

113 年度政府科技發展計畫

績效報告

(D006)

計畫名稱：接軌國際輻防技術規範與精進量測技術
能力(4/4)

執行期間：

全程：自 110 年 1 月 1 日 至 113 年 12 月 31 日止

本期：自 113 年 4 月 1 日 至 113 年 12 月 31 日止

主管機關：核能安全委員會

執行機關：國家原子能科技研究院 輻射防護研究所
國家原子能科技研究院 同位素所

113 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	計畫實際執行項目與多項目目標達成符合原計畫目標與預期關鍵成果，針對預計完成 2 場次(實際舉辦 3 場)眼球水晶體劑量教育訓練宣導會，建立完整胎兒劑量評估方法，以及完成 TAF 新認證實驗室及依預期規劃完成 3 例正常國人背景值染色體雙中節分析等項目，皆符合原計畫目標。	感謝委員肯定。
2	於量化指標方面，原設定目標為產出國際期刊及國際研討會論文 2 篇、研究報告 4 篇、辦理學術活動 1 場、並完成技術規範 1 份。年度績效報告顯示，本年度實際產出 2 篇論文、6 篇研究報告、辦理 3 場學術活動並完成技術規範 1 份，研究績效皆超過原指標，執行成效良好。	感謝委員肯定。
3	於質化指標方面，各子項目的研究成果均符合所設定之總目標，有助於增進國民對原子能應用與輻射防護的信心。	感謝委員肯定。

4	計畫執行達成且部分超越原目標。	感謝委員肯定。
5	113 年度計畫經常門支用狀況為 95.1%，資本門則為 100%，總經費支用狀況為 97.1%，支用狀況與規劃一致，業務費大多使用於試驗耗材、資料採集與分析之勞務案與建立國內眼球水晶體劑量及國內懷孕婦女之胎兒輻射劑量評估及推廣等勞務委託案，以及人員生物劑量計畫等相關經費支用，經費預算執行率高且符合原計畫之規劃。	感謝委員肯定。
6	此計畫未有經費流用，經常門執行率為 95.1%，資本門執行率則為 100%，整體執行率達 97.1%，經費運用良好。	感謝委員肯定。
7	計畫經常門支用狀況為 95.1%，總經費支用狀況為 97.1%。	感謝委員。

8	本計畫執行及成果無論在質化及量化效益皆有顯著之成果，113 年度在量化評估上共發表 2 篇 SCI 論文、3 篇研究報告及 3 篇技術報告，符合量化之預期成果；計畫成果無論在學術成就等各方面皆展現一定的成效與影響力：在學術研究上發表 2 篇 SCI 國際論文及多篇研究及技術報告，在學術合作上與國內政府單位業界及多家醫院合作，共建立 3 個專業合作團隊，有助於基礎科學的交流，更重要的是依此合作建立國內輻射防護網。在技術創新上完成電腦智慧型及人工分析之準確度。多項新技術之開發皆可減少送至國外檢測之時間與經濟成本，在 113 年度取得光子眼球水晶體劑量校正及染色體變異分析技術等。在社會影響上，本計畫成果旨在建立與國際同步之輻射防護規範，藉由新技術的開發與比對，從業人員及實驗室的認證，與推廣活動的宣傳，皆對社會有一定的影響力。	感謝委員肯定。
9	在學術成就上，此計畫執行期間共產出 8 篇論文(包含 5 篇國際期刊)，並完成 18 篇研究報告及 7 篇技術報告，研究成果佳。惟部分投稿論文尚未被期刊接受，卻已列入績效計算，後續宜列入追蹤項目。	感謝委員意見，有關尚未被期刊接受之論文，本會將持續追蹤其進度，以確保績效計算之完整性與準確性。

