

110年度政府科技發展計畫 績效報告書 (D006)

計畫名稱：「新興輻射安全管制技術與法規精進研究
(2 / 4)」

執行期間：

全程：自109年01月01日至112年12月31日止

本期：自110年01月01日至110年12月31日止

主管機關：行政院原子能委員會

執行機關：行政院原子能委員會輻射防護處；

110年度政府科技發展計畫審查意見辦理情形表

序號	審查意見	辦理情形
1	本期計畫共包含三個子項目計畫，分別為：(1) 建立天然放射性物質安全管理制度、(2)核強化輻射源安全管制、(3) 接軌國際輻防管制趨勢，各項子計畫執行成效大致良好，且遭遇困難之項目，亦已列出因應對策。各細部計畫之績效指標皆已達成原設定目標。績效提供數據顯示，實際產出 8 篇論文、4 篇研究報告、培育 8 個研究團隊及碩博士生 10 人、舉辦訓練課程及研討會等 8 場等績效，多數項目皆超過原訂主要績效指標，執行成效良好。本計畫之目標為強化管制效能，以確保民眾及環境輻射安全。在疫情影響下，努力執行計畫，6 項子計畫均達到原訂目標，並能有效強化人才培訓。	感謝委員肯定。
2	02KR1（細部計畫 4） *『02 強化輻射源安全管制 /02KR1 提及輔導醫院使用新版品保程序書』語意不清。請問是什麼設備？（p4, 5） *新版程序書是指什麼？針對什麼設備？有公告在原能會網站嗎？使用者是院方品保人員還是計畫稽核人員？（p15） *請說明「原版」與「新版」程序書之異同。（雖然新版程序書為	感謝委員的意見，綜合答復說明如下： 1. 乳房 X 光攝影儀和電腦斷層掃描儀為我國現行輻射醫療曝露品質保證標準（下稱品保標準）規定應實施曝露品保之設備，醫療院所針對該二設備現行使用之品保作業程序書，本計畫稱為原版程序書，其內容符合現行品保標準。而心導管與血管攝影用 X 光機因尚未納入現行品保標準，該設備雖有品保作業程序書建議，但其內容會

	109 年[或 108 年建立？(p13)]所建立，但 110 年會分析現場檢查數據與相關品保資料，據以提出三份品保程序書精進建議(p15)，因此有必要說明之。 *請說明「新版程序書」、「品保程序書精進建議」之差異。精進建議是針對新版程序書？*請說明輔導機制。	以每年設備訪視情況進行滾動修正，故不以新舊版區分。先予敘明。 2. 承上，品保標準就乳房 X 光攝影儀及電腦斷層掃描儀之內容自民國 100 年迄今均未更動，考量國際相關規範於此期間不斷推陳出新，故本會先於 105-108 年四年期委託研究計畫之第四（108）年完成當時國際規範參考與擬訂新版程序書，然該等新版程序書於國內之可行性尚未經過驗證，故本二年期計畫再透過訪查人員至醫療院所依原版程序書進行設備檢查之同時，另以新版程序書進行設備訪查，以驗證其臨床可行性，並經彙整分析訪查結果及受檢院所之意見回饋後，再對新版程序書之內容提出精進建議，俾使精進後新版程序書能更貼合我國臨床醫療需求。而就心導管與血管攝影用 X 光機，則自 107-108 年本會自辦研究計畫期間以及本二年期計畫期間，持續由訪查委員至醫療院所以品保作業程序書建議進行設備訪查，每年並依訪視結果進程序書滾動修正，並於本計畫第二（110）年提出一份可供品保標準未來納法參考之品保程序書精
--	--	--

		進建議。 3. 本計畫「O2 強化輻射源安全管理/O2KR1 輔導醫院使用新版品保程序書」，係廣義包含對乳房 X 光攝影儀、電腦斷層掃描儀和心導管與血管攝影用 X 光機三類設備，輔導醫療院所使用新版品保程序書，輔導機制為訪查人員進行醫院設備之訪查過程，由院方人員陪同參與與學習。 4. 本會於 105-108 年四年期委託研究計畫之第四（108）年擬訂之乳房 X 光攝影儀和電腦斷層掃描儀新版程序書，以及 107-108 年自辦研究計畫擬訂之心導管與血管攝影 X 光機品保程序書建議，可參考本會官網之研究成果報告：aec.gov.tw/施政與法規/施政績效/委託研究計畫/近年委託研究計畫成果/108 年度-2_15_72_921_4479.html。本二年期計畫之研究成果則將於後續上網公開。另，本年度本會正著手辦理品保標準增納心導管或血管攝影用 X 光機，以及修訂乳房 X 光攝影儀和電腦斷層掃描儀，上述綜合研究成果均為本次研議增修法規之重要參考依據。
--	--	---

3	【放射診療設備…】該項目是針對哪些設備 進行「訪查」？針對已立法應執行品保的設備，應予以「主管機關稽核或檢查」而非訪查。定位須清晰。若為稽核，稽核人員需為特定專業，不建議以「訪視委員」分散方式進行稽查，因為稽查過程是專業學習與經驗累積，主管機關應培植此方面的專才或專門團隊。(p7)	謝謝委員指教。本計畫用詞不精準之處，未來會悉心檢討改進；惟實務執行上，誠如 1-1 答復所述，確實分為品保標準規定之設備檢查以及尚未納入品保標準部分之設備訪查。計畫之訪查人員，均係透過計畫嚴格訓練並經內部考核制度通過培訓的專業人員，該團隊亦透過研討會議方式持續精進專業能力與經驗。
4	目標 4 提及評估放射活化盤存量與污染潛 勢(p12-13)，但達成情形中說明建立技術的方法與模型(p13)，未看到與放射活化盤存量與污染潛勢相關的評估成果。	感謝委員的指正，已就報告之 109 年度之目標 4. 之達成情形，增修說明文字如紅字所示，並摘錄於下供委員審查： 「4. 蒙地卡羅方法於加速器活化分析技術已建立包括 6 個項目：中子產率驗證、核種活化驗證、劑量評估驗證、中子產率/中子劑量與氟-18 產率關聯性驗證、無自屏蔽迴旋加速器設施活化分析、有自屏蔽迴旋加速器設施活化分析。並建立二種迴旋加速器放射性物質生產設施(無自屏蔽加速器設施及有自屏蔽加速器設施)的參考模型。在尚未考慮照射室的自屏蔽設計下觀察，由於本研究中的中子均源於 $180(p, xn)$ 反應，而中子的總產率即質子的通量率 $\phi p(Ep)$ 乘上 $180(p, xn)$ 的微觀反應截面 $\sigma(p, xn)(Ep)$，經驗證隨著質子能量的上升，中子的生成截面亦會上升，但伴隨著上升的質子能量，基於能量守恆，二次中子的能量亦會上升，上升的中子能量對於混凝土活化最主要的貢獻，預期會在更深層的混凝土生成更多

		的熱中子，使得深層混凝土的活化加劇，不利後續除役工作。再考量照射室的自屏蔽設計，因大部份的中子均可以在自屏蔽內被吸收，唯地面方向的屏蔽較薄弱，二次中子屏蔽不足的狀況下混凝土活化狀況依然嚴重。由於混凝土的雜質活化是除役工作中的重點之一，本研究針對混凝土中的雜質係以 1ppm 估算之，若混凝土中的雜質濃度有任何增減，對於混凝土的活化狀況也預期會有相對應的變動。」
5	目標 5 提及評估鋼鐵從事人員的輻射劑量與風險 (p12)，但在結果陳述中，未見到風險是採哪種方法或工具評估。	1. 感謝委員意見，有關本項成果說明簡述如下： 2. 參考彙整鋼鐵異常物處理流程之國際相關文獻並結合我國實際訪查情形，建立鋼鐵異常物處理的一般曝露情節(廢金屬運送、鋼鐵異常物搜尋與暫存、退運處理)及誤熔曝露情節(廢金屬運送、廢料冶煉以及爐渣運送)之具體曝露參數。 3. 利用上述情境建立及假設的參數，搭配使用 MicroShield 程式進行劑量計算，評估結果顯示： ● 一般曝露情節：以鋼鐵業者一年總計發現 10 件天然輻射異常物來評估計算，則造成其工作人員(輻射異常物搜尋的搬運人員、退運處理的裝載人員 1 以及退運處理的卸載人員)的最大個人有效劑量約為 0.025 mSv (U-238 核種)與

		0.034 mSv (Th-232 核種)，均遠小於我國規定的一般人年劑量限值 1 mSv。 ● 誤熔曝露情節：如以鋼鐵業者一年 10 件天然輻射異常物被誤熔來評估計算，則造成工作人員(廢料冶煉的爐渣作業員)的最大個人有效劑量約為 0.025 mSv (U-238 核種)與 0.035 mSv (Th-232 核種)，亦均遠小於我國規定的一般人年劑量限值 1 mSv。
6	成果中提及：依據 108 年修訂的品保作業程序書，完成三種設備的檢訪查，並建立實測數據資料庫(p13)。請問該修訂的品保作業程序書，是給哪個對象使用？（醫療院所？檢訪查團隊？）是指前述的新本版品保作業程序書嗎？成果中是否有分析使用原版/新版程序書，所對實測數據資料庫數據的影響？	感謝委員的意見，補充說明如下： 1. 所謂 108 年修訂的品保作業程序書，承如序號 2 之答復所述，即為新版程序書。以本計畫之工作模式，新版程序書係由訪檢查團隊使用，以進行新版程序書之臨床可行性驗證。 2. 承上，設備訪檢查過程已包含原版和新版程序書之執行，並就執行結果進行數據比較與分析，詳已述於計畫之期末成果報告中。
7	本計畫原編列經費為 15,587 千元，實際支出經費為 15,128 千元，執行率達 97.06%，計畫經費運用與預期相近。	感謝委員肯定。

	各項研究計畫量化與質化指標均達到預期效益，並提供實質建議。在研究與培育人才方面也超越預期成效，對於長遠推動輻安管制，奠定良好根基。	感謝委員肯定。
8	細部計畫 6 * 業者法規說明會三場，似因應疫情改為線上辦理為連續三天，然而連續三天的會議視為三場會議，與一般認知不合。建議可在佐證資料中指出三場的差異，例如實體會議則為區域差異，而線上連續三天會議是在哪些方面有所差異？參與人員？議題/主體？	感謝委員意見，過去業者法規說明會因採實體舉辦，故考量參加者可近性，以分區(北、中、南)方式辦理，本年度因疫情影響雖改為線上舉辦，為擴大參加人員並確保連線品質，仍然舉辦3場次，此3場次內容相同，但參加人員不重複，以分流方式保持線上會議連線品質。
9	細部計畫 6 * 研究報告 (p53) 可列入執行績效指標 KPI 中 (p15) *兩場專家座談會可納入執行績效指標 KPI 中(P36)	感謝委員建議，已將相關成果納入細部計畫 6 之 KPI 內容。
10	後續精進規劃中，提及擴大對高強度設施進行相關輻安訪查(p9)，於111年目標3中規劃活化分析(p16)，112年目標3僅針對電子加速器活化分析(p17)；於111年目標7僅針對非密封射源(p17)。此三個目標，都未涉及「擴大對高強度設施進行相關輻安訪查(p9)」，請問這部分的規劃會落實在哪個工作目標中呢？	感謝委員意見，細部計畫5，因109-110年已針對設備及密封放射性物質進行輻安訪查，故後續規劃於111-112年進行非密封放射性物質及高強度設施之安全訪查，因P.16-17分年目標與達成情形僅摘錄部份重點工作描寫，故造成委員困擾，敬請見諒。

