透視攝影輻射安全及透視型 X 光機醫療曝露品質保證作業的執行現狀、執行品質保證作業所面臨之問題與所需的協助，並收集該等設備相關品保測試數據，做為日後研擬推動透視型 X 光機醫療曝露品質保證作業之參考。

放射治療設備部份：進行國內所有使用中醫用直線加速器、含放射性物質之遙控後荷式近接治療設備、電腦斷層治療機、電腦刀及加馬刀放射治療設備之輻射安全及醫療曝露品質保證作業檢查，以確保相關作業符合法規規定，保障民眾輻射安全。另外，精進放射治療設備的輸出劑量校驗方法及其誤差分析、輸出劑量及射束能量準確性之統計分析資料庫，並對放射治療系統的劑量驗證與分析進行研究。

2. 輻射作業場所之輻射評估與量測技術建立

依游離輻射防護法第十條規定：輻射工作場所外應實施環境輻射監測；在環境輻射偵測品質保證規範之品質保證方案內容中，輻射度量系統之能譜及計測效率應使用校準射源作定期校準，且校準射源之

準確度應可追溯至國家標準；因此必須研製分析儀器校正用之參考物質(植物與漁畜產)，提升環境輻射監測實驗室量測準確度，以符合環境輻射偵測品質保證規範之規定。重要執行成果為：採集台灣當地未受非天然放射性污染之環境物質，並參考其放射性指標性，根據不同基質之特性進行乾燥、研磨及篩選之前製處理；依據 TAF (Taiwan Accreditation Foundation) 測試領域環境試樣放射性核種技術規範 (TAF-CNLA-T09) 最低可測濃度活度要求之 10-100 倍活度為添加標準，以可追溯至國家游離輻射標準之射源添加至實際空白基質中，進行均勻化之參考物質製備，並完成參考物質均勻度測試與不確定度評估。

在加馬能譜量測上，由於不同物質間密度差異，將造成不同程度光子衰減，為修正參考物質密度不同所引起計測效率差異，本研究利用四種不同密度參考物質(水樣、土壤、植物與漁畜產)，進行環境試樣密度效率校正。重要執行成果為：完成四種不同密度參考物質(水樣、土壤、植物與漁畜產)配製，並添加四種已知活度之 ^{85}Sr 、 ^{60}Co 、 ^{134}Cs 與 ^{137}Cs)，此外，分析不同加馬能量之光子在 4 公分與 1 公升馬林杯中衰減效應，得到低能量光子自吸收效應隨密度的變化影響確實較顯著。

3. 核子醫學診療輻射劑量評估研究

國內在核子醫學的使用及發展，已經日趨蓬勃，但在核子醫學藥物施打者對工作人員或一般民眾的輻射劑量、及核醫藥品涉及民眾安全的品質規範等議題，仍必須進行調查研究。核醫患者施打核醫藥物後，在醫療院所與其住家環境往往由於放射性核種留存在體內，而成為活動性射源，對醫療從業人員與一般民眾造成一些額外之劑量，就合理抑低之

觀點，應對核醫患者之體內射源項評估、核醫藥品管理、人員管理與環境輻射監測等技術作更深入之探討，進而提昇國人之輻射醫療品質。

核醫藥物輻射屏蔽與輻射防護相關機制與評估技術研發，可有效抑制國內醫療院所之核醫部門由於診療行為所施予患者之非密封射源對醫療從業人員與一般民眾之額外劑量，以達民眾心安的目的。本計畫預計建立服用核醫藥物之患者對醫療從業人員與一般民眾所造成的劑量評估能力、醫療院所核醫部門輻射環境監測機制，有效防止患者對醫療從業人員與一般民眾意外曝露的發生；並落實病患管理與外釋評估，進而減少醫療人員與一般民眾接受額外曝露的機會。

重要執行成果為：與核醫學會合作核醫藥物活度校正儀品質保證及服用碘-131 患者居家環境輻射安全議題研究。I-131 主要服用方式為口服，於通過人體試驗委員會(IRB)申請核可之彰化基督教醫院、台北馬偕醫院、基隆長庚醫院、高雄醫學大學附設醫院、和信癌病治療中心 5 家醫院中執行研究，由核研所提供每位患者 2 枚 TLD 予患者與主要照料者外釋和返家後量測輻射劑量，並統計是否給予人工合成促甲狀腺素(rhTSH)等醫療作業，以及施打藥物活度與患者和主要照料者輻射劑量率關係，藉以提出最適化輻射醫療建議。

104 年度完成 72 名服用碘-131 患者(計畫 50 名)體外 1 公尺處之劑量率、患者之平均累積輻射劑量、主要照料者之平均累積輻射劑量的評估。惟出院患者體外輻射劑量率主要影響因素為個別代謝情形。

國內醫用放射性核種量測活度所使用之醫用活度計，須定期經由校正追溯體系追溯至我國國家游離輻射標準實驗室，才能維持該活度計之量測準確度，而我國活度量測標準則需定期參與國際比對來驗證與維持其標準能力；另外，國際上已有許多研究團隊針對核醫藥物活度量測所使用之醫用活度計，利用如 EGS4 或 Geant4 等蒙地卡羅工具評估在執

行活度校正時之量測不確定度與量測值偏差，並取得良好之分析結果，藉由符合輻射特性之隨機亂數模擬，可得知醫用活度計在量測核種活度之反應特性，更進一步的可量化關鍵影響因子造成之差異。本計畫預期以蒙地卡羅方法建立醫用活度計的校正效率分析與驗證工具，分析醫用活度計在核種校正時之反應特性，並驗證我國活度標準所使用之醫用活度計反應特性與國際量測比對結果，以期後續能應用於評估國內醫院之醫用活度計關鍵性參數（如：射源偏移位置、安瓶或針筒造成之自吸收等）所造成量測偏差影響分析、不同醫用活度計間之差異分析等，以提升醫用核種活度量測之準確度。

4. 輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立

目前國內各醫院放射腫瘤部門，其輸出劑量標準攸關放射治療之成效，建立國家原級劑量追溯標準、弧形放射治療設施劑量驗證技術與醫用加速器高能光子射束校正技術，對於臨床治療的劑量準確性及提昇癌症的治癒率有莫大的助益。在醫療曝露品質保證標準方面，國內已將醫用直線加速器、含鈷六十放射性物質之遠隔治療機、含放射性物質之遙控後荷式近接治療設備、電腦斷層治療機、電腦刀、加馬刀、乳房 X 光攝影機、電腦斷層掃描儀等納入品保制度，本計畫將參考美國放射物理中心之發展，建立國內相關之品保驗證技術與設施。此外，為確保各醫療院所執行輻射醫療曝露品質保證作業的準確性，本計畫將參考美國放射物理中心的運作模式與醫療品保之國際發展趨勢，先針對國內現有放射治療設施進行探討與研究，利用游離腔、熱發光劑量計與設計適合之假體裝置以建立劑量驗證技術，並研擬品保作業程序，使醫院能夠符合輻防法規之要求，亦能提供本會進行管制作業之參考；未來計畫亦將逐步加入放射診斷及活體(in vivo)劑量驗證研究工作，使我國放射物理中

心涵蓋之品保項目更加完整。其劑量計驗證系統之假體及劑量計已依郵校流程書進行實地測量，完成 10 家醫院，20 台直線加速器實測，初測 6 MV 19 台及 10 MV 全數通過差異 5% 之劑量輸出驗證標準，未通過標準者將依國外規範預計於 105 年進行複測，且自製郵校系統亦於 104 年 3 月獲得中華民國專利。另外，因應國內約 90% 醫院使用之 Mallinckrodt Medical B.V. Ir-192 近接治療射源(096.001 直徑 1.1 mm、長度 5 mm 更換為 105.002 直徑 0.9 mm、長度 4.5 mm)及相關硬體設備之更新，已建置完成 Ir-192 射源劑量校正系統。

因應國內輻防管制與醫療曝露品保之需求，本計畫將研擬相關之量測與校正作業規範，建立劑量追溯標準、量測評估技術、能力試驗技術與輻射安全管制體系，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，有效提昇國內核儀產品製造性能與量測準確度，以確保輻射工作人員及民眾之輻射安全，而建立全身計測認證技術、環境劑量計能力試驗及肢端劑量計能力試驗技術，加強實驗室人員訓練與技術交流，則有助於提昇國內輻射防護與管制成效。已完成輻射劑量偵測儀器、放射活度 α/β 污染偵測儀器及人員劑量計等 3 部儀器之能力試驗研究，並舉辦技術討論會。關於環境劑量計能力試驗，依 ANSI N13.29 規範彙整輻射射質、照射系統、評估方法、照射程序、劑量轉換係數等實驗室組和田野組測試項目，實地與南部偵測中心進行技術交流，特別針對極端環境條件(-20 °C、10%相對濕度；50 °C、10%和 90%相對濕度)，依據現行比對以無須執行此試驗取得共識，完成了初步之可行性評估，並規劃配合第十一次人員劑量計能力試驗進行試運轉。