11	游離輻射防護法規體系精進研究中提及四個面向(p36)，但在未來工作目標中，僅針對既存性曝露管制探討(111 年目標 8, 112 年目標 7)(p9, p17-18)。建議也應針對輻射源，對最適化進行策略/作為/改善程序/改善措施 等面向的探討。	感謝委員意見，有關輻射源及輻射作業之最適化策略/作為/改善程序/改善措施等內容，於細部計畫 5 已有進行相關研究，另本計畫對規畫進行鋼鐵從業人員之作業流程及最適化研究，期可對於法規執行的實務面有所幫助。而細部計畫 6 主要針對游離輻射防護法之原則及架構進行研析，而目前盤點後優先執行既存暴露管理部分。感謝委員建議，有關相關輻射源及輻射作業之最適化策略，本會亦將持續由其他細部計畫或其他委託研究計劃進行。
12	此計畫為 4 年期整合型計畫，階段性規劃目標明確。對於後續工作規劃之構想與持續推動，建議未來能增加國內相關研究機關與學校，更積極整合國內之研發能量，推廣我國原子能科技之應用與發展。	感謝委員意見，本會將持續整合相關研發能量，擴展更多合作機會，培育人才並推廣原子能科技應用。
13	本計畫相關後續工作構想及重點，以條列式說明於「第二部份，貳、檢討與展望」中，雖可大致了解未來方向，但此方式可能較不易窺見各子項目計畫於 110 年度及 111 年度間，相關成果如何延續至下一年度，亦不易區分兩年度的工作要項及目標，建議應以表列各子項目前年度重大成果及後一年度重點研究項目，並說明兩者的連結性，將有助於了解後續工作構想及重點的妥適度。	感謝委員意見，因本報告主要內容為績效成果之描述，故對於計畫本身之架構及分年目標的呈現較為簡略，造成委員困擾敬請見諒。感謝委員建議，針對「第二部份，貳、檢討與展望」之內容，將納入前後年度之重點說明，以利委員了解後續工作構想及重點的妥適度，相關修正如 P. 47-48。

	整體計畫之設計與執行確實呼應「新興輻射安全管理祭物與法規精進研究」。	感謝委員肯定。
14	游離輻射法規防護法修正所提四個重點，皆是修訂法規時的重要考量。其中關於「強化依源管制的劑量約束與劑量指引」、「醫療曝露品保與最適化之劑量標準」，都是論及輻防概念的最適化，此部分應避免落入「設計劑量數值來管制」的窠臼，應該朝向「建立最適化程序/或最適化系統」來達成劑量數值目標，且應重視「改善過程」，而非僅重視數值符合。	感謝委員寶貴建議，本會正規畫導入劑量約束的概念，而劑量約束雖須訂定約束值，但核心價值仍為作業流程的改善及劑量最適化過程，因此本會除數值的設定外，對於作業程序的優化及相關導則的建立亦將進行研究及探討，避免侷限於數值管制。
15	建議持續關注國際上輻安管制趨勢與技術發展趨勢，做為研擬我國輻射防護相關法規及程序書的參考。	感謝委員建議，本會將持續關注國際上輻安管制趨勢與技術發展趨勢，做為研擬我國輻射防護相關法規及程序書的參考。
16	避免國內輻防人才青黃不接，人才培育刻不容緩。後續工作期能整合各領域的合作團隊，發揮計畫的最大效益。	感謝委員意見，本會將持續整合相關研發能量，擴展更多合作機會，培育人才並推廣原子能科技應用。

17	本計畫執行成效良好，部分項目超過原訂主要績效指標。在天然放射性物質安全管理制度、輻射源安全管理及接軌國際輻防管制趨勢，皆有研究成果產出，符合原先設定之總目標方向。各項子計畫已針對遭遇困難之項目列出因應對策。然於學術成果上，國際期刊發表數仍有進步空間。	感謝委員肯定。
18	部分實驗因疫情關係無法順利執行，僅以模擬或間接量測方式評估(如混凝土鑽心取樣等)，建議計畫團隊於往後研究將此些結果與直接測量者比較，以驗證方法的可靠性及增加說服力。	感謝委員建議，未來若可進行實地量測，將會參考委員建議並視計畫經費額度，儘可能進行比對驗證。
19	建議計畫之後續工作構想及重點以表列方式呈現各子項目前年度重大成果及後一年度重點研究項目，並說明兩者的連結性。	感謝委員意見，因本報告主要內容為績效成果之描述，故對於計畫本身之架構及分年目標的呈現較為簡略，造成委員困擾敬請見諒。感謝委員建議，針對「第二部份，貳、檢討與展望」之內容，將納入前後年度之重點說明，以利委員了解後續工作構想及重點的妥適度，相關修正如 P. 47-48。

目 錄

【110年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】	1-1
第一部分	1-6
壹、目標與架構	1-6
貳、經費執行情形	1-24

【110年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】

審議編號	110-2001-02-17-06				
計畫名稱	新興輻射安全管制技術與法規精進研究(2/4)				
主管機關	行政院原子能委員會				
執行機關	行政院原子能委員會輻射防護處；				
計畫主持人	姓名	張淑君	職稱	處長	
	服務機關	行政院原子能委員會			
	電話	02-22322171	電子郵件	wsliu@aec.gov.tw	
計畫類別	☒ 一般計畫 ☐ 政策計畫 ☐ 前瞻計畫				
重點政策項目	☐ 亞洲・矽谷 ☐ 智慧機械 ☐ 綠能產業 ☐ 生醫產業 ☐ 國防產業 ☐ 新農業 ☐ 循環經濟圈 ☐ 晶片設計與半導體前瞻科技 ☐ 數位經濟與服務業科技創新 ☐ 文化創意產業科技創新 ☐ 其他				
前瞻項目	☐ 綠能建設 ☐ 數位建設 ☐ 人才培育促進就業之建設				
計畫群組及比重	生命科技 0 % 環境科技 100 % 數位科技 0 % 工程科技 0 % 人文社會 0 % 科技創新 0 %				
執行期間	110年01月01日至110年12月31日				
全程期間	109年01月01日至112年12月31日				
資源投入	年度	經費(千元)		人力(人/年)	
	109	15,993		28.70	
	110	15,129		31.20	
	111	13,087		25.58	
	112	16,030		25.58	
	合計	60,239		111.06	

	110 年度	經費項目		預算數(千元)	決算數(千元)	執行率(%)
		經常門	人事費	7,340	7,340	100.00%
			材料費	941	941	100.00%
			其他經常支出	6,803	6,383	93.83%
			小計	15,084	14,664	97.22%
		資本門	土地建築	0	0	%
			儀器設備	503	465	92.45%
			其他資本支出	0	0	%
			小計	503	465	92.45%
		經費合計		15,587	15,129	97.06%
政策依據	1. EYGUID-01090804000000：行政院109年度施政方針：四、健全職場安全衛生防護機制，精進高風險事業減災策略；加強職場健康促進管理及危害評估；完善職業災害保險制度，維護勞工職場安全。 2. EYGUID-01090515000000：行政院109年度施政方針：十五、強化輻射安全管制，提升輻射災害防救能量；嚴格執行核電廠除役及核電廠安全管制作業，持續推動公眾參與監督及資訊透明機制；拓展原子能科技民生應用，研發能源產業關鍵技術。					
本計畫在機關施政項目之定位及功能	一、天然放射性物質於一般商品上之應用愈趨多樣化且深入家庭，2018年於韓國發現的負離子床墊，經評估其釋放的氬氣可造成使用者約9 mSv/y的輻射劑量，數倍於全球的國民平均劑量3.1 mSv/y，於國內亦陸續發現類似之商品。有鑑於此，為確保國人的輻射安全，建立準確且快速的評估方法或量測技術極為重要。 二、因應研究發展及高端醫療需求，國內已設置眾多放射性物質生產設施與高強度輻射設施，因其在運轉過程中會造成設施屏蔽及設備本身不同程度的活化，目前已有醫院規劃提出永久停用申請，故未來永久停用或拆遷變更場址時，如何落實除役審查、幫助業者將設置場所再利用，將是本會未來必須面對的課題。 三、自輻射屋事件發生之後，原能會已建立源頭管理機制，要求具熔煉爐之鋼鐵業者設立門框偵檢器，以防範誤熔事件產生；惟每年仍有數十件輻射異常物通報事件，所幸大多為天然放射性物質，僅有少數為人工射源，因進行檢測鋼筋、回收物輻射相關工作人員，其接受輻射劑量與健康風險於各不同情境差異大，如何應用程式進行劑量評估，並規劃最適化作業流程，以降低從業人員輻射曝露風險，是相當重要的議題。 四、綜上，本計畫主要係針對新興的輻安管制議題進行研究，輔以醫療曝露品質保證及非醫用輻射源劑量約束研究，致力於簡併原有冗雜之品保作業程序、研擬計畫曝露劑量約束限值，並順應國際管制趨勢，導入ICRP 103號報告精神，研修我國輻射防護相關法規及程序書，以強化管制效能，確保民眾及環境輻射安全，增進民眾對輻射安全管制之信心，進而推廣我國原子能科技之應用與發展。					
計畫摘要	本計畫係以新興之輻安管制議題為主軸，如氬氣之量測技術與含天然放射性物質相關商品之市場調查及後續管理機制、放射性物質生產設施與高強度輻射設施之除污及除役審查技術、鋼鐵輻射異常物回收與熔煉作業人員之劑量及風險評估模式等進行研究，並順應國際管制趨勢，研修我國輻射防護相關法規及程序書，以強化管制效能，確保民眾及環境輻射安全。					

計畫目標與預期 關鍵成果之達成 情形	原設定	建立天然放射性物質安全管理制 度	1. 建立含天然放射性物質商品之 氬氣量測技術與標準作業程序 2. 建立天然輻射異常物造成從業 人員之輻射劑量與風險評估模式
		強化輻射源安全管制	1. 輔導醫療院所使用新版品保程 序書，設備抽樣台數總實施率達 100% 2. 非醫用輻射源檢查合格率(含改 善合格)達95% 3. 建立生產設施特性調查與放射 活化盤存量分析評估模式
		接軌國際輻防管制趨勢	1. 擬訂游離輻射防護法修正草案 2. 提出劑量約束值評估及審查建 議書
	達成情 形請依 原設定 進行達 成情形 之說明	建立天然放射性物質安全管理制 度	1. 完成氬氣量測作業程序書之建 立，作為含天然放射性物質商品 之輻射量測與劑量評估之依據。 2. 完成天然輻射異常物造成從業 人員之輻射劑量與風險評估模式 ，並提出天然輻射異常物偵檢與 處理程序書(草案)，作為精進輻 防管制之參考。
		強化輻射源安全管制	1. 本年度輔導醫療院所使用新版 品保程序書，設備抽樣台數總實 施率達100%（完成目標100台設備 抽查） 2. 110年總檢查件數：412，合格 數：403，待改善件數9件全數完 成，改善完成率100% 3. 利用蒙地卡羅法進行中子通率 分布計算與接續的放射活化分析 ，並進行實際量測驗證，建立生 產設施特性調查與放射活化盤存 量分析評估模式
		接軌國際輻防管制趨勢	1. 依據ICRP 103號報告，提出共 8章節，57條之游離輻射防護法修 正草案 2. 提出非醫用輻射源或輻射作業 之劑量約束值評估及審查建議書

計畫效益與重大突破	【含天然放射性物質商品之調查及管理研究】 瞭解含天然放射性物質之商品風險，並協助主管機關建立劑量評估模式及管理機制，以減少市場衝擊，降低民眾不必要之輻射曝露風險。 【放射性物質生產設施與高強度輻射設施之除污及除役規劃暨安全審查技術研究】 本研究綜合分析諸經驗國以及 IAEA、ICRP、NCRP 等組織對除役之法規管制技術建議與處理實例，並廣邀國內 12 間設施管理者集思廣益，提出合乎現行法規且實務可行之導則建議：「設施廢棄清理計畫導則」和「設施廢棄清理計畫審查導則」。 【鋼鐵回收與熔煉作業人員之輻射意外曝露劑量及風險評估研究】 建立天然輻射異常物造成從業人員之輻射劑量與風險評估模式，並完成接觸情節之程式模擬計算與實測劑量驗證，進行各種情境下接觸不同強度天然輻射異常物從業人員之輻射劑量與風險評估。 【放射診療設備之醫療曝露品質保證管制作業及項目精進研究】 本研究透過訪查結果的數據分析及彙整國際間放射診斷設備之相關品保法規、品保項目及其容許值、品保作業程序書等資料，探討關於醫療曝露品質保證作業之執行項目、實施頻次和容許值之規範或技術建議，進行國內外相關文獻之差異比較，提出三份品保程序書精進建議。 【計畫曝露輻射安全與劑量約束評估研究】 參考各國劑量約束之實務作法，結合國內現場訪查數據，評估所訪查之不同類別非醫用輻射源或輻射作業之劑量約束建議值，提出劑量約束值評估及審查建議書，有助於輻防管制效能之提升。 【游離輻射防護法規體系精進研究】 整合國內專家意見，辦理輻防與法學專家會議各兩場，討論輻防法修正方向，包含輻射源、輻射作業與輻射防護之定義、計畫性曝露與既存性曝露的界定、計畫性商品與既存性商品等議題，最終產出游離輻射防護法修正建議書。透過本計畫多方面的研析及與各專業團體、業者之持續溝通，冀可降低修法對社會、經濟、及整體游離輻作業產生的衝擊。
遭遇困難與因應對策	【放射性物質生產設施與高強度輻射設施之除污及除役規劃暨安全審查技術研究】 本年度受 COVID-19 疫情持續影響，導致混凝土鑽心取樣的相關工作施作困難，因此本研究採用 3 種偵檢器：高靈敏度中子比例計數器、中子活化金屬箔片以及含 Li-6 的熱發光(TLD)人員劑量計，進行運轉中照射室內的中子度量為替代方案，分別於一無自屏蔽設施(甲設施)與一有自屏蔽設施(乙設施)進行中子量測實驗。正確估計照射室內不同能群的累積中子通量對於設施放射活化估計非常關鍵，係因活化的生成均是由產製核種過程中所生成的二次中子貢獻，因此針對二次中子進行定性與定量不失為一有效的間接量測方式。 【放射診療設備之醫療曝露品質保證管制作業及項目精進研究】 本年度受 COVID-19 疫情持續影響，致本計畫醫療曝露品保作業醫院實地訪查工作之原訂進度規劃延宕，至 7 月中疫情稍顯趨緩，始陸續啟動是項工作。本計畫採取充實品保專業團隊之人力與品質以為因應，於訪查前之防疫期間，持續進行訪視委員之品質內控簽核作業，透過實作錄影與內層簽核，以確保實地出訪之作業程序品質一致，使於 7 至 10 月期間順利達成本年度之訪視目標。

後續精進措施	1. 積極規劃及推動氬氣量測實驗室通過 TAF 認證，並同步建立相關分析、檢測技術規範與辦理國內相關實驗室之能力試驗。 2. 人工輻射異常物誤熔情境模擬評估、研擬接觸輻射異常物從業人員注意事項建議、提出國內鋼鐵業者發現輻射異常物之標準作業流程草案建議及辦理國內鋼鐵業者座談宣導會。 3. 本研究已提出三份品保程序書精進建議，包括電腦斷層掃描儀輻射醫療曝露品質保證程序之精進建議、數位式乳房 X 光攝影儀輻射醫療曝露品質保證程序書之精進建議、心導管與血管攝影 X 光機品質保證程序書之建議，我國輻射醫療曝露品質保證標準未來於修(納)法上將納入參考。 4. 擴大對非密封放射性物質及高強度輻射設施進行抽樣現場輻射安全訪查，逐步建立並完善對不同類型、用途輻射源應用之輻防規範，持續提出劑量約束值建議，提升輻防管制效能、確保相關人員輻射安全。 5. 研析既存曝露之管理策略。			
計畫連絡人	姓名	吳思穎	職稱	技正
	服務機關	行政院原子能委員會輻射防護處		
	電話	02-22322189	電子郵件	szwu@aec.gov.tw

壹、目標與架構

一、總目標及其達成情形

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

本計畫目的係建立新興輻射安全相關管制技術，精進管制法規，以新興之輻安管制議題為主軸，如氦氣之量測技術與含天然放射性物質相關商品之市場調查及後續管理機制、放射性物質生產設施與高強度輻射設施之除污及除役審查技術、鋼鐵輻射異常物回收與熔煉作業人員之劑量及風險評估模式等進行研究，並順應國際管制趨勢，研修我國輻射防護相關法規及程序書，辦理新興輻射安全管制技術與法規精進相關之6項研究計畫，以提升游離輻射安全管制技術水準，強化管制效能，確保民眾及環境輻射安全，為109至112年度4年期計畫。

2. 分年目標與達成情形：請填寫為達成上述計畫總目標，各年度計畫分年目標及其達成情形。

年度	分年目標	達成情形
109年度	1. 氦氣濃度標準校正或測試系統硬體建置；引進氦氣參考物質與量測標準 2. 含天然放射性物質商品管理之國際文獻蒐集；進行天然放射性物質商品的快速初篩用儀器性能評估研究及執行含天然放射性物質商品之後市場調查。 3. 國內放射性物質生產設施迴旋加速器設施建造特性與運轉歷史綜合調查。 4. 依國內特性調查，建立蒙地卡羅數值模擬分析，評估放射活化盤存量與污染潛勢。 5. 模擬評估國內鋼鐵從業人員於不同接觸情境之輻射劑量與風險。 6. 進行乳房攝影X光機、電腦斷層掃描儀及透視X光機等設備的醫療曝露品質保證作業實地檢(訪)查。 7. 彙整國際間放射診斷設備之相關品保法規、品保項目及其容許值、品保作業程序書等。檢討現行品保作業執行程序及檢查結果，提出精進品保項目具體建議，並研擬可供我國臨床品保作業參考使用之新版品保作業程序書。 8. 執行輻射源抽樣訪查，並分析國際間可發生游離輻射設備輻射作業正當性及劑量約束之實際作法；研擬適用我國輻防管制之具體方式。 9. 研提我國游離輻射防護法修法建議方向	1. 完成氦氣濃度標準校正硬體系統建置，並引進鐳-226射源做為後續氦氣校正參考物質 2. 完成IAEA(BSS、GSR Part3)、ICRP (ICRP 82及103號報告)、日本與韓國等相關文獻蒐集；完成「含天然放射性物質商品之快速篩檢用儀器性能評估研究」、「氦氣偵檢器校正系統建置研究」與「含天然放射性物質商品之後市場調查(108年-109年)」報告 3. 收集27 篇論文與12篇報告，包括10~30MeV加速能量設施，有無自屏蔽設計二種；對諸經驗國就類似設施除役之文獻資料亦收集近10篇，包括日本、澳洲及歐盟國家，以其處理經驗、導則或法規要求等面向進行探討。並就國內迴旋加速器放射性物質生產設施之建造與運轉歷史，依生產核種、靶體材料、靶窗材質、靶窗厚度、靶電流、照射時間與生產活度等資訊，蒐集建立基礎資料庫，。 4. 蒙地卡羅方法於加速器活化分析技術已建立包括6個項目：中子產率驗證、核種活化驗證、劑量評估驗證、中子產率/中子劑量與氦-18產率關聯性驗證、無自屏蔽迴旋加速器設施活化分析、有自屏蔽迴旋加速器設施活化分析。並建立二種迴旋加速器放射性物質生產設施(無自屏蔽加速器設施及有自屏蔽加速器設施)的參考模型。

年度	分年目標	達成情形
		5. 完成國內17家鋼鐵熔爐業者之鋼鐵業年度輻射偵檢作業檢查，並對109年鋼鐵業輻射異常物34起通報案件進行現場檢/訪查，並提出輻射異常物狀況調查報告。此外，亦完成國際相關輻射防護評估程式的蒐集與建置以及輻射防護評估程式的特性與比較，綜合考量所有因素之後，對於輻射異常物的體外劑量評估，建議採用RESRAD-RECYCLE的處置流程資訊與曝露情節計算參數假設，並以MicroShield作為計算引擎工具。 6. 已依據本會108年科技計畫建議修訂之品保作業程序書(下稱基礎品保程序書)，完成全國50部電腦斷層掃描儀、50部乳房X光攝影儀以及100部心導管與血管攝影X光機之輻射醫療曝露品質保證作業檢訪查，並建立品保實測數據資料庫。 7. 一方面參考國際文獻，對國內外放射診斷設備醫療曝露品保作業執行方法進行差異比較分析，另一方面對現有品保實測數據進行分析建立資料庫，綜整研究結果，就基礎品保程序書之品保項目及執行程序，已逐一驗證或檢討其妥適性，研擬臨床流暢可行之品保作業程序，製成數位教材共3份(電腦斷層掃描儀、乳房X光攝影儀、心導管與血管攝影X光機)，俾利未來輔導醫療院所參考使用，另就具體精進建議部分，已初步依據文獻比較結果研提可精進項目，嗣未來再佐以更多的數據驗證後以確立之。 8. 執行412件輻射源抽樣訪查，依據訪查輻射源種類，提出具體管制建議，並完成彙整國際劑量約束之實務作法，提出正當性審查導則及適用我國推動輻射源劑量約束之「輻射作業正當性審查導則與輻射源劑量約束推動策略(草案建議)」建議書 9. 舉辦2場專家會議(輻防專家領域)、提出輻防法修正方向。