在全國中低強度核種分析能力試驗與全國環境試樣放射性核種分析能力試驗評估上，參照全國認證基金會(TAF)規範，辦理全國中低強度核種分析能力試驗與全國環境試樣放射性核種分析能力試驗評估。此

外，利用國家游離輻射標準實驗室之 ^{57}Co 、 ^{60}Co 、 ^{133}Ba 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{241}Am 及 ^{152}Eu 等液體射源，製作 8 組模擬直徑 47mm 濾紙射源之中低強度核種盲樣與參考標準件和環境試樣(土壤、水樣、植物樣、肉樣、空浮濾紙樣、牛乳樣、米樣、菇類、人工尿樣及人工糞樣)製作與分送，並舉辦技術討論會，期與國際標準實驗室量測技術同步。

此外，本計畫對國內使用公稱電壓 50 仟伏至 150 仟伏之 X 光機設備與動物用 X 光機之設備相關設施經營者進行輻射安全檢測及訪查，包括輻射安全測試報告審查及現場實測，以瞭解輻射偵測業者執行輻射偵測情形及評估特定輻射作業可能之風險，確保國內醫用、非醫用登記類可發生游離輻射設備使用場所工作人員及一般民眾輻射安全。本計畫亦藉由檢測及訪查數據之統計分析、風險評估、國際相關(櫃型及動物用 X 光檢查設備)輻射安全導則或指引之蒐集研析及現行法規之檢視，對登記類設備之管制法規及輻射安全檢查內容提出建議。

5. 粒子治療設施誘發中子輻射之量測評估技術建立(101-104)

隨著高齡化與生活型態的改變，世界各國癌症發生之人數均不斷上升，國際間較先進之國家業已陸續建造質子治療設施，以其高且集中治療能量之特性，提供部份癌症病患另一項較佳之治療選擇。我國第一座質子治療設施業通過本會輻射安全審查，於 104 年 11 月正式啟用，目前還有其他大型醫院有意投資建置粒子治療設施，國內癌症治療將邁入粒子治療新世代。

根據國際輻防組織所提出之建議指出，透過粒子治療設施所誘發之高能中子輻射為輻防管制重點，且由於高能中子輻射之量測不易，可能造成管制上的瓶頸。近年來由於蒙地卡羅計算機程式計算技術的大幅躍進，以及透過內嵌金屬物質於中子偵檢設備，使得模擬與量測高能

粒子設施誘發之高能中子輻射漸趨可行。上述技術在國際間之發展漸趨成熟，國內亦因應本會管制面的需求而逐步建立相關技術本土化，以確保與強化工作人員之輻射安全。

本計畫就校正因子於高能輻射場可能產生的誤差議題進行探討，並蒐集國際間習知的高能輻射場能譜進行方法驗證，高能輻射場包括： ^{252}Cf 自發分裂中子源、壓水式與沸水式類型核電廠、醫院放射腫瘤科之直線加速器所產生的光中子污染能譜、日本東北大學 35 MeV 迴旋加速器、台灣地區環境背景中子輻射、歐洲核子研究組織所模擬之 100-250 MeV 質子加速器、德國赫蒙霍茲重離子研究中心的 400 MeV/u ^{12}C 重離子加速器設施、國內 3 GeV 台灣光子源同步輻射設施和日本高能加速器研究機構之 12 GeV 質子同步加速器。經評估後發現，利用 Cf-252 射源完成校正之偵檢儀器，在大於 10 MeV 之高能中子出現後，隨著高能中子比例上升，校正因子不保守情形嚴重，經分析一系列能譜後，本研究提出量測中子劑量常用之 9 吋緩速體偵檢器，在 Cf-252 中子場校正後，應用於高能中子輻射場之修正因子與響應方程式。也對於國內外中子輻射場(規劃 10 個工作場所外，增加 IAEA 403 技術報告中 243 個輻射場)和不同尺寸大小之中子偵檢器，利用蒙地卡羅法進行分析。並針對長庚質子治療中心第一治療室進行模擬，在治療室迷道口附近，質子與機頭等金屬作用後之誘發中子經過多次彈性碰撞均大幅緩速至熱中子能量區間；治療設施主屏蔽外，由於誘發高能中子與混凝土之作用截面微小，該區域顯現明顯之高能中子(約 200 MeV)，建議使用含金屬之中子偵檢器以具備量測高能中子之能力，中子區域偵檢器選擇與置放應依誘發中子能譜特性考量，方可兼顧採購成本與人員輻射安全考量。

(二)實際執行與原規劃差異說明：無(符合原規劃之進度與目標)

貳、經費與人力執行情形

一、經費執行情形

(一) 經資門經費表

	104 年度				
	預算數 (a)	初編決算數			執行率 (d/a)
		實支數 (b)	保留數 (c)	合計 (d=b+c)	
總計	20,486,000	20,221,777	0	20,221,777	98.7%
一、經常門小計	15,299,000	15,253,807	0	15,253,807	99.7%
(1)人事費	6,105,335	6,105,335	0	6,105,335	100.0%
(2)材料費	650,000	650,000	0	650,000	100.0%
(3)其他經常支出	10,143,665	10,098,472	0	10,098,472	99.6%
二、資本門小計	3,587,000	3,367,970	0	3,367,970	93.9%
(1)土地建築	0	0	0	0	0
(2)儀器設備	3,587,000	3,367,970	0	3,367,970	93.9%
(3)其他資本支出	0	0	0	0	0

(二) 經費支用說明

材料費支出為進行檢訪查與研究所需消耗性耗材，包括 gafchromic films、檢查設備攜帶箱、可讀寫式光碟、碳粉匣辦公室文具等。其他經常支出包括研究助理檢訪查差旅費、專家座談會議出席費、辦理品保訓練課程之講師費、助教費與餐費等、檢測儀器校正費用、管理費；支用為研發替代役薪資及專業支援人力服務費、水電費、高純度石墨材料、學校與學會三項委託計畫、實驗室藥品及器具等耗材、儀器檢修與保養、單能中子場中子偵檢儀器校正等。設備費支出為極低背景阿伐貝他

多頻道技術儀系統及擴充計測腔以及更新中子校正系統。

(三) 經費實際支用與原規劃差異說明：無(經費依原規劃支用)

二、計畫人力運用情形

(一) 計畫人力結構

計畫名稱	執行情形	104 年度						
		研究員級	副研究員級	助理研究員級	助理級	技術人員	其他	總人力(人年)
分項計畫 提升輻射 安全管制 技術之研究	原訂	2	1	2	4	0	0	9
	實際	2	1	2	4	0	0	9
	差異	0	0	0	0	0	0	0
分項計畫 輻射作業 場所之輻 射評估與 量測技術 建立	原訂	0	0.3	0.5	0.2	0	0	1
	實際	0	0.3	0.6	0.6	0.2	0	1.5
	差異	0	0	0	0	0	0	0
分項計畫 核子醫學 診療輻射 劑量評估 研究	原訂	0	0.3	0.6	0.3	0.3	0	1.5
	實際	0	0.3	0.6	0.3	0.3	0	1.5
	差異	0	0	0	0	0	0	0
分項計畫 輻射防護 品保與偵 測儀器驗 證技術建 立	原訂	1	1	1.8	1.5	6.2	0	11.5
	實際	1	1	1.8	1.5	6.2	0	11.5
	差異	0	0	0	0	0	0	0
分項計畫 粒子治療 設施誘發 中子輻射 之量測評 估技術建 立	原訂	0	0.3	0.6	0.6	0.2	0	1.5
	實際	0	0.3	0.6	0.6	0.2	0	1.5
	差異	0	0	0	0	0		0

(二) 人力實際進用與原規劃差異說明：無(人力運用與規劃相符)

參、已獲得之主要成果與重大突破(含量化 output)

屬性	績效指標類別	績效指標項目		104 年度		效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
				原訂目標值	實際達成值		
學術成就 (科技基礎研究)	A. 論文	期刊論文	國內(篇)	8	0	將計畫執行成果撰寫成論文發表，可提昇計畫執行者之學術地位，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	
			國外(篇)		3		
		研討會論文	國內(篇)		1		
			國外(篇)		4		
		專書論文	國內(篇)		0		
			國外(篇)		0		
	B. 合作團隊(計畫)養成	機構內跨領域合作團隊(計畫)數		3	0	1. 蒙地卡羅劑量評估研究團隊：核能研究所與清華大學合作，利用學校資源了解國內新興粒子治療設施現況與國際研究發展趨勢，精進高能中子校	
		跨機構合作團隊(計畫)數			3		
		跨國合作團隊(計畫)數			0		
		簽訂合作協議數			0		
		形成研究中心數			0		