年度	分年目標	達成情形
110年度	1. 建立氦氣量測儀器標準校正技術與比對驗證 2. 建立含天然放射性物質商品之氦氣量測技術與標準作業程 3. 放射性物質生產設施迴旋加速器設施放射活化情形之量測與驗證分析、除污及除役計畫撰寫導則建議、除役輻射安全審查技術導則建議。 4. 鋼鐵業各工作單元、場所之從業人員接觸不同強度天然輻射異常物進行情境模擬分析；天然輻射異常物誤熔情境模擬評估； 5. 依據109年建立之新版品保作業程序書，進行乳房攝影X光機、電腦斷層掃描儀及透視攝影X光機醫療曝露品質保證作業實地檢(訪)查。 6. 輔導醫療院所使用新版程序書，蒐集相關檢查數據並依據現場檢查結果及國際相關資訊，檢討新版品保作業程序書之可行性，並提出修訂我國品保法規之具體建議。 7. 分析國際間密封放射性物質輻射作業劑量約束之實際作法，研擬適用我國輻防管制之具體方式。 8. 就游離輻射防護法修法方向，研析政策影響評估及研提我國輻防法修正條文建議書。	1. 參考美國國家標準暨技術研究院(NIST)氦氣校正系統設計，建置用於氦氣濃度校正之脈衝式游離腔及其校正方法，並透過銥-241阿伐射源完成系統相關功能測試，並完成「氦氣量測儀器標準校正技術與比對驗證」研究報告1篇。 2. 參考美國環境保護署(EPA)及國際放射防護委員會(ICRP)相關文獻，擬訂氦氣量測作業程序書，作為執行政府機關抽驗或廠商送測含天然放射性物質商品之輻射量測與劑量評估之依據。 3. 採用3種可用的二次中子量測方法，並利用109年度建立的蒙地卡羅中子活化模擬分析技術，於二種設計模型(有無自屏蔽)的迴旋加速器設施，完成評估其運轉照射中的室內中子通率與其對於建物混凝土不同深度的放射活化潛勢，比較理論預測與測量結果，歸納評析國內加速器設施之活化影響情形，據以完成提出設施廢棄清理計畫導則建議和設施廢棄清理計畫審查導則建議。 4. 110年完成對42起鋼鐵業輻射異常物通報案件之現場檢/訪查，並提出輻射異常物狀況調查報告、並對國內17家鋼鐵熔爐業者進行鋼鐵業年度輻射偵檢作業檢查。此外，完成天然輻射異常物接觸情境及誤熔情境模擬分析，以及提出天然輻射異常物偵檢與處理程序書(草案)。 5. 二年共完成100台乳房攝影X光機、100台電腦斷層掃描儀及200台心導管和血管透視攝影X光機輻射醫療曝露品質保證作業訪查，據以檢討現行品保作業執行程序及分析檢查結果。訪查過程，完成輔導醫療院所使用新版品保作業程序書並分析現場檢查數據及相關品保資料，據以提出3份品保程序書精進建議，包括電腦斷層掃描儀輻射醫療曝露品質保證程序之精進建議、數位式乳房X光攝影儀輻射醫療曝露品質保證程序書之精進建議、心導管與血管攝影X光機品質保證程序書之建議。 6. 執行412件可發生游離輻射設備及密封放射性物質輻射源之抽樣訪查，依據訪查輻射源種類，提出具體管制建議，並完成國際間密封放射性物質輻射作業劑量約束之實際作法分析，提出劑量約束值評估及審查建議書(草案)。

年度	分年目標	達成情形
		7. 完成國際輻射防護規範之研析，舉辦2場專家會議(法界)、3場業界說明會，產出全程成果報告、政策影響評估(含性別影響評估)報告、及游離輻射防護法修正建議書。
111年度	1. 建立氬氣量測標準校正程序與品保文件，建立含天然放射性物質商品之體外劑量評估技術。 2. 研擬含天然放射性物質商品之管理建議。 3. 針對不同高強度設施類別，建立初步可行之活化分析技術，探討重要組件與設施周遭介質活化影響，並歸納比較設施等級。 4. 對鋼鐵業各工作單元、場所之從業人員接觸不同強度輻射異常物進行情境模擬分析;人工輻射異常物誤熔情境模擬評估。 5. 進行放射治療設備(醫用直線加速器、遙控後荷式近接治療儀、電腦刀、加馬刀、電腦斷層治療機)醫療曝露品質保證作業實地檢(訪)查。 6. 檢討多葉式準直儀品保法規施行後執行成效，研議放射治療影像導引系統品保作業方式。 7. 分析國際間非密封放射性物質輻射作業劑量約束之實際作法，擬適用我國輻防管制之具體方式。 8. 我國既存曝露管理規範之訂定建議研究	-
112年度	1. 參考ICRP報告，建立含天然放射性物質商品之體內劑量評估技術 2. 研擬天然放射性物質商品之處理方案 3. 針對高能電子加速器建立嚴謹活化分析方法，盤點國內高強度設施運轉情形，建立活化盤存量估計、量測方法建議、除役輻射安全評估規範。 4. 評估並提出國內鋼鐵從業人員之劑量合理抑低措施建議；提出最適化作業流程規劃建議。 5. 進行放射治療設備(醫用直線加速器、遙控後荷式近接治療儀、電腦刀、加馬刀、電腦斷層治療機)醫療曝露品質保證作業實地檢(訪)查。 6. 單次劑量大於4Gy的少分次放射治療劑量驗證研究。 7. 既存性曝露業者自主管理指引建議書。	-

說明：
無

二、架構

細部計畫		主持人	執行機關	細部計畫目標	本年度效益、影響、重大突破
名稱	預算數/ (決算數) (千元)				
含天然放射性物質商品之調查及管理研究	1920/(1877)	黃珏吉	行政院原子能委員會核能研究所	1. 氦氣量測儀器標準校正技術與比對驗證。 2. 建立含天然放射性物質商品之氦氣量測技術與標準作業程序。 3. 研析天然放射性物質之輻射劑量影響相關評估之關鍵參數。	配合原能會及經濟部標檢局完成19件含天然放射性物質商品輻射檢測，以確保使用含天然放射性物質商品之輻射安全；完成「氦氣量測標準作業程序書」與「氦氣量測儀器標準校正技術與比對驗證」研究報告，可供實驗室執行商品氦氣量測與後續校正系統建置之參考；另研擬3種輻射異常含天然放射性物質商品之曝露情節與相關處理方案，以供主管機關未來處理類似輻射異常之含天然放射性物質商品之參考。
放射性物質生產設施與高強度輻射設施之除污及除役規劃暨安全審查技術研究	2553/(2550)	許榮鈞	國立清華大學	1. 進行迴旋加速器放射性物質生產設施放射活化情形之量測技術可行性評估與建議研究。 2. 進行迴旋加速器放射性物質生產設施運轉中活化量測之驗證分析研究，歸納評析國內加速器設施之活化影響情形，並據以研析除污與除役策略方法。 3. 研提迴旋加速器放射性物質生產設施除污與除役計畫撰寫導則建議及輻射安全審查技術導則建議。	迴旋加速器放射性物質生產設施之除污與除役相關研究或技術，向來為國內所缺乏。透過本二年期研究計畫，研究團隊已完成迴旋加速器放射性物質生產設施運轉中活化量測與驗證分析研究，據以歸納評析國內加速器設施之中子活化影響情形，並提出生產設施廢棄清理計畫建議及其審查導則建議，對於我國未來研訂生產設施廢棄清理輻射安全審查與管制技術，是一重要參考基礎。
鋼鐵回收與熔煉作業人員之輻射意外曝露劑量及風險評估研究	2325/(2325)	許芳裕	國立清華大學	1. 對國內鋼鐵業者各項工作單元、場所之從業人員接觸不同強度天然輻射異常物情境模擬分析。 2. 天然輻射異常物誤熔情境模擬評估。 3. 探討各種情境下接觸不同強度天然輻射異常物從業人員之輻射劑量與風險評估。 4. 對國內鋼鐵業者狀況進行檢/訪查。	1. 完成42起鋼鐵業輻射異常物通報案件之現場檢/訪查，建立42起通報案件之不同平面輻射劑量分布曲線，並完成17家鋼鐵熔爐業者之鋼鐵業年度輻射偵檢作業檢查。 2. 建立天然輻射異常物造成從業人員之輻射劑量與風險評估模式，並完成接觸情節之程式模擬計算與實測劑量驗證，進行各種情境下接觸不同強度天然輻射異常物從業人員之輻射劑量與風險評估。 3. 提出天然輻射異常物偵檢與處理程序書(草案)一份。

細部計畫		主持人	執行機關	細部計畫目標	本年度效益、影響、重大突破
名稱	預算數/ (決算數) (千元)				
放射診療設備之醫療曝 露品質保證管制作業及 項目精進研究	3250/(3250)	杜俊元	選單中未列名之 學會/協會，請 選擇此項。	1. 執行乳房攝影X光機、電腦斷層掃描儀、透視攝影X光機及放射治療設備輻射醫療曝露品質保證作業檢(訪)查，檢討現行品保作業執执行程序及檢查結果。 2. 建立新版品保作業程序書，輔導使用新版程序書並分析相關品保資料，提出精進現行品保法規具體建議。 3. 強化臨床使用單位提升醫療曝露品保作業學習效能，依據不同放射治療設備，製作示範教學影片，強化品保專業知能。	本年度持續透過實地訪查結果的數據分析及彙整國際間放射診斷設備相關參考規範(包括品保法規、品保項目及其容許值、品保作業程序等方面)，就醫療曝露品質保證作業之執行項目、實施頻次和容許值之規範或技術建議，進行國內外相關文獻之差異比較探討，並依設備類別(包括電腦斷層掃描儀、乳房X光攝影儀、心導管與血管攝影X光機)據以提出品保程序書之精進建議。
計畫曝露輻射安全與劑 量約束評估研究	3564/(3500)	許芳裕	國立清華大學	1. 執行放射性物質或可發生游離輻射設備輻射安全訪查。 2. 依國際間輻射作業劑量約束實務作法並結合訪查數據，評估各類別輻射源或輻射作業之劑量約束建議值，提出劑量約束值評估及審查建議書。 3. 依據歷年訪查統計分析、風險及劑量評估結果，檢視我國輻防相關法令規定，提出非醫用輻射源計畫曝露之輻射安全防護建議及管制策略。	1. 完成超過400件輻射源現場輻射安全與劑量調查，並依據不同類型、用途輻射源調查結果之統計分析及考量可能之風險，提出輻防管制及風險控管之具體建議； 2. 參考各國劑量約束之實務作法，結合國內現場訪查數據，評估所訪查之不同類別非醫用輻射源或輻射作業之劑量約束建議值，提出劑量約束值評估及審查建議書，有助於輻防管制效能之提升。

細部計畫		主持人	執行機關	細部計畫目標	本年度效益、影響、重大突破
名稱	預算數/ (決算數) (千元)				
游離輻射防護法規體系精進研究	1975/(1627)	董傳中	長庚大學	1. 研提游離輻射防護法修正建議書。 2. 辦理業者宣導會議。 3. 執行法規政策影響評估。	為因應ICRP-103與IAEA-GSR3之最新輻防規範，著手研議修正游離輻射防護法，使之與先進國家之輻防法規同步，研究內容包括：(1)改採「計畫性曝露」、「緊急性曝露」、「既存性曝露」之輻防系統，(2)新增「既存性曝露」之管制，(3)強化「依源管制」之「劑量約束」與「劑量指引」，(4)研訂醫療曝露「品質保證」與「最適化」之劑量標準。本計畫已完成上述國際輻射防護規範之研析，辦理2場專家座談會，將其主要意見及寶貴建議納入修法建議考量，並舉辦3場業界說明會，收集意見並納入政策影響評估，考量我國可行性、專家及業界意見後，研提草擬「游離輻射防護法修正草案之建議」。

三、細部計畫與執行摘要

細部計畫	含天然放射性物質商品之調查及管理研究	計畫性質	1. 基礎研究
主持人	黃珏吉	執行機關	行政院原子能委員會核能研究所
細部計畫目標	1. 氬氣量測儀器標準校正技術與比對驗證。 2. 建立含天然放射性物質商品之氬氣量測技術與標準作業程序。 3. 研析天然放射性物質之輻射劑量影響相關評估之關鍵參數。		
計畫投入 (Inputs)			
預算數 (千元)／決算數 (千元)／執行率	1920／1877／97.76%	總人力 (人年) 實際	1.5
其他資源投入	0		
主要工作項目	本年度重要成果	主要成果使用者/服務對象/合作對象	
氬氣量測儀器標準校正技術與比對驗證，建立含天然放射性物質商品之氬氣量測技術與標準作業程序	1. 參考美國環境保護署(EPA)及國際放射防護委員會(ICRP)相關文獻，並依據國內天然放射性物質管理辦法及原能會核定17種含天然放射性物質輻射量測與劑量評估模式，擬訂氬氣量測作業程序書，作為執行政府機關抽驗或廠商送測含天然放射性物質商品之輻射量測與劑量評估之依據。 2. 參考美國國家標準暨技術研究院(NIST)氬氣校正系統設計，建置用於氬氣濃度校正之脈衝式游離腔及其校正方法，並透過銻-241阿伐射源完成系統相關功能測試，並完成「氬氣量測儀器標準校正技術與比對驗證)」研究報告1篇。 3. 110年共協助完成19件含天然放射性物質商品之輻射檢測與劑量評估，檢測結果可供後續含天然放射性物質商品後市場調查規劃之參考。 4. 為妥善處理輻射異常之含天然放射性物質商品，以避免人員在執行該類商品之貯存、拆解或銷毀作業時接受輻射劑量之影響，研擬3種曝露情節(含情節假設、參數設定及評估方法等)與相關處理方案，以供主管機關未來處理類似輻射異常之含天然放射性物質商品之參考。	主管機關、一般民眾。	
主要績效指標KPI達成情形			
原規劃	(1)研究團隊2個(計畫全程) (2)研究報告2篇 (3)技術報告1篇	達成情形	(1)研究團隊2個(計畫全程) (2)研究報告1篇 (3)技術報告2篇
補充說明			
本年度效益、影響、重大突破			