屬 性	績效指 標 類別	績效指標 項目	104 年度		效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
			原 訂 目 標 值	實 際 達 成 值		
		形成實驗室數		0	正技術，回饋與強化全面性的輻防管制。 2. 放射治療品保險證與稽查方法研究團隊：核能研究所、醫學物理學會與陽明大學合作，可利用學會資源取得輻射醫學臨床資訊，透過實地量測與第一線工作人員接觸時，推廣醫療曝露品質保證知識。在研究國際參考建議時，亦須考量國內現況，就執行面上取得共識，以期提出具體可行之稽核作業程序，並研擬參考建議。 3. 游離輻射領域能力試驗研究團隊：核能研究所、台電公司、清華大學和輻射偵測中心等輻射偵測實驗室和國內認證單位合作，可透過三年一度能力試驗的同時了解國內現況、規範更新之衝擊，即時輔導或推廣，使各實驗室達到技術交流與精進。	

屬性	績效指標類別	績效指標項目	104 年度		效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
			原訂目標值	實際達成值		
學術成就 (科技)	C. 培育及延攬人才	博士培育/訓人數	4-5	1	醫療曝露品質保證 子計畫培訓之碩士生未來畢業後可至各大醫院執行醫療曝露品保相關工作 核設施輻防管制與輻射屏蔽及防護標準審查培訓之碩士生畢業後可至核能研究單位進行核能安全分析評估作業。	
		碩士培育/訓人數		7		
		學士培育/訓人數		0		
		學程或課程培訓人數		0		
		延攬科研人才數		0		
		國際學生/學者交換人數		0		
		培育/訓後取得證照人數		0		
	D1. 研究報告	研究報告篇數	8	12	1.將調查成果撰寫成研究報告，以利後續政策、法規、制度的推動 2.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本會從事安全管制工作 3.促進管理實務效能並提昇民眾對核能安全之信心	
	E. 辦理學術活動	國內學術會議、研討會、論壇次數	4	4	資源分享及經驗交流，促成技術升級。辦理國內研討會3場次及實作課程 3 場次，邀請相關專家學者進行技術討論與	
		國際學術會議、研討會、論壇次數		0		
		雙邊學術會議、研討會、論壇次數		0		

屬 性	績效指 標 類別	績效指標 項目	104 年度		效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
			原 訂 目 標 值	實 際 達 成 值		
		出版論文集數量		0	學術交流，了解國際輻射防護發展趨勢，並提供相關實驗室間之實務經驗傳承與交流平台，有效提升國內輻安管制技術水準。建立相關專業技能能量，提昇輻防管制水準，並提供相關單位參考。 (1) 5 月 14 日於核能研究所國家游離輻射標準實驗室召開輻射偵檢儀器校正能力試驗總結會議，共有國內 5 家實驗室參加，計 36 位技術專家參加。 (2) 10 月 14 日於核能研究所國家游離輻射標準實驗室召開 2015 年游離輻射量測能力試驗研討會，共有國內 6 家實驗室參加。 (3) 12 月 19 日於彰化基督教醫院福懋大樓舉辦放射碘治療外釋暨影像品質研討會。 (4) 分別於 12 月 5、12 和 16 日於台北馬偕醫院、台中榮總和高雄榮總醫院辦理醫用活度計品保實作課程。	
	F. 形成 課程/教 材/手冊/	形成課程件數	3	1	技術經驗傳承，提供國內醫療院所訓練人員，並可支援本會	
		製作教材件數		2		
		製作手冊件數				

屬 性	績效指 標 類別	績效指標 項目		104 年度		效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
				原 訂 目 標 值	實 際 達 成 值		
	軟體	自由軟體授權釋出教材件數				從事安全管制工作 1. 教材部份計「透視 X 光系統品保實作講義」及「強度調控放射療原理與品質保證作業」2 份。 2. 課程部份計「乳房 X 光攝影儀、電腦斷層掃描儀及透視攝影 X 光機醫療曝露品保實作訓練」1 項，104 年度共辦理 6 場次。	
	其他			0	建立國內放射治療劑量準確性與作業品質管控程度資料庫	藉資料庫建立，進行相關統計分析，並檢視推行「輻射醫療曝露品質保證標準」的成效，提供本會品保法規精進建議	
技 術 創 新 （ 科 技 技 術 創 新 ）	G. 智 慧 財 產	申 請 中	國 內	發 明 專 利 (件)	0	避免國外技術壟斷，保障智慧財產權利。	
				新 型 / 新 式 樣(件)	0		
				商 標(件)	0		
				品 種(件)	0		
		已 獲	國 外	發 明 專 利 (件)	2		
				新 型 / 新 式 樣(件)	0		
				商 標(件)	0		
				品 種(件)	0		
		已 獲	國 內	發 明 專 利 (件)	0	1	
				新 型 / 新 式 樣(件)		0	

屬性	績效指標類別	績效指標項目		104 年度		效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
				原訂目標值	實際達成值		
		准	商標(件)		0		
			品種(件)		0		
		國外	發明專利(件)		0		
			新型/新式樣(件)	0	0		
			商標(件)		0		
			品種(件)		0		
		著作 / 出版品	國內(件)	0	0		
			國外(件)	0	0		
		與其他機構或廠商合作智財件數		0	0		
技術創新(科技技術創新)	H. 技術報告及檢驗方法	新技術開發或技術升級開發之技術報告篇數		3	3	建立相關專業技能能量，提升輻安管制品質，並提供相關單位參考。	
		新檢驗方法數		0	0		
	11. 辦理技術活動	辦理技術研討會場次		0	0	效益說明可包含技術活動參與人次、主辦國際重要技術活動場次等。	
		辦理技術說明會或推廣活動場次		0	0		
		辦理競賽活動場次		0	0		
	12. 參與技術活動	發表於國內外技術活動(包含技術研討會、技術說明會、競賽活動等)場次		1	2	發表於輻射防護或保健物理相關之國際研討會	
經濟	O. 共通/檢測技術服務	輔導廠商或產業團體技術或品質提升、技術標	件數	1	1	提供 1 項國家級檢測服務。避免國外技術壟斷，建立相關專業技能能量，提升輻安	
			廠商家數	0	0		

屬性	績效指標類別	績效指標項目		104 年度		效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
				原訂目標值	實際達成值		
效益 (經濟產業促進)	及輔導	準認證、實驗室認證、申請與執行主導性新產品及關鍵性零組件等	廠商配合款(千元)	0	0	管制品質，並提供相關單位參考	
		技術、作業準則等教育訓練人次		0	0		
		提供國家級校正服務件數		0	0		
	T. 促成與學界或團體合作研究	媒合與推廣活動辦理次數		0	0	核子醫學診療輻射劑量評估研究、輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立與粒子治療設施誘發中子輻射之量測評估技術建立等分項計畫將與醫療相關機構/學術單位合作，共同建立核醫品質保證、放射治療劑量驗證稽核與高能中子量測儀器反應分析等技術	
		促成合作研究件數		3	3		
		廠商研究配合款金額(千元)		0	0		
		合作研究產品上市項數		0	0		

104 年度計畫績效指標實際達成與原訂目標差異說明：無

第 二 部 分 目 錄

壹、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)	2
一、學術成就(科技基礎研究).....	2
二、技術創新(科技技術創新).....	7
三、經濟效益(經濟產業促進).....	10
四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全).....	11
五、其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導等).....	14
貳、跨部會協調或與相關計畫之配合	17
參、檢討與展望	18

壹、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)放射診療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究：

1.學術研究發表四篇研究論文，發表於國內專業學會年會與日本京都國際輻射研討會，將本計畫的調查研究結果分享給國內外的專家學者。研究論文「成人與小兒腹部電腦斷層檢查體型依存劑量之初探」是探討台灣使用新的劑量指標來表示成人與小兒腹部電腦斷層檢查的狀況；研究論文「Survey of Medical Radiation Exposures from Fluoroscopic and Interventional Procedures in Taiwan Survey of Medical Radiation Exposures from Fluoroscopic and Interventional Procedures in Taiwan」是呈現台灣地區透視攝影及介入性醫療曝露的初步結果；研究論文「Quality Assurance of Computed Tomography in Taiwan: National on-site Survey」是台灣地區的電腦斷層掃描儀之品質保證及輻射劑量分布之現況。

2.兩份研究報告延續 103 年初步的探討結果，並於 104 年接續完成。「心臟及肺臟 CT 健檢劑量研究報告」是針對使用電腦斷層進行心臟與肺臟健康檢查的劑量初步評估結果，這有助於了解台灣目前使用 C T 進行健檢的現況。「透視型 X 光機之劑量研究報告」則是因為國內並無相關數據可以了解透視型 X 光機的劑量分布，因此本報告延續兩年度的訪查結果，以所取得的 301 台透視型 X 光機的劑量結果，進行初步探討，以了解台灣的現況並與國際接軌。

(二)輻射作業場所之輻射評估與量測技術、建立核子醫學診療輻射劑量評估研究、輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立與粒子治療