配合原能會及經濟部標檢局完成19件含天然放射性物質商品輻射檢測，以確保使用含天然放射性物質商品之輻射安全；完成「氦氣量測標準作業程序書」與「氦氣量測儀器標準校正技術與比對驗證」研究報告，可供實驗室執行商品氦氣量測與後續校正系統建置之參考；另研擬3種輻射異常含天然放射性物質商品之曝露情節與相關處理方案，以供主管機關未來處理類似輻射異常之含天然放射性物質商品之參考。

遭遇困難與因應對策

無

細部計畫	放射性物質生產設施與高強度輻射設施之除污及除役規劃暨安全審查技術研究	計畫性質	1. 基礎研究
主持人	許榮鈞	執行機關	國立清華大學
細部計畫目標	1. 進行迴旋加速器放射性物質生產設施放射活化情形之量測技術可行性評估與建議研究。 2. 進行迴旋加速器放射性物質生產設施運轉中活化量測之驗證分析研究，歸納評析國內加速器設施之活化影響情形，並據以研析除污與除役策略方法。 3. 研提迴旋加速器放射性物質生產設施除污與除役計畫撰寫導則建議及輻射安全審查技術導則建議。		
計畫投入（Inputs）			
預算數（千元）／決算數（千元）／執行率	2553／2550／99.88%	總人力（人年）實際	6.0
其他資源投入			
主要工作項目	本年度重要成果		主要成果使用者/服務對象/合作對象

研提迴旋加速器放射性物質生產設施除污與除役計畫撰寫導則建議及輻射安全審查技術導則建議	1. 有關建物混凝土的活化量測，因相關設施目前皆處於例行運轉狀態，考量混凝土直接鑽心取樣以測定活化核種可能影響設施正常運行，因此本研究採取3種可用的二次中子量測方法，使用3種偵檢器：高靈敏度中子比例計數器、中子活化金屬箔片以及含Li-6的熱發光(TLD)人員劑量計，進行運轉中照射室內的中子度量為替代方案，分別於一無自屏蔽設施與一有自屏蔽設施進行中子量測實驗，以利正確估計照射室內不同能群的累積中子通量，此對於設施放射活化估計非常關鍵。 2. 除採用上述3種方式進行運轉中照射室內的中子度量，以間接估計生成的二次中子貢獻外，亦提出中子活化與加馬能譜HPGe直接測量分析方法，建立HPGe偵檢器之能量校正關係式($E(\text{keV}) = -0.14267 + 0.26184 \times \text{Channel}$)以及效率校正關係式($\epsilon_{\text{abs}} = -0.0131 + 0.0174 \times e^{(-E(\text{keV})/8445.26)} + e^{(-E(\text{keV})/188.65)}$)，用以定性核種與定量活度；未來待設施停止運轉，混凝土鑽心取樣再也不是問題時，採集之樣本即可透過中子活化與加馬能譜HPGe方法進行測量以直接定量核種。 3. 1. 考量國內加速器的運轉參數與國外設施的可能差異，本研究參考109年度各個設施的運轉調查結果作為模擬計算與實驗分析參數，據以評估此3種不同的二次中子量測方式在有自屏蔽設施中及無自屏蔽設施中的二次中子特性、儀器適用性及預期實驗結果，確立混凝土活化與空間中二次中子的關聯性。 4. 2. 實驗結果發現在運轉時間、靶電流、自屏蔽材料組成等重要參數有限的前提之下，無自屏蔽設施中的中低能量中子被高估約2-5倍，快中子則被低估約0.5倍；在有自屏蔽設施中，自屏蔽內側的中低能量中子被高估約1-3倍，快中子則被低估約0.3-0.5倍；自屏蔽外側的中低能量中子及快中子則大致被高估約3倍。考量實際加速器組件與周遭環境細節的掌握程度受限，本研究認為目前實驗與模擬結果尚屬合理範圍。 5. 提出「設施廢棄清理計畫導則」「設施廢棄清理計畫審查導則」建議。	主管機關、設施經營者
主要績效指標KPI達成情形		
原規劃	(1)論文1篇 (2)研究團隊1個(計畫全程) (3)培育碩博士生2人 (4)研究報告1篇 (5)研討會1場 (6)訓練課程1場 (7)導則草案2份	達成情形 1. 論文4篇(國際期刊投稿1篇；國內期刊論文發表1篇；國內會議口頭發表2篇) 2. 研究團隊1個 3. 培育碩博士生3人 4. 研究報告1篇 5. 訓練課程1場 6. 研討會1場 7. 導則2份
補充說明		

本年度效益、影響、重大突破

迴旋加速器放射性物質生產設施之除污與除役相關研究或技術，向來為國內所缺乏。透過本二年期研究計畫，研究團隊已完成迴旋加速器放射性物質生產設施運轉中活化量測與驗證分析研究，據以歸納評析國內加速器設施之中子活化影響情形，並提出生產設施廢棄清理計畫導則建議及其審查導則建議，對於我國未來研訂生產設施廢棄清理輻射安全審查與管制技術，是一重要參考基礎。

遭遇困難與因應對策

本年度受COVID-19疫情持續影響，導致混凝土鑽心取樣的相關工作施作困難，因此本研究採用3種偵檢器：高靈敏度中子比例計數器、中子活化金屬箔片以及含Li-6的熱發光(TLD)人員劑量計，進行運轉中照射室內的中子度量為替代方案，分別於一無自屏蔽設施(甲設施)與一有自屏蔽設施(乙設施)進行中子量測實驗。正確估計照射室內不同能群的累積中子通量對於設施放射活化估計非常關鍵，係因活化的生成均是由產製核種過程中所生成的二次中子貢獻，因此針對二次中子進行定性與定量不失為一有效的間接量測方式。

細部計畫	鋼鐵回收與熔煉作業人員之輻射意外曝露劑量及風險評估研究		計畫性質	1. 基礎研究
主持人	許芳裕		執行機關	國立清華大學
細部計畫目標	1. 對國內鋼鐵業者各項工作單元、場所之從業人員接觸不同強度天然輻射異常物情境模擬分析。 2. 天然輻射異常物誤熔情境模擬評估。 3. 探討各種情境下接觸不同強度天然輻射異常物從業人員之輻射劑量與風險評估。 4. 對國內鋼鐵業者狀況進行檢/訪查。			
計畫投入 (Inputs)				
預算數 (千元)／決算數 (千元)／執行率	2325／2325／100.00%		總人力 (人年) 實際	3.5
其他資源投入				
主要工作項目	本年度重要成果		主要成果使用者/服務對象/合作對象	
探討、評估接觸不同強度輻射異常物之從業人員輻射劑量與風險	1. 建立天然輻射異常物造成從業人員之輻射劑量與風險評估模式 2. 完成接觸情節程式模擬計算與實測劑量驗證 3. 進行各種情境下接觸不同強度天然輻射異常物從業人員之輻射劑量與風險評估		主管機關、鋼鐵業者、工作人員	
主要績效指標KPI達成情形				
原規劃	1)論文1篇 (2)研究團隊1個(計畫全程) (3)培育碩博士1人 (4)研究報告1篇 (5)程序書1份		達成情形	1. 論文1篇 2. 研究團隊1個 3. 培育碩士生2位 4. 程序書1份 5. 研究報告1篇
補充說明	無。			
本年度效益、影響、重大突破				
1. 完成42起鋼鐵業輻射異常物通報案件之現場檢/訪查，建立42起通報案件之不同平面輻射劑量分布曲線，並完成17家鋼鐵熔爐業者之鋼鐵業年度輻射偵檢作業檢查。 2. 建立天然輻射異常物造成從業人員之輻射劑量與風險評估模式，並完成接觸情節之程式模擬計算與實測劑量驗證，進行各種情境下接觸不同強度天然輻射異常物從業人員之輻射劑量與風險評估。 3. 提出天然輻射異常物偵檢與處理程序書(草案)一份。				
遭遇困難與因應對策				
無。				

細部計畫	放射診療設備之醫療曝露品質保證管制作業及項目精進研究	計畫性質	8. 科技政策規劃與管理
主持人	杜俊元	執行機關	選單中未列名之學會/協會，請選擇此項。
細部計畫目標	1. 執行乳房攝影X光機、電腦斷層掃描儀、透視攝影X光機及放射治療設備輻射醫療曝露品質保證作業檢(訪)查，檢討現行品保作業執执行程序及檢查結果。 2. 建立新版品保作業程序書，輔導使用新版程序書並分析相關品保資料，提出精進現行品保法規具體建議。 3. 強化臨床使用單位提升醫療曝露品保作業學習效能，依據不同放射治療設備，製作示範教學影片，強化品保專業知能。		
計畫投入 (Inputs)			
預算數 (千元)／決算數 (千元)／執行率	3250／3250／100.00%	總人力 (人年) 實際	10.0
其他資源投入			
主要工作項目	本年度重要成果	主要成果使用者/服務對象/合作對象	
提出品保作業程序書建議，輔導使用新版程序書並分析相關品保資料	1. 乳房攝影X光機、電腦斷層掃描儀以及心導管和血管透視攝影X光機之輻射醫療曝露品質保證作業訪查，本年度/二年期程之完成執行情形分別為：50/100台、50/100台以及100/200台。 2. 為使醫療曝露品質保證作業能正確執行，本年度針對已納法之設備所辦理的訓練，包含1場電腦斷層掃描儀醫療曝露品質保證實作訓練及1場乳房X光攝影儀醫療曝露品質保證實作訓練，均為每場八小時的實作訓練課程，針對尚未納法之設備，則辦理1場心導管與血管攝影X光機品質保證實作訓練，為四小時的實作訓練課程。透過教學課程，協助輔導醫院解決品保相關問題。 3. 透過訪查結果的數據分析及彙整國際間放射診斷設備之相關品保法規、品保項目及其容許值、品保作業程序書等資料，探討關於醫療曝露品質保證作業之執行項目、實施頻次和容許值之規範或技術建議，進行國內外相關文獻之差異比較，提出3份品保程序書精進建議，包括電腦斷層掃描儀輻射醫療曝露品質保證程序精進建議、數位式乳房X光攝影儀輻射醫療曝露品質保證程序書精進建議，以及心導管與血管攝影X光機品質保證程序書建議。	主管機關、醫療院所。	
主要績效指標KPI達成情形			
原規劃	(1)論文2篇 (2)研究團隊4個(計畫全程) (3)培育碩博士2人 (4)研究報告1篇 (5)訓練課程3場	達成情形	1. 論文2篇(國內期刊發表2篇) 2. 研究團隊4個 3. 培育碩博士2人 4. 研究報告1篇 5. 訓練課程3場 6. 品保程序建議3份