設施誘發中子輻射之量測評估技術建立：

1.101 年度：(1)完成建立 ICRP-110 體素假體，驗證點射源評估方式由於未考慮到人體對核醫藥物的自屏蔽效應因此會造成劑量評估結果大幅度高估。以 I-131 射源為例，利用體素假體之評估結果僅為點射源評估結果之 $62.06 \pm 0.50 \%$ (成年男性)與 $63.12 \pm 0.55 \%$ (成年女性)。此部分研究成果發表(Radiation Safety Consideration for Thyroid Cancer Therapy from the view of Anthropomorphic Voxel Phantom Model)於第 12 屆 ICRS 國際研討會，並獲得大會接受為海報張貼模式發表。該假體同時應用於硼中子捕獲治療之有效劑量計算，相關研究成果(Effective Dose Evaluation for BNCT Brain Tumor Treatment Based on Voxel Phantoms)發表於 2012 年日本筑波召開之第 15 屆硼中子捕獲治療國際會議(ICNCT-15)。(2)與中國醫藥大學合作，利用 TLD 與 RANDO 假體，進行強度調控放射治療(IMRT)在腫瘤組織外所引發之散射劑量評估。相關研究成果已投稿至國際期刊(Radiation Measurements)；此外，雙方亦合作利用蒙地卡羅程式、Gafchromic Film、Solid Water 假體、Bone 假體及 Lung 假體進行高劑量率(HDR) Ir-192 射源在不同介質之劑量分佈研究，相關研究成果已刊登於 PLoS One 國際期刊。(3)與台大醫院合作，針對臨床放射治療的給予劑量進行驗證。針對全身照射治療方式，以 EBT 膠片與熱發光劑量計(TLD)進行劑量量測與驗證。相關研究成果(Clinical Application of Gafchromic EBT Film for In Vivo Dose Measurements from Total Body Irradiation)發表在 IRPA-13 國際會議中。

2.102 年度：(1)自行開發一套高效率之波那圓柱系統(Bonner

Cylinder Spectrometer)，該系統由內充高壓力之圓柱形氦-3 比例計數器組成，高氣壓與大作用體積之特點使得量測效率較原波那球系統(Bonner Sphere Spectrometer)提高約 17 倍，大幅提升中子能譜量測系統應用領域；相關研究成果(Calibration and Comparison between Standard Bonner Spheres and High-sensitivity Bonner Cylinders)已投稿至國際期刊(Radiation Protection Dosimetry)。(2)本計畫研製使用於量測高劑量率 Ir-192 近接治療射源空氣克馬之標準游離腔，並利用蒙地卡羅法評估游離腔之腔壁效應修正因子，以提供國內近接治療射源更準確的校正追溯；此外，本計畫也針對臨床進行位於食道或肺部氣管等包含有空腔在內之器官的近接治療時，射源位置的偏移可能會造成腫瘤或正常組織接受到之劑量變化進行評估，並探討該效應對體內劑量改變的影響程度。相關研究成果(Evaluation of Wall Correction Factor of INER's Air-Kerma Primary Standard Chamber and Dose Variation by Source Displacement for HDR Ir-192 Brachytherapy)已投稿至國際期刊(BioMed Research International)，並獲得接受。

- 3.103 年度：(1)與陽明大學合作，使用熱發光劑量計作為郵校劑量計，並自製郵校假體，與美國放射物理中心(RPC)郵校假體系統進行測試比較；並於校正標準劑量之醫用加速器下進行臨床測試，評估輸出劑量量測之誤差可維持在 3%內，本計畫所設計之郵校假體與劑量計系統可有效應用於放射治療劑量之稽核驗證，相關研究成果(A novel simple phantom for verifying the dose of radiation therapy)已投稿至國際期刊(BioMed Research International)。(2)據原子能委員會(AEC)之醫用放射性物質與可發生游離輻射設備輻射安全檢查項目及其作業規定，診斷型 X 光

防護管套其滲漏輻射空氣克馬在距靶一公尺處，每小時不得超過 0.87 mSv，對於距離主射束牆外 30 cm 的洩漏率測量值應小於 0.5 μ Sv/h。實驗室利用自行設計組裝的游離腔與閃爍偵檢系統進行洩漏量測比較。結果顯示，閃爍偵檢器雖具有較快的反應時間，但該閃爍偵檢系統的量測與驗證結果更接近 X 光機的實際劑量率，相關研究結果(Techniques for leak measurement of the medical diagnostic X-ray machine)可望提供工作人員輻射防護以及醫用 X 光機屏蔽設計之參考，並已投稿至國際期刊(Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A)。(3) 上半年度發表三篇國際會議論文，分別為(a)“The analysis of accelerator-based neutron source for different targets by MCNPX”，發表於“International Symposium on Frontiers of Technology for the Future: Low Carbon Energy and Life (FoTEL 2014)”；(b)“Analyzing the responses of conventional and extended-range neutron detectors in radiation fields of a 150-MeV LINAC”發表於“Symposium on Radiation Measurements and Applications, 2014”；(c) “Monte Carlo simulations and benchmark measurements on the response of TE(TE) and Mg(Ar) ionization chambers in photon and electron beams”，於“發表於“Symposium on Radiation Measurements and Applications, 2014”。

4.104 年度：(1)與清華大學合作，於高能中子環境下，透過能譜加權方法計算中子劑量儀之修正因子。針對高能中子輻射場量測不易與校正困難等現行技術盲點，以擬合方程式提供校正因子修正方案。未來可在對待測輻射場特性具備一定程度了解下，進行中子偵檢儀器之校正因子修正。相關研究成果(Spectral correction

factor for conventional neutron dose meter used in high-energy neutron environments)已投稿至國際期刊(Radiation Protection Dosimetry)。(2)與清華大學合作，海平面低強度的宇宙射線以自製 BCS 和標準 BSS 進行研究，比較兩者特性、計數統計和反解中子能譜。自行開發的 BCS 系統與標準 BBS 定出的中子能譜一致，以中子通量 $5.4 \times 10^{-3} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 可計算出台灣地區海平面個人有效劑量為 38 μSv 。相關研究成果(Measurement of the energy spectra effective dose rates of cosmic-ray induced neutrons with standard bonner spheres and high-sensitivity bonner cylinders at sea level in Taiwan)已獲國際期刊(Radiation Protection Dosimetry)接受。(3)與陽明大學合作，針對放射治療等級劑量使用玻璃劑量計之技術開發。透過光電倍增管、電荷耦合器、氮脈衝雷射、波段濾波器調配來研究 GD-302 玻璃劑量計響應。由於玻璃劑量計具有可重複計獨特性，本研究可作為未來重要參考之使用依據。相關研究成果(The readout characteristics of self-fabricated radiophotoluminescent glass dosimeter reading system)已獲國際期刊(Radiation Measurements)接受。(4)本年度發表三篇國際會議論文，分別為(a)“Radiation exposure to family caregivers of the patients treated with iodine-131”，發表於“2015 亞太核醫大會”；(b)“Comparison of Monte Carlo simulations for scattered angle distribution in proton therapy”發表於“2015 年第 8 屆輻射安全和偵測技術國際研討會 8th International Symposium on Radiation Safety and Detection Technology, ISORD-8”。前者為與國內 5 家醫院合作，利用熱發光劑量計佩章(TLD)進行 I-131 外釋患者與居家照顧者之體外曝露劑量量測，據此作為外釋法規擬訂依據，並探討其可行性與對

民眾之潛在輻射安全議題；後者為利用 FLUKA、GEANT4、MCNPX2.7 和 MCNP6 蒙地卡羅程式，比較質子治療常用之 70-230 MeV 質子能量，在散射角、深度通量分布、深度劑量分布以及原始質子、二次質子和誘發中子之差異。(C)在可發生游離輻射設備之輻射安全風險分析方面將研究成果(1 篇論文)發表於重要國際會議：8th International Symposium on Radiation Safety and Detection Technology (ISORD-8), Jeju Island, Korea, July 13-16, 2015。

二、技術創新(科技技術創新)

1.101 年度：(1)與清華大學合作開發的體素均質化方式，將可因為計算體素減少而大幅縮短計算時間，同時藉由 MCNPX 程式在叢集電腦上的平行化技術開發與多射源評估方式，提供了蒙地卡羅評估技術應用上的延展性。(2)因應日本福島核電廠之複合式災害，發展可攜式之標準射源及相關裝置，建立核設施環境劑量監測器與區域監測器現場即時遊校技術，除可節省將核設施輻射監測儀器拆卸送回實驗室校正的時間，設施經營者亦無需準備備份監測器執行例行監測工作；而透過現場及時的遊校方法，將能確保輻射監測器之現場正常連線功能，提昇國內核設施輻射劑量監測儀器之量測準確度，協助政府法執行輻防管制作業與確保全民輻射安全品質。本項現場即時遊校方法為國內外首創之技術，已申請中華民國與美國發明專利(環境劑量監測器與區域監測器遊校方法)。