補充說明	無差異。
本年度效益、影響、重大突破	
本年度持續透過實地訪查結果的數據分析及彙整國際間放射診斷設備相關參考規範(包括品保法規、品保項目及其容許值、品保作業程序等方面)，就醫療曝露品質保證作業之執行項目、實施頻次和容許值之規範或技術建議，進行國內外相關文獻之差異比較探討，並依設備類別(包括電腦斷層掃描儀、乳房X光攝影儀、心導管與血管攝影X光機)據以提出品保程序書之精進建議。	
遭遇困難與因應對策	
本年度受COVID-19疫情持續影響，致本計畫醫療曝露品保作業醫院實地訪查工作之原訂進度規劃延宕，至7月中疫情稍顯趨緩，始陸續啟動是項工作。本計畫採取充實品保專業團隊之人力與品質以為因應，於訪查前之防疫期間，持續進行訪視委員之品質內控簽核作業，透過實作錄影與內層簽核，以確保實地出訪之作業程序品質一致，使於7至10月期間順利達成本年度之訪視目標。	

細部計畫	計畫曝露輻射安全與劑量約束評估研究	計畫性質	1. 基礎研究
主持人	許芳裕	執行機關	國立清華大學
細部計畫目標	1. 執行放射性物質或可發生游離輻射設備輻射安全訪查。 2. 依國際間輻射作業劑量約束實務作法並結合訪查數據，評估各類別輻射源或輻射作業之劑量約束建議值，提出劑量約束值評估及審查建議書。 3. 依據歷年訪查統計分析、風險及劑量評估結果，檢視我國輻防相關法令規定，提出非醫用輻射源計畫曝露之輻射安全防護建議及管制策略。		
計畫投入（Inputs）			
預算數（千元）／決算數（千元）／執行率	3564／3500／98.20%	總人力（人年）實際	6.5
其他資源投入			
主要工作項目	本年度重要成果	主要成果使用者/服務對象/合作對象	
依國際間輻射作業劑量約束實務作法並結合訪查數據，評估各類別輻射源或輻射作業之劑量約束建議值，提出劑量約束值評估及審查建議書	蒐集彙整國際間輻射作業劑量約束實務作法並結合訪查數據，已完成輻射作業之劑量約束建議值評估，並提出劑量約束值評估及審查建議書1份。	主管機關、設施經營者、輻射工作人員。	
主要績效指標KPI達成情形			
原規劃	1)論文1篇 （2)研究團隊1個(計畫全程) (3)培育碩博士1位 (4)研究報告1篇 (5)建議書1份	達成情形	1. 論文1篇 2. 研究團隊1個 3. 培育碩博士3位 4. 研究報告1篇 5. 建議書1份
補充說明	無差異。		
本年度效益、影響、重大突破			
1. 完成超過400件輻射源現場輻射安全與劑量調查，並依據不同類型、用途輻射源調查結果之統計分析及考量可能之風險，提出輻防管制及風險控管之具體建議； 2. 參考各國劑量約束之實務作法，結合國內現場訪查數據，評估所訪查之不同類別非醫用輻射源或輻射作業之劑量約束建議值，提出劑量約束值評估及審查建議書，有助於輻防管制效能之提升。			
遭遇困難與因應對策			
無。			

細部計畫	游離輻射防護法規體系精進研究		計畫性質	8. 科技政策規劃與管理
主持人	董傳中		執行機關	長庚大學
細部計畫目標	1. 研提游離輻射防護法修正建議書。 2. 辦理業者宣導會議。 3. 執行法規政策影響評估。			
計畫投入 (Inputs)				
預算數 (千元)／決算數 (千元)／執行率	1975／1627／82.38%		總人力 (人年) 實際	3.7
其他資源投入				
主要工作項目	本年度重要成果		主要成果使用者/服務對象/合作對象	
研提游離輻射防護法修正建議書	藉由研析國外文獻，收集各國引入ICRP-103和IAEA-GSR3報告情形，召開輻防、法學專家會議及業者說明會以收集意見與實務回饋，研提游離輻射防護法修正建議條文，主要重點包括(1)改採「計畫性曝露」、「緊急性曝露」、「既存性曝露」之輻防系統，(2)新增「既存性曝露」之管制，(3)強化「依源管制」之「劑量約束」與「劑量指引」，(4)研訂醫療曝露「品質保證」與「最適化」之劑量標準。		主管機關、設施經營者、輻射工作人員。	
主要績效指標KPI達成情形				
原規劃	(1)研究團隊1個(計畫全程) (2)業者宣導會議2場 (3)游離輻射防護法修正草案建議書1篇	達成情形	(1)研究團隊1個(計畫全程) (2)業者宣導會議3場 (3)游離輻射防護法修正草案建議書1篇	
補充說明	無差異			
本年度效益、影響、重大突破				
為因應ICRP-103與IAEA-GSR3之最新輻防規範，著手研議修正游離輻射防護法，使之與先進國家之輻防法規同步，研究內容包括：(1)改採「計畫性曝露」、「緊急性曝露」、「既存性曝露」之輻防系統，(2)新增「既存性曝露」之管制，(3)強化「依源管制」之「劑量約束」與「劑量指引」，(4)研訂醫療曝露「品質保證」與「最適化」之劑量標準。本計畫已完成上述國際輻射防護規範之研析，辦理2場專家座談會，將其主要意見及寶貴建議納入修法建議考量，並舉辦3場業界說明會，收集意見並納入政策影響評估，考量我國可行性、專家及業界意見後，研提草擬「游離輻射防護法修正草案之建議」。				
遭遇困難與因應對策				
受我國COVID-19疫情影響，考量辦理說明會係屬密閉空間之群聚活動行為，為符合CDC公告之第三級疫情警戒防疫措施，原規劃實體舉辦之業者說明會，改改以全國不分區線上視訊會議方式辦理。				

貳、經費執行情形

一 經資門經費表(E005)

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

單位：千元；%

	109年度	110年度					111年度 預算數	112年度 申請數
		預算數(a)	初編決算數			執行率(d/a)		
			實支數(b)	保留數(c)	合計(d=b+c)			
一、經常門小計	14803	15084	14664	0	14664	97.22%	12868	15655
(1)人事費	7167	7340	7340	0	7340	100.00%	7489	8102
(2)材料費	816	941	941	0	941	100.00%	822	921
(3)其他經常支出	6820	6803	6383	0	6383	93.83%	4557	6632
二、資本門小計	1190	503	465	0	465	92.45%	219	375
(1)土地建築	0	0	0	0	0	%	0	0
(2)儀器設備	1190	503	465	0	465	92.45%	0	0
(3)其他資本支出	0	0	0	0	0	%	219	375
總計	15993	15587	15129	0	15129	97.06%	13087	16030

		109年度 決算數	110年度 決算數（執行率）	111年度 預算數	112年度 申請數
綱要計畫總計	總計	15993	15129（97.06%）	13087	16030
含天然放射性物質商品之調查 及管理研究	小計	2424	1877（97.76%）	1961	2422
	經常支出	1450	1512（99.47%）	1961	2422
	資本支出	974	365（91.25%）	0	0
放射性物質生產設施與高強度 輻射設施之除污及除役規劃暨 安全審查技術研究	小計	2437	2550（99.88%）	2044	2422
	經常支出	2221	2450（100.00%）	2044	2422
	資本支出	216	100（97.09%）	0	0
鋼鐵回收與熔煉作業人員之輻 射意外曝露劑量及風險評估研 究	小計	2366	2325（100.00%）	1922	2335
	經常支出	2366	2325（100.00%）	1922	2335
	資本支出	0	0（%）	0	0
放射診療設備之醫療曝露品質 保證管制作業及項目精進研究	小計	3251	3250（100.00%）	2731	3200
	經常支出	3251	3250（100.00%）	2731	3200
	資本支出	0	0（%）	0	0
計畫曝露輻射安全與劑量約束 評估研究	小計	3540	3500（98.20%）	2999	3661
	經常支出	3540	3500（98.20%）	2999	3661
	資本支出	0	0（%）	0	0
游離輻射防護法規體系精進研 究	小計	1975	1627（82.38%）	1430	1990
	經常支出	1975	1627（82.38%）	1211	1615
	資本支出	0	0（%）	219	375

二 經費支用說明

執行率97%

三 經費實際支用與原規劃差異說明

目 錄

第二部分.....	
壹、成果之價值與貢獻度.....	2-1
貳、檢討與展望.....	2-6
參、其他補充資料.....	2-9

第二部分

註：第一部分及第二部分（不含佐證資料）合計頁數建議以不超過 200 頁為原則，相關有助審查之詳細資料宜以附件方式呈現。

壹、 成果之價值與貢獻度

一、學術成就(科技基礎研究)

1. 本年度共發表國際論文 1 篇，國內期刊或研討會論文 7 篇，完成 6 份研究報告，可增進相關訊息於學術界之互動與交流。
2. 鑒於國內尚無氬氣量測之標準程序，較不易確認量測及評估結果之準確度，亦會影響不同案件之數據比較性，因此本計畫參考美國環境保護署(EPA)及國際放射防護委員會(ICRP)相關文獻，依據國內天然放射性物質管理辦法及 17 種含天然放射性物質輻射量測與劑量評估模式，擬訂氬氣量測作業程序書，作為執行政府機關抽驗或廠商送測含天然放射性物質商品之輻射量測與劑量評估之依據。
3. 精進國內生產設施永久停止使用之活化評估及清理計畫相關撰寫及審查作業，綜合分析諸經驗國(例如：日本、澳洲、歐盟等)及國際知名機構(例如：IAEA、ICRP、NCRP 等)對永久停止使用之法規管制要求、技術措施與處理實例，並廣邀國內 12 間設施管理者集思廣益，配合現行游離輻射防護法規所規定相關事項，提出兼顧法規及實務可行之生產設施廢棄清理計畫導則建議及其審查導則建議，為我國未來研訂生產設施廢棄清理輻射安全審查與管制技術，提供重要參考基礎。另彙整年度成果與經驗，辦理迴旋加速器放射性物質生產設施除污及除役規劃暨安全審查技術研究研討會，邀請國內相關單位講員共同參與以加強產官學交流。
4. 蒐集研析相關國際新資訊，包括 ANSI N42.43-2016、IEC 62244 (2019) 等關於偵測輻射異常物門框偵檢器之偵檢技術要求等報告，彙整最適化作業流程規劃與合理抑低措施，提出天然輻射異常物偵檢與處理程序書(草案)，保障相關從業人員輻射安全並合理抑低劑量。
5. 透過醫療曝露品質保證作業現場訪查結果之基礎數據分析，並彙整參考

國際間放射診斷設備之相關品保法規、品保項目及其容許值、品保作業程序書等資料，綜合探討醫療曝露品質保證作業之執行項目、實施頻次和容許值之規範或技術建議，進行國內外管制規定之差異比較，完成提出 3 份品保程序書精進建議，包括電腦斷層掃描儀輻射醫療曝露品質保證程序精進建議、數位式乳房 X 光攝影儀輻射醫療曝露品質保證程序書精進建議，以及心導管與血管攝影 X 光機品質保證程序書建議，有助於未來輻射醫療曝露品質保證標準之增修參考。

6. 彙整參考國際各國劑量約束之實務作法，結合國內現場訪查數據，提出 14 項可發生游離輻射設備及 11 項放射性物質之劑量約束建議值，另提出劑量約束值評估及審查建議書。

二、技術創新(科技技術創新)

1. 建立氦氣量測設備之校正或測試系統相關技術與程序，成立天然放射性物質檢測分析暨安全評估實驗室，配合管制需求，參考國外氦氣原級標準量測系統之開發模式，完成可應用於標準氦氣射源活度標定以及氦氣量測儀器校正程序之氦氣標定與校正系統建置，並透過鈾-241 阿伐射源進行相關測試實驗，完成量測條件最適化與量測系統功能驗證，相關檢測資料將可作為系統後續執行氦氣量測與性能改善之參考依據。
2. 為進行生產混凝土的活化模擬及量測比對作業，考量混凝土直接鑽心取樣以測定活化核種可能影響設施正常運行，因此採取 3 種可用的二次中子量測方法，應用 3 種偵檢器：高靈敏度中子比例計數器、中子活化金屬箔片以及含 Li-6 的熱發光(TLD)人員劑量計，進行運轉中照射室內的中子度量為替代方案，分別於有無自屏蔽設施進行中子量測實驗，以正確估計照射室內不同能群的累積中子通量，此對設施放射活化估計非

常關鍵。

3. 除採用運轉中照射室內中子度量以間接估計生成的二次中子貢獻外，亦提出中子活化與加馬能譜 HPGe 直接測量分析方法，建立 HPGe 偵檢器之能量校正關係式及效率校正關係式，用以定性核種與定量活度；未來待設施停止運轉，混凝土鑽心取樣再也不是問題時，採集之樣本即可透過中子活化與加馬能譜 HPGe 方法進行測量以直接定量核種。

三、經濟效益(經濟產業促進)

1. 生產設施活化分析之技術與結果，可使設施經營者事先評估活化程度，為廢棄物處理之技術及成本預做考量，適量減少廢棄物產生量或處理成本，同時減輕國內低放射性廢料貯存場暫存壓力。
2. 科技日新月異，醫療產業蓬勃發展，醫療輻射使用率日益增加，民眾接受醫療輻射之比例亦大幅提升，本計畫有助於精進醫療曝露品質保證措施，確保受檢者在合理的輻射劑量下能得到適當的影像品質，大幅降低病人輻射風險與社會成本，並提升醫院輻射曝露品質自主管理能力，促進輻射醫療產業應用發展。
3. 透過鋼鐵異常物處理程序，使相關作業有所依循，除保障相關人員安全外，透過標準化之程序，可減少業者處理異常物之時間及經濟成本。

四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

1. 進行市售商品天然放射性物質測及抽驗，並研擬 3 種曝露情節(含情節假設、參數設定及評估方法等)與相關處理方案，以供主管機關未來處理類似輻射異常之含天然放射性物質商品之參考
2. 評估鋼鐵輻射異常物之相關人員輻射影響，並透過蒐集國際鋼鐵輻射異常物之偵檢與處理程序，及檢/訪查鋼鐵業者偵檢與處理鋼鐵輻射異

常物之現況，規劃相關評估模擬情境，以瞭解相關從業人員之輻射劑量與健康風險，有助於提升社會福祉與保護環境安全。

3. 本計畫透過全國抽樣實測訪查(含書面文件審查)，進行放射診斷設備之輻射醫療曝露品質保證訪查作業，110年共完成電腦斷層掃描儀100台，乳房X光攝影儀100台，心導管與血管攝影X光機200台，訪查結果有不符品保程序書規定或建議者，皆已因應要求完成改善，提升設備醫療曝露品質。
4. 對國內使用密封放射性物質以及可發生游離輻射設備之相關設施經營者進行輻射安全檢測訪查與風險分析，實際確認操作人員資格、安全裝置測試、登錄資料稽核、輻防措施實施狀況等，並現場進行安全測試，有效提高業者安全防護觀念，確保國內輻射作業場所與人員的輻射安全無虞。。

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)

1. 透過計畫的執行，與國立陽明交通大學、國立清華大學、臺灣醫用迴旋加速器學會、中華民國醫事放射師公會全國聯合會以及跨國合作，建立專業合作團隊，有助於國內基礎科學的學術交流，亦能建立國內外輻射安全防護相互支援的網絡。
2. 本計畫辦理之醫療曝露品保訓練課程與建立的數位作業程序，有助精進我國醫療院所相關專業人員品保專業素養，幫助醫療曝露品保人員了解國際最新品保相關資訊，學習放射診斷設備造影、掃描參數與輻射劑量之相關性，建立不同廠牌設備品保程序之整合能力，協助主管機關確保國內輻射防護管制與醫療曝露品保作業之品質。另培育眾多保健物理、

輻射防護及醫療曝露品保專業人員，提升相關醫事人員輻射安全知能及品保專業素養，建立其資料蒐集及統計分析的相關知識，與撰寫計畫報告及期刊論文的能力，並利用視訊與國際進行經驗分享。

3. 為建全我國游離輻射防護法架構，比較 ICRP-60、IAEA-SS115 與 ICRP-103、IAEA-GSR3 等報告，研擬我國修法內容，將各項曝露情境、既存性曝露管制、劑量約束、劑量指引等最新輻防趨勢納入法規。另舉辦專家會議、業界說明會，進行政策影響評估，降低修法對社會、經濟、及整體游離輻作業產生的衝擊。
4. 實地輔導輻射源使用業者、鋼鐵廠、醫療院所相關輻射防護措施或品保作業，提供正確之輻防知識，協助業者建立完善之自主管理程序，共同推動我國輻射安全制度。

貳、檢討與展望

本計畫各年度規劃如下表，各分項計畫之檢討與展望如下說明：

	計畫全程總目標(end point)			
全程總目標	新興輻防議題研析及法規精進，強化輻射安全管制， 導入高效率管制策略			
年度	第一年 109 年	第二年 110 年	第三年 111 年	第四年 112 年
年度目標	1. 天然放射性物質測與分析研究 2. 強化輻射安全管制 3. 接軌國際輻防管制趨勢	1. 天然放射性物質測技術研究 2. 強化輻射源安全管制 3. 接軌國際輻防管制趨勢	1. 建立及精進天然放射性物質評估技術 2. 強化輻射安全管制，維護民眾輻射安全 3. 完善我國輻射防護法規及管理體系	1 研擬新興天然放射性物質管制策略及技術 2 加強輻射源管制及輔導業者自主管理 3 精進我國游離輻射防護法規體系，建立相關規範及建議書
預期關鍵成果	1-1 建立氬氣濃度標準校正與測試系統 2-1 蒐集放射性物質生產設施歷史資訊及活化資料 2-2 進行不同行業別作業人員輻射風險評估 2-3 精進醫療	1-1 建立含天然放射性物質商品之氬氣量測技術與標準作業程序 1-2: 建立天然輻射異常物造成從業人員之輻射劑量與風險評估模式 2-1 輔導醫療	1-1 建立及精進含天然放射性物質之氬氣量測技術與校正程序 1-2 建立使用含天然放射性物質商品輻射劑量評估模式 2-1 建立高強度輻射設	1-1 建立含天然放射性物質商品之體內劑量評估技術。 1-2 研擬含天然放射性物質之輻射超標商品處理方案。 2-1 輻射源檢查合格率達 95% 以上(含改善

	曝露品保作業 3-1 進行國際最新輻射防護法歸研析 3-2 進行輻射作業正當化審查程序研究	院所使用新版品 保程序書，設備抽樣台數總實施率達100% 2-2 輻射源檢查合格率（含改善合格）達95% 2-3:建立生產設施特性調查與 放射活化盤存量分析評估模式 3-1:擬訂游離輻射防護法修正草案 3-2:提出劑量約束值評估及審查建議書	施放射活化盤存量分析評估模式 2-2 輻射源檢查合格率達95%以上（含改善合格） 3-1:提出放射治療設備多葉準直儀醫療曝露品質保證作業程序精進建議 3-2:提出既存曝露管理規範制訂建議書1份	合格) 2-2 提出國內鋼鐵業者發現輻射異常物之標準作業流程草案建議及輻射防護措施建議 3-1:擬訂適用我國可行之既存性曝露業者自主管理指引建議書。 3-2: 建立高強度運轉設施之輻射防護安全規範
--	---	--	---	---

- (1) 本年度已成功建立氬氣濃度量測技術能力，為持續維護相關技術品質，本計畫後續將積極規劃及推動氬氣量測實驗室通過 TAF 認證，並同步建立相關分析、檢測技術規範與辦理國內相關實驗室之能力試驗，提昇民眾、業者對含天然放射性物質商品檢測品質之信賴。
- (2) 目前已完成鋼鐵廠天然輻射異常物處理程序及情境模擬，未來將對人工輻射異常物誤熔情境模擬評估、研擬接觸輻射異常物從業人員注意事項建議、提出國內鋼鐵業者發現輻射異常物之標準作業流程草案建議及辦理國內鋼鐵業者座談宣導會，以精進及強化國內發現鋼鐵輻射異常物後之輻射管制效能。
- (3) 由於國內缺乏放射性物質生產設施永久停止、活化評估及清理相關實務經驗支持，故透過本計畫協助彙整國際實務管制經驗與參考文

獻，以及在量測分析驗證之科學基礎下提出設施廢棄清理計畫導則建議及其審查導則建議，作為研訂相關管制規定或措施指引。109-110 年已完成生產設施之相關模擬與模式建立，未來將接續進行高強度設施之相關研究，對於此 2 類設施永久停用所衍生之輻防議題，預先建立相關評估及審查技術。

- (4) 本計畫對電腦斷層掃描儀和乳房 X 光攝影儀之醫療曝露品保作業抽查訪視結果，後續將參考研究成果回饋，重新檢視現行輻射醫療曝露品質保證標準及其相關品保作業程序之合宜性，必要時將提出精進修訂。再就介入性(心導管與血管攝影)透視攝影 X 光機，考量其臨床使用率高、對操作人員之輻射安全影響性大，後續將參考本計畫研究成果之建議，推動納入輻射醫療曝露品質保證標準，以提升管制，保障相關人員之輻射安全。
- (5) 本年度已參考各國劑量約束之實務作法，結合國內現場訪查數據，評估所訪查之不同類別非醫用輻射源或輻射作業之劑量約束建議值，提出劑量約束值評估及審查建議書(草案)；後續將持續結合國內現場訪查數據，除可發生游離輻射設備及密封放射性物質外，亦擴大對非密封放射性物質及高強度輻射設施進行抽樣現場輻射安全訪查，逐步建立對不同類型、用途輻射源應用之輻防規範與劑量約束值建議，提升輻防管制效能、確保相關人員輻射安全。
- (6) 透過國際輻防規範及各國修法實務資料，對於游離輻射防護法修改內容及原則已大致擬定，且經盤點我國現有規範，其中有關既存曝露之管制尚待建立，因此未來本計畫於法規研析之規劃，將朝向建立既存曝露規範及業者自主管理指引等方向持續進行，並於同時辦理各界之溝通說明會議，廣納各界意見，以訂定適於我國之法規管制架構。

參、其他補充資料

一、 跨部會協調或與相關計畫之配合

本計畫非屬跨部會計畫，惟實際執行時，與各相關領域大專院校、研究單位及學協公會等，建立合作機制，有助於國內基礎科學的學術交流，亦能建立國內外輻射安全防護相互支援的網絡。

二、 大型科學儀器使用效益說明

無

三、 其他補充說明(分段上傳)