2.102 年：設計一種郵寄式輻射劑量驗證裝置及其作業程序，適用於稽核與驗證醫用加速器之光子與電子射束輸出劑量，其包括有

壓克力假體、熱發光劑量計(TLD)與驗證醫用加速器輸出劑量之作業程序。壓克力假體重量小於 1.5 kg，方便進行郵寄，面積可涵蓋量測醫用加速器參考劑量時之 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 照野，厚度可提供足夠輻射散射量，且可配合待驗證的醫用加速器射束能量，調整覆蓋熱發光劑量計之壓克力材料厚度，以達到電子平衡的要求。本發明設計可藉由郵寄的方式，將輻射劑量驗證裝置寄至醫院，並提供輻射劑量驗證裝置之作業程序及工作表單，以方便使用人員操作，再利用熱發光劑量計的反應讀值轉換至各醫用加速器之輸出劑量，進而驗證其輸出劑量準確性，保障放射治療品質。目前發明構想已通過核能研究所專利申請之審查，將於 102 年 8 月底前申請中華民國發明專利。

3.103 年度：(1)市售之球形或圓柱形空氣游離腔所使用之電極為棒狀，容易造成腔內電場均勻度不佳，使腔內角落區域之信號漏失，而當游離腔體積增加時，為收集飽和電流時，必須使用較高之工作電壓，但電壓過高時會產生氣體增殖現象，而易形成漏電流，降低量測訊號之準確度。本計畫設計一種球形電極空氣游離腔，應用於輻射劑量標準實驗室，作為 X-光機、加馬照射裝備及直線加速器等裝置輸出輻射劑量之量測，其可在靈敏體積內產生均勻之電場強度，避免於收集飽和電流時必須升高工作電壓，增加漏電流，而影響量測準確度及損壞儀器，已於 103 年 4 月獲得中華民國發明專利(發明第 I 434313 號)。(2)由於目前使用的空氣游離腔無法即時偵測空腔內的實際溫度，必須等待腔內溫度與腔外溫度接近平衡時，方能開始進行量測，除耗費時間之外，且僅能以偵測到的腔外溫度代表腔內溫度，並據此進行輻射劑量量測訊號之修正，因此將造成訊號修正之誤差。本計畫設計一種內建溫度

感應器之空氣游離腔裝置，其係適用於 X 光機、加馬照射裝備及直線加速器等裝置輸出輻射劑量之量測，其包含有一空腔、一內電極、一腔壁及外電極、一護極與經過校正之溫度感應器，可即時偵測到空氣游離腔內之空腔實際溫度，以進行輻射劑量量測訊號之修正，可有效提升空氣游離腔量測準確度，並改善空氣游離腔必須等待腔內與腔外溫度接近平衡時才能進行量測之缺點，以大幅縮短輻射劑量量測之等待時間，將於 103 年 8 月申請中華民國與美國發明專利。

4.104 年度：(1)因應專利申請審查意見，修訂自製壓克力假體假體外框設計為門栓式活動插槽，外觀大小為 $11 \times 11 \times 10 \text{ cm}^3$ ，內部可放置主體結構大小為 $9 \times 9 \times 9.5 \text{ cm}^3$ ，主體中間可再鑲嵌一長柱體，中間柱狀空間大小為 $3 \times 3 \times 9.5 \text{ cm}^3$ ，中間柱數個截斷面分別在由上往下 1.5、2.5、3、5、7、9 cm 處，每一節斷面挖有放置劑量計之凹槽。使用之熱發光劑量計篩選在 95%的信賴區間，中其變異係數小於 5%，並將郵校假體中 TLD 之讀值轉換至水吸收劑量，以進行劑量量測修正，並藉由校正標準劑量之醫用加速器下進行臨床測試，評估輸出劑量量測之誤差可維持在 3%內，故本計畫所設計之郵校假體與劑量計系統可有效應用於放射治療劑量之稽核驗證，已於 104 年 3 月獲得中華民國發明專利(發明第 I 475242 號)。(2)本計畫設計一種內建溫度感應器之空氣游離腔裝置，可即時偵測到空氣游離腔內之空腔實際溫度，以進行輻射劑量量測訊號之修正，可有效提升空氣游離腔量測準確度，並改善空氣游離腔必須等待腔內與腔外溫度接近平衡時才能進行量測之缺點，以大幅縮短輻射劑量量測之等待時間，已於 104 年 2 月申請歐盟之發明專利。(3)放射造影和透視攝影利用前端之劑量面積

乘積儀來評估輻射劑量及風險，目前使用裝置主要仰賴進口產品，本計畫設計微小電流量測裝置，可以應用於 X 光機劑量面積乘積游離腔之計讀儀，估測出實際的游離電流值。希望未來能搭配穿透式游離腔和劑量評估軟體整合成一體之儀器，提供醫院及使用者建立民眾的放射診斷劑量參考水平，評估健康風險。正進行申請美國發明專利之作業。(4)本計畫進行環境試樣不同幾何、密度之效率校正研究，一般實驗室需調配各種不同幾何形狀的水溶液作為校正射源。然而實際計測不同密度試樣活度時，應考慮自吸收效應。因此可利用本研究的各種不同密度參考物質的計數效率，作適當的修正，使環境試樣的核種活度計測更趨於精確，確保量測數據之準確性。

三、經濟效益(經濟產業促進)

- 1.101 年度：順應國際核子醫學發展，本計畫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。此外，利用核能研究所衰減式射源照射裝置專利(中華民國發明 I 302325 號)之設計概念，自行改裝與加工後成為符合 ISO-4037 規範之制式校正照射設施，使單一射源可產生不同強度之輻射場，同時也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，節省採購國外射源及照射器費用，並提昇國內核子儀器之製造能力。
- 2.102 年度：開發高效率之波那圓柱系統(Bonner Cylinder Spectrometer)，偵測效率比目前市售波那球系統(Bonner Sphere Spectrometer)提高 17 倍之外，且製作與組裝之成本僅約 500 千

元左右，未來可開發提供國內相關單位使用，每套可有效節省自國外採購儀器約 3,500 千元之費用。

3.103 年度：本計畫所研製之本土化空氣游離腔儀器裝置，除改善護級設計，使漏電流可降低 50% 之外，製作與組裝之售價約 50 千元左右，僅為目前空氣游離腔的 70%，且產品性能經過量測證明後確認優於市售商品，因此極具有市場競爭力。

4.104 年度：(1)使用熱發光劑量計作為郵校劑量計之郵校假體系統，證實有效應用於放射治療劑量之稽核驗證，將可於降低人力、時間成本下，大範圍進行醫療曝露品質保證之稽查活動。(2)本計畫所研製之內建溫度感應器空氣游離腔裝置，可即時偵測空氣游離腔內之實際溫度並進行量測訊號之修正，有效提升空氣游離腔量測準確度，加上先前改善護級設計，使漏電流降低 50%，可增加產品等級，並搭配不同形式空氣游離腔使用，製作與組裝之價格約可提升至 60 千元左右(不含管銷費用)，且產品性能經過量測證明後確認優於市售商品，因此極具有市場競爭力。(3)因應國內實驗室之實際運用與國情特性，發展符合本土化及客製化的環境試樣參考物質，除成本可降至 70 千元左右，為目前國外進口產品價格的一半，且製作時間僅需 2-4 周，遠低於從國外進口所需的 2-6 個月時間，具有推廣的價值。

四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

(一)放射診療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究：

1.調查結果可提供本會推動及精進國內放射診斷設備之醫療曝露品保作業，以更加確保每年已逾 69 萬人次接受乳房攝影篩檢婦女，以及每年已逾 189 萬人次進行電腦斷層掃描檢查民眾之輻射安全

及醫療曝露品質，另外，透視攝影的輻射安全及醫療曝露品保作業調查結果將瞭解國內透視攝影設備品質與國內透視攝影品保作業執行現況，以為未來推動該項品保作業之重要參考。

- 2.訓練課程可提升品保從業人員之專業素養，以更加提升國內整體輻射醫療曝露品質。
- 3.調查結果可提供本會及國內醫療院所推動及精進國內放射治療設備之醫療曝露品保作業，以更加確保每年約 130 萬人次接受放射治療病患之輻射安全與品質，另外，多葉準直儀之醫療曝露品保作業訪查結果將可提供本會未來推動該項品保作業之重要參考。
- 4.專業課程與訓練課程可提升相關從業人員之專業素養，以更加提升國內整體輻射醫療曝露品質。

(二)輻射作業場所之輻射評估與量測技術、建立核子醫學診療輻射劑量評估研究、輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立與粒子治療設施誘發中子輻射之量測評估技術建立：