無

附表、佐證資料表

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

【A 論文表】

題 名	第一作者	發表年(西元年)	文獻類別	成果歸屬
門框輻射偵檢儀器之國際測試標準介紹	許芳裕	2021	A	鋼鐵回收與熔煉作業人員之輻射意外曝露劑量及風險評估研究
迴旋加速器放射性物質生產設施清理放射活化分析與量測技術的發展	房博文	2021	E	放射性物質生產設施與高強度輻射設施之除污及除役規劃暨安全審查技術研究
設施廢棄清理計畫導則撰寫導則與審查導則的建議與討論	陳皇龍	2021	E	放射性物質生產設施與高強度輻射設施之除污及除役規劃暨安全審查技術研究
CHARACTERISTICS OF CONCRETE ACTIVATION IN CYCLOTRON VAULTS FOR SELF-SHIELDED AND NON-SELF-SHIELDED FACILITIES IN TAIWAN	房博文	2021	C	放射性物質生產設施與高強度輻射設施之除污及除役規劃暨安全審查技術研究
迴旋加速器核醫藥物產製設施的二次中子與混凝土活化	房博文	2021	A	放射性物質生產設施與高強度輻射設施之除污及除役規劃暨安全審查技術研究
Comparison of Discriminant Analysis Between Visual Inspection and Contrast-Noise Ratio of Low Contrast Detectability Test in Computed Tomography Quality Assurance	黃姍姍	2021	A	放射診療設備之醫療曝露品質保證管制作業及項目精進研究

Cardiac Catheterization and Angiography X-ray Machine Medical Exposure Quality Assurance and Refinement Research Project	蔡銘松	2021	A	放射診療設備之醫療曝露品質保證管制作業及項目精進研究
非醫用 X 光機之應用介紹	許芳裕	2021	A	計畫曝露輻射安全與劑量約束評估研究

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

【AA 決策依據表】

名稱	內容	類別	是否被採納	成果歸屬

註：類別分成 A 新建或整合流程、B 重大統計訊息或政策建議報告；是否被採納分成 A 院級採納、B 部會署級採納、C 單位內採納、D 存參；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【B 合作團隊(計畫)養成表】

團隊(計畫)名稱	合作對象	合作模式	團隊(計畫)性質	成立時間(西元年)	成果歸屬
鋼鐵業從業人員輻射劑量與風險評估研究團隊	清大原科中心研究人員、中華民國輻射防護協會研究人員	B	A	2020	鋼鐵回收與熔煉作業人員之輻射意外曝露劑量及風險評估研究
國內放射性物質生產設施建造特性與運轉歷程調查團隊	國立清華大學、臺灣醫用迴旋加速器學會	B	A	2021	放射性物質生產設施與高強度輻射設施之除污及除役規劃暨安全審查技術研究
乳房 X 光攝影儀器保專業團隊	中華民國醫事放射師公會全國聯合會、新光醫院	B	A	2021	放射診療設備之醫療曝露品質保證管制作業及項目精進研究

電腦斷層掃描儀 品保專業團隊	中華民國醫事放射師 公會全國聯合會、台 北榮民總醫院	B	A	2021	放射診療設 備之醫療曝 露品質保證 管制作業及 項目精進研 究
心導管與血管攝 影 X 光機品保專 業團隊	中華民國醫事放射師 公會全國聯合會、新 光醫院	B	A	2021	放射診療設 備之醫療曝 露品質保證 管制作業及 項目精進研 究
品保跨國團隊	中華民國醫事放射師 公會全國聯合會、國 立陽明大學、 Napapong Pongnapang 副教授 (國際原子能總署家/ 國際放射師聯盟 (ISRRT)亞澳洲區副會 長/泰國醫事放射學會 (TSRT)學術暨國際事 務理事/泰國曼谷瑪希 敦醫學大學醫學技術 學院副教授)、王韋翔 教授(美國路易斯安那 州立大學輻射安全辦 公室暨能源研究中心 教授/美國保健物理學 會(HPS)學術教育委員 會委員(2018-2022 主 席))	C	A	2021	放射診療設 備之醫療曝 露品質保證 管制作業及 項目精進研 究
清大原科中心輻 射劑量與風險評 估研究團隊	清大原科中心研究人 員	A	A	2016	計畫曝露輻 射安全與劑 量約束評估 研究
游離輻射防護法 修正研析團隊	長庚大學 臺灣環境資源與能源 法學會	A	B	2020	游離輻射防 護法修正研 析研究

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

【C 培育及延攬人才表】

姓名	機構名稱	學歷	性質	成果歸屬
林俊廷	清華大學醫環系	B	C	鋼鐵回收與熔煉 作業人員之輻射

				意外曝露劑量及風險評估研究
林立雅	清華大學核工所	B	C	鋼鐵回收與熔煉作業人員之輻射意外曝露劑量及風險評估研究
房博文	國立清華大學	A	C	放射性物質生產設施與高強度輻射設施之除污及除役規劃暨安全審查技術研究
王冠文	國立清華大學	B	C	放射性物質生產設施與高強度輻射設施之除污及除役規劃暨安全審查技術研究
謝滢憶	國立清華大學	A	C	放射性物質生產設施與高強度輻射設施之除污及除役規劃暨安全審查技術研究
林冠亨	國立陽明交通大學	A	C	放射診療設備之醫療曝露品質保證管制作業及項目精進研究
翁浚虞	國立陽明交通大學	B	C	放射診療設備之醫療曝露品質保證管制作業及項目精進研究
李茜茹	清華大學醫環系	B	C	計畫曝露輻射安全與劑量約束評估研究
劉睿雯	清華大學醫環系	B	C	計畫曝露輻射安全與劑量約束評估研究
陳劭墉	清華大學醫環系	B	C	計畫曝露輻射安全與劑量約束評估研究

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

【D1 研究報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年(西元年)	是否被採納	成果歸屬
------	------	----------	-------	------

氬氣量測儀器標準校正技術與比對驗證研究報告	黃煥景、黃珥吉	2021	D	含天然放射性物質商品之調查及管理研究
放射性物質生產設施除污及除役規劃暨安全審查技術研究 110 年度期末報告	許榮鈞、高潘福、房博文、謝滢憶、王冠文、臺灣醫用迴旋加速器學會成員	2021	是	放射性物質生產設施與高強度輻射設施之除污及除役規劃暨安全審查技術研究
109 至 110 年度放射診斷設備之醫療曝露品質保證管制作業及項目精進研究 110 年度期末成果報告	杜俊元、楊邦宏、吳東信	2021	是	放射診療設備之醫療曝露品質保證管制作業及項目精進研究
110 年度計畫曝露輻射安全與劑量約束評估研究成果報告	許芳裕	2021	D	計畫曝露輻射安全與劑量約束評估研究
鋼鐵輻射異常物相關回收與熔煉作業人員之輻射劑量及風險評估研究成果報告	許芳裕	2021	D	鋼鐵輻射異常物相關回收與熔煉作業人員之輻射劑量及風險評估研究
游離輻射防護法修正研析成果報告	董傳中	2021	D	游離輻射防護法規體系精進研究

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

【D2 臨床試驗表】

新藥或新醫療器材之名稱	藥/醫材	申請試驗國家	臨床試驗狀態	成果歸屬

註：臨床試驗狀態分成 A 已申請並進行臨床試驗中、B 臨床試驗結果通過；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【E 學術活動表】

研討會名稱	性質	舉辦日期 (YYYYMMDD)	主/協辦單位	成果歸屬
臺灣醫用迴旋加速器學會年會暨第六屆第一次會員大會暨迴旋加速器放射性物質生產設施除污及除役規劃暨安全審查技術研究研討會	A	2021/10/30	主辦：行政院原子能委員會、臺灣醫用迴旋加速器學會 協辦：中山醫學大學	放射性物質生產設施與高強度輻射設施之除污及除役規劃暨安全審查技術研究
業者法規說明會	A	2021/9/1~9/3	行政院原子能委員會/長庚大學	游離輻射防護法規體系精進研究

註：性質分成 A 國內研討會、B 國際研討會、C 兩岸研討會；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【F 形成課程教材手冊軟體表】

名稱	性質	類別	發表年度 (西元年)	出版單位	是否為自由軟體	成果歸屬

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

【G 智慧財產資料表】

智財名稱	智財類別	授予國家	有效日期 (YYYYMM)	成果歸屬

註：智財類別分成 A 發明專利、B 新型/設計專利、C 商標、D 專書著作、E 品種；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【H 技術報告檢驗方法表】

技術或檢驗方法名稱	性質	作者姓名	出版年(西元年)	出版單位	成果歸屬
含天然放射性物質商品之後市場調查(109 年-110 年)	A	盧苡欣	2021	行政院原子能委員會核能研究所	含天然放射性物質商品之調查及管理研究
氬氣量測標準作業程序書	A	林洺秀、 盧苡欣	2021	行政院原子能委員會核能研究所	含天然放射性物質商品之調查及管理研究

註：性質分成 A 技術報告、B 檢驗方法；成果歸屬請填細部計畫名稱。

[I1 辦理技術活動表]

技術活動名稱	活動性質	活動屬性	舉辦日期 (YYYYMMDD)	參與人數	成果歸屬

註：性質分成 A 技術研討會、B 競賽活動、C 技術說明會或推廣活動、D 其他；屬性分成 A 國內技術活動、B 國際技術活動；成果歸屬請填細部計畫名稱。

[I2 參加技術活動表]

成果名稱	技術活動名稱	活動性質	活動屬性	活動日期 (YYYYMMDD)	主辦單位	是否獲獎 (Y/N)	成果歸屬

註：性質分成 A 技術研討會、B 競賽活動、C 技術說明會或推廣活動、D 其他；屬性分成 A 國內技術活動、B 國際技術活動；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【J1 技術移轉及智財授權表】

技術或智財名稱	類別	授權單位	被授權廠商或機構	授權金(千元)	成果歸屬

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

【J2 技術輸入表】

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

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

【K 規範標準及政策法規草案制訂表】

名稱	類別	制定及參採情形	應用範圍	成果歸屬
天然輻射異常物偵檢與處理程序書(草案)	A	A	B	鋼鐵回收與熔煉作業人員之輻射意外曝露劑量及風險評估研究
劑量約束值評估及審查	A	A	B	計畫曝露輻射安全與劑量約束評估研究

建議書(草案建議)				
放射性物質生產設施廢棄清理計畫導之撰寫導則與審查導則建議	A	A	B	放射性物質生產設施與高強度輻射設施之除污及除役規劃暨安全審查技術研究
游離輻射防護法修正建議書	C	A	B	游離輻射防護法規體系精進研究

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

【L 促成投資表】

廠商名稱	投資類別	投資金額(千元)	產品名稱	成果歸屬

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

【M 創新產業或模式建立表】

名稱	性質	產值提升(千元)	產品名稱	成果歸屬

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

【N 協助提升我國產業全球地位表】

產品/技術/服務名稱	公司名稱	產值(千元)	世界排名	成果歸屬

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

【O 共通檢測技術服務及輔導表】

服務名稱	服務對象	服務性質	服務收入(千元)	成果歸屬

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

【P 創業育成表】

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

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

【Q 資訊服務表】

網站或服務名稱	服務對象	服務人次/年	服務收入(千元)	成果歸屬

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

【R 增加就業表】

廠商名稱	廠商統一編號	增加員工人數	增加之年度	成果歸屬

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

【S1 技術服務表】

技術服務名稱	服務對象類別	服務對象名稱	服務收入(千元)	成果歸屬

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

【S2 科研設施建置及服務表】

科研設施名稱	服務件數	服務人次	服務收入(千元)	成果歸屬

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

【T 促成產學合作表】

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

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

【U 智財資金融通表】

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

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

【V 能源利用表】

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

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

【W 提升公共服務表】

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

--	--	--	--	--

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

【X 提高收入表】

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

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

【Y 資訊平台資料庫表】

資訊平台/資料庫名稱	內容描述	類別	資料筆數	成果歸屬

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

【Z 調查成果表】

調查項目名稱	調查面積	圖幅數	調查點筆數	成果歸屬

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。