- 1.101 年度：配合政府醫療曝露品質保證標準之實施，建立多葉式準直儀(MLC)位移、Cone Beam CT (CBCT)影像之品保驗證技術及作業程序，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。
- 2.102 年度：(1)持續與基隆長庚醫院合作，進行甲狀腺癌患者居家環境輻射劑量量測，預計本年度收案人數可達到 100 人，並持續分析不同患者間差異對於累積劑量之影響，預期可全面性降低核醫診療所造成環境背景劑量。(2)使用組織等效的固態假體來模擬病患，依據臨床治療頭頸部及攝護腺癌時之腫瘤與周邊正常組織器官的形狀，分別規劃出參考的治療計畫，以評估國內各放射治

療單位主要使用的治療設備及電腦治療計畫系統，再進行實際臨床應用參考案例的劑量驗證，確認醫療曝露品質保證作業施行的實際成效，同時作為精進此作業標準的重要參考，並協助臨床單位提昇放射治療品質及技術水平，強化輻射曝露品質保證規範的完整性。

- 3.103 年度：(1)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，並在更貼切病患需求下，將輻射防護措施納入考慮，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；並針對患者家中之幼童、孕婦等對輻射較敏感族群，建立特殊專業劑量評估與輻射防護措施，確保幼童、孕婦與醫療看護團體之健康安全。(2)國內第一部質子治療設施（長庚醫院）於 103 年提供臨床試驗，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安全與接受治療病人的醫療品質。
- 4.104 年度：(1)輻射偵測儀器之偵檢準確度為民眾關注議題，尤其是輻射劑量偵測儀器、放射活度 α/β 污染偵測儀器及人員劑量計等儀器。透過校正領域輻射偵測儀器能力試驗研究，可評估國內五家實驗室校正品質，並透過交流提升技術能力，維持良好追溯性，保障民眾與工作人員之輻射安全。(2)國內林口長庚醫院質子治療設施第一治療室於 104 年起提供臨床服務，本計畫透過技術合作了解質子治療室迷道外和主屏蔽外高能中子能譜，建立實驗室 Cf-252 校正中子源和質子治療設施誘發高能中子對儀器反應修正之連結，發展高能中子劑量評估與量測技術，提出中子偵測器緩速體當中應添加適當厚度的金屬以縮小校正因子差異之建議，可精確設施運轉時之環境輻射，監測接受治療病人的醫療品質，保障病人家屬與輻射工作人員之輻射安全。

五、其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導等)

(一)放射診療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究蒐集整理國際資料，建立透視攝影醫療曝露品保作業程序，可提供醫療院所及相關專業人員實施品質保證作業及本會未來推展相關法規之參考，以更加提升國內透視攝影 X 光機之輻射安全及醫療曝露品質。

(二)輻射作業場所之輻射評估與量測技術、建立核子醫學診療輻射劑量評估研究、輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立與粒子治療設施誘發中子輻射之量測評估技術建立：

1.101 年度：本計畫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。

2.102 年度：(1)本計畫將參考 IAEA 對於核醫 dose calibrator 的品管程序，設計針對台灣核醫現況適當可行的品管作業流程，並同時進行全國核醫科單位監控，保障病患接受核醫藥物劑量之正確與安全性。對於核醫影像設備，制定相關品管規範，進而監控全國核醫檢查設備，以維護病患接受核醫檢查時的輻射曝露之適當性。

3.103 年度：(1)對於現今醫療院所核醫科所採用的醫用活度計(dose calibrator)，本計畫將與中華民國核醫學會合作，研擬活度計之校

正方法、頻次與稽核標準；另透過舉辦專家學者會議，凝聚學、醫、研、管制單位之共識，作為醫用活度計品質保證項目擬定依據，保障國內民眾接受核醫診療之劑量正確與安全性。(2)表面污染/輻射劑量偵測儀器適用於執行核設施之輻射防護作業，提供管制區域與監測區域之輻射偵檢與危害評估。計畫參考美國 ANSI N42.33 (2006)與 ANSI N42.17A (2003)規範的輻射偵檢器性能測試要求，訂定輻射偵檢器的規格、性能要求與性能測試之建議，除可提昇國內核儀產品之製作性能與量測準確度，並提供相關單位做為儀器研發與採購之參考，有效保障民眾與輻射從業人員之安全。

4.104 年度：(1)對於醫療院所核醫科品質保證項目擬定依據，和 5 家醫院合作，實際透過發放 TLD 於患者和主要照料者等作為，已得到 72 名服用碘-131 患者(規劃 50 名)之體外 1 公尺處之劑量率、患者之平均累積輻射劑量、主要照料者之平均累積輻射劑量，了解現行管制措施安全性。目前醫院所普遍採行之管制措施(患者離院時體表 1 公尺處劑量率小於 50 $\mu\text{Sv/h}$)造成之照料者輻射劑量均可符合 IAEA、ICRP 等國際輻防組織建議之照料者不超過 5 mSv 建議值；於醫用活度計方面，研究了影響量測結果之關鍵性參數，將透過亞太劑量組織之比對結果驗證，保障國內民眾接受核醫診療之劑量正確與安全性。(2)環境劑量計廣泛使用於執行核設施、可發生游離輻射裝置和放射性物質場所之輻射防護作業，提供管制區域與監測區域之輻射偵檢與危害評估。本計畫參考美

國 HPS N13.29-Draft (1996)規範的環境劑量計能力試驗測試要求，已建立實驗室組測試項目相關技術，而田野組則需考慮本土性與在地性，透過實地參訪本會輻射偵測中心進行技術合作。相關研究成果可提供本會做為提升國內實驗室量測水平之管制參考，有效保障民眾與輻射工作人員之安全。

貳、跨部會協調或與相關計畫之配合

- 一、核子醫學診療輻射劑量評估研究：本計畫已於年度碘-131 患者之居家環境輻射安全議題研究透過核醫學會和醫院進行 IRB 核定，完成 72 名患者(規劃 50 名)之體外 1 公尺處之劑量率、患者之平均累積輻射劑量、主要照料者之平均累積輻射劑量，了解現行管制措施安全性，在符合國內現況的前提下，提出具體可行之規範研擬參考建議。
- 二、輻射作業場所之輻射評估與量測技術建立、輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立與粒子治療設施誘發中子輻射之量測評估技術建立：本計畫輻射量測與能力試驗所使用的偵檢器，必須送至國家游離輻射標準實驗室進行校正追溯，因此需與經濟部標準檢驗局之「建立及維持國家游離輻射標準」計畫相互合作，開發輻射防護與醫療品保所需之劑量及活度校正技術，提升研發能量，達成最大的執行效益。
- 三、輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立：本計畫與行政院國家科學技術發展基金管理會補助計畫「X 光機輻射劑量監測儀開發」共同合作，研發具國際競爭力之空氣游離腔與輻射偵測儀器，以提升國內輻射防護與輻射度量之技術水準。
- 四、粒子治療設施誘發中子輻射之量測評估技術建立：本計畫與經濟部技術處「質子治療之相關探測器研製」3 年期學界科專計畫共同合作，建立質子劑量之評估、量測與校正技術，並研發量測設施。

參、檢討與展望

一、放射診療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究

(一)放射診斷設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究

後續工作構想應可朝向繼續進行電腦斷層掃描儀、乳房 X 光攝影儀的實地檢查，及透視型 X 光機攝影儀實地訪查，如此可了解各設備的品質保證現況、面臨問題及所需協助，亦使本會持續追蹤其品質保證作業品質，作為精進品質保證政策依據。針對透視攝影儀，則除可協助了解與改善其醫療曝露品質現況，亦可推動執行品質保證作業。未來亦可考慮落實建立與使用國家與機構診斷參考水平之方法，使我國有適用於電腦斷層掃描儀、乳房 X 光攝影儀與透視型 X 光機之國家診斷參考水平標準調查程序，此外亦可針對醫療機構進行輔導，以協助他們執行建立機構內的電腦斷層掃描儀與乳房 X 光攝影儀之診斷參考水平研究，待建立與比對的程序完成後，評估機構的診斷參考水平概念的施行成效。除上述項目，亦應針對實作教育繼續執行，並思考如何增進品保人員的專業能力。

本計畫已於 103-104 年度完成(1)對電腦斷層掃描儀的醫療院所醫療曝露品質保證作業檢查，並建立考量病人體型之劑量評估方法與劑量分布研究、心臟及肺臟之健檢項目的劑量評

估；(2)對乳房 X 光攝影儀的醫療院所醫療曝露品質保證作業檢查，並設計適用於各廠牌數位式乳房 X 光攝影儀之品保程序，完成測試結果分析；(3)對透視型 X 光機的醫療曝露品質保證作業訪查，並進行不同影像品質假體所得影像指標之關聯性研究、影像增強管與平板偵檢器系統之劑量差異研究。對於已納入法規規範的電腦斷層掃描儀及乳房 X 光攝影儀，訪查結果對於檢測不合者本會已進行後續追蹤處理，並協助改善。此外，對於尚未納入法規的透視型 X 光機，在目前缺乏國際統一或專業共識，以及多數專業報告皆已發表超過十年的情況下，已完成對透視攝影品保程序的建議，在實務上產生一個完整且可行的透視攝影品保方案實屬不易，目前我們在避免流失資訊的前提下，使用最大聯集制定了十四項測試，期做為醫療院所推動透視攝影品保之參考。

(二)放射治療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究

考量放射治療的人數以及新型放射治療技術的應用日益增加，本會將於放射治療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究，納入針對新型放射治療技術（例如強度調控放射治療技術、小照野照射技術等）進行研究，以協助醫療院所於使用此

類新型放射治療技術時，能更加確保整體醫療曝露品質。

本計畫於 103-104 年度完成(1)對全國放射治療設備的醫療曝露品質保證作業檢查，並建立放射治療管控資料庫；(2)多葉準直儀醫療曝露品保作業的訪查；也協助辦理相關專業訓練及品保實作訓練課程，更加提升相關人員之專業素養。另外對於現行的放射治療設備之醫療曝露品保規範，我們也依實務現況提出管制作為之參考建議。

二、輻射作業場所之輻射評估與量測技術建立

(一)研製輻射作業場所之環境核種分析儀器校正用參考物質(植物樣、漁畜產樣)

評估本計畫植物樣參考物質配置結果，各配置核種之不確定度($k=1$)分別為 Co-60:4.64%、Cs-134:4.59%、Cs-137:3.61%、Sr-85:4.20%、Sr-90:4.20%；漁畜產樣參考物質配置結果，各配置核種之不確定度($k=1$)分別為 Co-60:4.34%、Cs-134:4.69%、Cs-137:4.20%、Sr-85:4.69%、Sr-90:4.69%，表示核研所在配置台灣地區植物樣、肉品樣參考物質能力與國際上販售之參考物質一致(不確定度小於 5%)，足以提供作為國內各實驗室之標準參考試樣。

(二)環境試樣不同幾何、密度之效率校正研究

利用配置完成四種不同密度參考物質(水樣、土壤、植物與漁畜產)，進行不同幾何形狀(4 公分與 1 公升馬林杯)環境試樣密度

效率校正研究。其結果顯示，對同一個幾何形狀而言，同一光子能量，參考物質密度越大者，計數效率亦越低，其表示自吸收效應越大；而相較於高能量光子(1173.24keV、1332.5keV)，低能量光子(514.0keV、604.7keV、795.86keV、661.60keV)之計數效率隨密度之變化有較明顯變化，其表示低能量光子自吸收效應隨密度的變化影響較顯著。未來可利用本研究的各種不同密度參考物質的計數效率，作適當的修正，使環境試樣的核種活度計測更趨於精確，確保量測數據之準確性。

三、核子醫學診療輻射劑量評估研究

- (一)與國內學術研究單位或相關學會合作，進行核醫藥物醫用活度計品質保證及服用碘-131 患者居家環境輻射安全議題研究
- (二)醫用活度計校正效率曲線量測與模擬驗證
- (三)診斷用核醫藥物輻射安全議題評估與民眾劑量合理抑低管理辦法建議

本研究已與中華民國核醫學會完成合作案之簽訂，並進行 3 場次核醫藥物醫用活度計品質保證教育訓練課程(北、中、南區)，推廣活度儀校正概念與方法於臨床第一線使用醫用活度計(如放射師、藥師、放化人員)人員，期能提升國內相關技術水平。在碘-131 患者居家環境輻射安全議題研究方面，已完成與 5 家醫院建立合作關係，經統計 72 人次實驗結果後發現，目前醫院所普遍採行之管制措施(患者離院時體表 1 公尺處劑量率小於 50 $\mu\text{Sv/h}$)造成之照料者輻射劑量，在絕大多數情形下可滿足一般人之年累積輻射劑量小於 1 毫西弗之法規限值，極少數照料者可能接受到大於 1 mSv 之吸收劑量，且全數均符合 IAEA、ICRP 等國際輻防組織建議之照

料者不超過 5 mSv 建議值。

此外，本年度利用蒙地卡羅程式進行 Centronic IG11/N20 與 IG11/A20 醫用活度計模型建置、固有校率計算、幾何偏差、定位偏差與核種自吸收等因素評估，已得知不銹鋼井厚度會是活度校正時最主要的影響因子，且對於發射低能量光子的核種影響最為嚴重。下半年度將參考國家標準實驗室於 2002 年參加亞太計量組織 (APMP) 之國際活度量測比對結果，利用蒙地卡羅工具評估我國活度標準量測使用之 Centronic IG11/N20 與 IG11/A20 活度計之偏差與不確定度來源，計算校正時選用關鍵量測參數，特別是幾何偏差 (如：鋁電極厚度、不銹鋼井厚度、充填氣體氣壓) 造成之影響，分析醫用活度計之量測特性，以提供更準確之校正服務。

最後，參考國際原子能總署 (IAEA) 於 2005 年提出的安全評估報告 (Safety Reports Series No. 40)，提出針對常用診斷核醫藥物 (如 Tc-99m、Ga-67、In-111、Tl-201 等) 之體內輻射與體外輻射劑量，提供予本會參考。

四、輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立

(一) 與醫療機構、學術單位或相關學會合作，建立臨床放射治療劑量驗證稽核及分析比較，並建置放射治療劑量稽核作業程序

分析比較國內外放射治療劑量稽核系統與開發研究劑量驗證技術，將設計標準驗證流程，包含劑量計的選擇、假體擺位、照射參數、及劑量計之替換柱更換順序等；希望藉由此計畫之研究成果，提供給主管單位執行國內放射治療設備醫療曝露品保之稽核作業參考。

(二) 輻射偵測儀器校正能力試驗評估研究

本次執行輻射偵測儀器校正能力試驗之建議彙整如下：

1. 下次校正領域的能力試驗依照能力試驗活動要求 TAF-CNLA-R05(5)- 2014/08/26新規範辦理；
2. 傳遞件的穩定性測試結果的變動差異，需納入標準值的不確定度中；
3. 能力試驗測試期間中的傳遞件，個別機構測試結束後需送回至主辦機構確認儀器功能在正常範圍；
4. 需觀察選擇的傳遞件儀器的特性變異範圍。

受測實驗室的合作與交流有助於提升技術，且能力試驗結果將可審查國內輻射偵測儀器校正狀況，以提供管制單位參考。

(三)配製混合加馬濾紙樣品，執行全國中低強度核種分析能力試驗與評估研究

基於先期分析評估選定擬混合之核種、強度，以及擬定樣品樣式、尺寸並進行製作。至於需採購之液體核種與強度，乃至樣品製作材質之時程，與製備核種標準樣品，以進行實驗室標準樣品之評估能力、加馬能譜分析儀之性能測定，和搭配盲樣測試核種，建立適當之能量與效率校正曲線，將可確保試驗分析樣品之活度量測能力試驗準確度。

本研究彙整各受測實驗室回報本次能力試驗結果，並依TAF之測試領域中低活度核種技術規範TAF-CNLA-T10(2) 第5.3.4節之認可判定結果，並由能力試驗執行機構量測值與測試實驗室受測實驗室之比例值來判定是否通過能力試驗的標準依據，已舉辦技術討論會與完成總結和個別報告，各實驗室皆符合規範要求。本年度兩項能力試驗已順利完成，未來將會配合TAF的能力試驗

時程，進行相關研究，精進國內輻射偵測實驗室之技術及品質。

(四)配製10種環境測試樣品，執行全國環境試樣放射性核種分析能力試驗與評估研究

本年度共有六家實驗室參與能力試驗，分析樣品有土壤、水樣、植物樣、肉樣、空浮濾紙樣、牛乳樣、米樣、菇類、人工尿樣及人工糞樣等十種環境試樣。已舉辦技術討論會與完成總結和個別報告，所有參加能力試驗的實驗室分析結果經評估，均通過有關偏差與精密度的要求，所有實驗室的整體分析結果平均值相對於添加活度值的偏差 $\leq \pm 13\%$ ，皆符合規範要求。

(五)環境劑量計能力試驗測試方法之研究

研究ANSI N13.29 (1996) Draft標準草案，已整理輻射射質、照射系統、評估方法、照射方法、劑量轉換係數等測試項目，關於田野組部分，已完成初步之可行性評估，並將考量國內現況，預計配合第十一次人員劑量計能力試驗進行試運轉，持續進行能力試驗之推展，以符合國內民眾對於提升環境輻射劑量評估技術之需求。

(六)建立Ir-192近接治療射源劑量校正系統

該射源已追溯至德國PTB，關於量測系統，上半年度所完成之系統散射訊號與總訊號量測比值，已將散射所造成的干擾降低至0.01%，大幅地改善系統的量測準確度，目前Ir-192近接治療劑量校正系統不確定度為0.95%(k=2)，可提供國內遙控後荷式近接治療設備之劑量追溯標準。

(七)可發生游離輻射設備之輻射安全風險分析

本計畫以手持式輻射偵檢器測得之人員手部劑量代表四肢等價劑量，以手持式輻射偵檢器測得之人員身體部位劑量代表有效劑量；偵檢器測得之空間劑量與人員有效劑量之關係、空間劑量與人員有效劑量之轉換因子有待進一步探討與評估。目前以等價劑量與有效劑量的大小，並考慮採用ICRP 60及103報告之建議，量化確定效應與機率效應的風險，未來應更廣泛蒐集國際相關文獻與資料，更深入研析與建立最適合之輻射風險評估方法。本計畫調查結果發現提供輻射安全測試之偵測業者會使用不同型態之偵檢器，而不同偵檢器對X光機設備偵測之特性響應與適用性，仍有待進一步探討。

後續方向建議應進一步探討與評估偵檢器測得之空間劑量與人員有效劑量之關係、空間劑量與人員有效劑量之轉換因子。廣泛蒐集國際相關文獻與資料，更深入研析與建立最適合之輻射風險評估方法。探討、評估不同偵檢器對可能X光機設備偵測之特性響應，以及不同偵檢器對X光機設備偵測之適用性。持續蒐集與研析國際相關文獻，提出可發生游離輻射設備輻射安全檢測之參考建議。

五、粒子治療設施誘發中子輻射之量測評估技術建立

本研究針對不同輻射場特性，已提出一套簡易之劑量因子修正方法，針對高能中子輻射場量測不易與校正困難等現行技術盲點，以擬合方程式提供校正因子修正方案。未來可在對於待測輻射場特性具備一定程度了解的情況下，進行中子偵檢儀器之校正因子修正，意即透過簡易量測方法設計，了解偵檢器量測點上的中子數量與能量分布或比值，以供Cf-252校正因子的修正，期可

應用於輻射防護管制。此外，針對不同尺寸大小偵檢器，以及不同校正射源可能造成之量測結果影響，亦完成相關之量化分析。關於校正因子之修正方法之研究與改良，建議高能中子場應使用含金屬之中子偵檢器，以縮小校正因子之修正量；此外，持續與清華大學和長庚醫院合作，利用蒙地卡羅程式mesh tally之計算技巧，進行中子劑量空間分布模擬，找出長庚質子治療設施第一治療室之中子輻射劑量熱點，可作為加強輻射防護管制參考。

附件、績效指標資料

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

計畫名稱：提升輻射安全管理技術之研究(4/4)

分項計畫 1：放射診療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究

【A 學術成就表】

中文題名	第一作者	發表年 (西元年)	文獻類別	引用 情形	獲獎 情形	論文出處
成人與小兒腹部電腦斷層檢查體型依存劑量之初探	胡亞妘	2015	e	N	N	2015 年放射線醫學會年會
Survey of Medical Radiation Exposures from Fluoroscopic and Interventional Procedures in Taiwan	蕭亦蕙	2015	f	N	N	2015 年 5 月日本京都第 15 屆國際輻射研討會
Quality Assurance of Computed Tomography in Taiwan: National on-site Survey	蔡惠予	2015	f	N	N	2015 年 5 月日本京都第 15 屆國際輻射研討會
全國放射治療系統品質保證作業執行現況實測研究報告	蕭安成	2015	b	N	N	104 年放射治療與腫瘤學期刊

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)

【C 培育人才表】

姓名	學歷	機構名稱	指導教授
----	----	------	------

林雍傑	博士班	長庚大學醫放系	蔡惠予
林育申	碩士班	長庚大學醫放系	董傳中
王秉妮	碩士班	長庚大學醫放系	劉鶴齡
任慕蘭	碩士班	長庚大學醫放系	劉鶴齡
王寶淵	碩士班	清華大學核子工程與科學研究所	蔡惠予
張宜儒	碩士班	中山醫學大學生物醫學科學所乙組	陳拓榮
黃佩筠	碩士班	中台科技大學醫放系	陳信雄

註：學歷分成 a 博士、b 碩士

【D 研究報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年 (西元年)	出版單位
心臟及肺臟 CT 健檢劑量研究報告	胡亞妘	2015	
透視型 X 光機之劑量研究報告	蕭亦蕙	2015	
104 年放射治療設備輻射曝露品質保證作業執行現況報告	蕭安成	2015	

【F 製作教材表】

教材名稱	教材類別	發表年度 (西元年)	出版單位
透視 X 光系統品保實作講義	a	2015	
強度調控放射治療原理與品質保證作業	a	2015	

註：教材類別分成 a 文件式、b 多媒體、c 軟體、d 其他

【R 增加就業表】

廠商名稱	廠商統一編號	增加員工人數	增加之年度
長庚大學醫學影像暨放射科學系		6 位	104 年度
中華民國醫學物理學會		4 位	104 年度

分項計畫 2：輻射作業場所之輻射評估與量測技術建立

分項計畫 3：核子醫學診療輻射劑量評估研究

分項計畫 4：輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立

分項計畫 5：粒子治療設施誘發中子輻射之量測評估技術建立

【A 學術成就表】

中文題名	第一作者	發表年 (西元年)	文獻類別	引用 情形	獲 獎 情 形	論文出處
Spectral correction factor for conventional neutron dose meter used in high-energy neutron environments	李國威	2015	d	N	N	Radiation Protection Dosimetry
Measurement of the energy spectra effective dose rates of cosmic-ray induced neutrons with standard bonner spheres and high-sensitivity bonner cylinders at sea level in Taiwan	李國威	2015	d	N	N	Radiation Protection Dosimetry
The readout characteristics of self-fabricated radiophotoluminescent glass dosimeter reading system	許世明	2015	d	N	N	Radiation Measurements
Radiation safety assessment to caregivers of the patients treated with iodine-131 for thyroid carcinoma	陳立言	2015	f	N	N	2015 亞太核醫大會
Comparison of Monte Carlo simulations for scattered angle distribution in proton therapy	林怡君	2015	f	N	N	8 th International Symposium on Radiation Safety and Detection Technology

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)
蒙地卡羅劑量評估研究團隊	清華大學、核能研究所	b	2015
放射治療品保驗證與稽查方法研究團隊	核能研究所、醫學物理學會、陽明大學	b	2015
游離輻射領域能力試驗研究團隊	核能研究所、台電公司、清華大學、輻射偵測中心	b	2015

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】

姓名	學歷	機構名稱	指導教授
陳昱誠	b	中國醫藥大學生物醫學影像與放射科學系	許世明教授
蔡宜璇	b	清華大學核子工程與科學系	許榮鈞教授

註：學歷分成 a 博士、b 碩士

【D 研究報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年 (西元年)	出版單位
研製輻射作業場所之環境核種分析儀器校正用參考物質(植物、漁畜產)	林憶薰	2015	INER 審查中
環境試樣不同幾何、密度之效率校正研究	李碧芬	2015	INER 審查中
國內外放射治療劑量稽核系統分析比較與劑量驗證技術開發研究(3/3)	許世明	2015	INER 審查中
環境放射性核種分析儀器校正	彭恩琪	2015	INER 審查中

用之水樣與土壤參考物質配置			
核電廠埋入管件內層活度的量測技術	葉俊賢	2015	INER-11135
核三廠二號機照射樣品罐 Y 之中子劑量學	朱葦翰	2015	INER-11853R
高劑量率之近接治療 ^{192}Ir 射源原級標準建置	朱葦翰	2015	INER 審查中
台灣地區地表宇宙射線中子能譜量測	李國威	2015	INER-12012R
以 Cf-252 中子源校正之波那球系統於不同能量中子場之儀器響應分析	李國威	2015	INER-11714R
高能中子場輻射偵檢器校正因子修正研究	許榮鈞	2015	INER 審查中

【E 學術活動表】

研討會名稱	性質	舉辦(起-迄)日期 (YYYY/MM/DD)	主/協辦單位
輻射偵檢儀器校正能力試驗總結會議	a	2015/05/14	核能研究所
2015 年游離輻射量測能力試驗研討會	a	2015/10/14	核能研究所
放射碘治療外釋暨影像品管研討會	a	2015/12/19	核能研究所/中華民國核醫學會
醫用活度計品質保證教育訓練課程	a	2015/12/5,12,26	核能研究所/中華民國核醫學會

註：性質分成 a 國內研討會、b 國際研討會、c 兩岸研討會

【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)
郵寄式輻射量測驗證裝置及其作	a	a	中華民國發明專利發明第 I	李振弘	核能研究所	2015.3-2033.9

業程序			475242 號			
IONIZATION CHAMBER WITH BUILT-IN TEMPERATUR E SENSOR	a	c		李振弘	核能 研究所	申請中
利用電壓穿越次 數統計直方圖資 訊之微小電流量 測裝置	a	b		林怡君	核能 研究所	申請中

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

【H 技術報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年 (西元年)	出版單位
2015 中低強度核種分析能力試驗	葉堅勇	2015	INER 審查中
全國環境試樣放射性核種分析 能力試驗與評估研究	林憶薰	2015	INER 審查中
肢端劑量計能力試驗試運轉總 結報告	林怡君	2015	INER-11716