10	在技術創新上，此計畫完善了國內輻射劑量量測技術，例如成功開發基於人工智慧的 γ -H2AX 分析技術，有助於提升國民對原子能和平用途的信心。然而，建議後續將相關技術技轉至第三方公正單位，以確保其實際應用價值，而非僅限於研究層面或束之高閣。	感謝委員的肯定與意見，人工智慧 γ -H2AX 分析技術是輻災應變之重要技術，待該技術發展成熟，本會將積極評估技術轉移之可行性，以發揮研究最大效益。
11	學術成就的(一)論文之第 4 和 5 篇，接受時間分別是 112 年 12 月 30 日和 111 年 12 月 5 日，目前應已刊登。建議將接受時間修改成刊登日期。	感謝委員意見，已修正為刊登日期。
12	此計畫之執行雖無涉跨部會協調，計畫內容上僅透過學術合作或勞務委託，以達技術的精進與強化技術擴展，惟透過與相關計畫各執其職，相互溝通協調，以完成此計畫。	感謝委員肯定。
13	執行此計畫無需進行跨部會協調，然研究團隊透過此計畫與眾多學術單位建立學術合作，有助於後續探討跨域及前瞻的科學研究。	感謝委員肯定，透過本計畫之執行，本會與學研單位已建立良好合作關係，不僅可促進輻防領域研究發展，同時培育我國輻防專業人才。

14	本計畫無跨部會協調問題，可獨立完成。	感謝委員。
15	本計畫成果已完成多項研究報告與建議書，目的則為輻射安全管理技術之提升，助益於增進民眾於原子能應用輻射防護之信心，並提供適當之後續工作構想與建議，在實際作為及建議包括將計畫產出之國內懷孕婦女實務管制規範提送核安會作為管制參考、根據眼球水晶體劑量監測訪查研究結果提供建議後續改善關鍵群體輻射防護措施。強化國內輻射檢測技術，包含人員的訓練、技術的開發與專業實驗室的建置，除了對國內劑量偵測能力的提升外，也可藉此增強政府對於輻射防護能力的提升，與國人對於輻射防護的信心。	感謝委員肯定。
16	本多年計畫擬於今年結案，期待研究團隊後續能進一步將研究成果實際應用，以擴大計畫效益並提升其影響力。	感謝委員意見，為發揮計畫最大效益，本計畫就眼球劑量部分，彙整四年研究成果，製成教材影片、QA 及手冊等教材，以推廣眼球劑量輻防趨勢與觀念，提升相關人員之防護意識並降低未來眼球劑量下修之衝擊。此外，子計畫「精進染色體變異分析技術與評估研究」為

		行政院災害防救韌性科技方案及智慧國家方案計畫之一，將進一步應用於國家防災數位轉型，擴大實務應用範疇。
17	綜括以上，本計畫年度成果在目標的符合程度無論在量化與質化的指標皆符合預期規劃，經費支用的執行率高，技術開發接軌國際規範，研究成果無論是在學術研究、技術創新及經濟效益上皆具有一定的成效，也具有一定的社會影響力。	感謝委員肯定。
18	本計畫執行成效優良，研究成果皆達成或超越原訂主要績效指標，其研究成果在學術、技術、經濟及社會影響等層面均帶來顯著貢獻，整體表現卓越，成效良好。	感謝委員肯定。
19	報告內容與品質，逐年精進與提升。	感謝委員肯定。

目 錄

【113 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】	10
壹、 總目標	12
一、 緣起.....	12
二、 總目標及其達成情形.....	16
三、 主要工作項目推動具體成果(請填寫累積成果).....	23
貳、 經費執行情形	25
一、 全程經費(由系統加總)	25
二、 年度經費(由系統填寫)	26
1. 經費支用說明 (請簡扼說明各項經費支用用途，例如有高額其他 經費支出，宜說明其用途；或就資本門說明所採購項目及目的等。)	27
2. 經費實際支用與原規劃差異說明	27
參、 成果之價值與貢獻度 (請上傳累積成果)	28
肆、 檢討與展望	38
伍、 其他補充資料 (請上傳累積成果)	40
一、 跨部會協調或與相關計畫之配合.....	40
二、 大型科學儀器使用效益及共用分享機制說明.....	40
三、 其他補充說明(分段上傳)	41
附錄、細部計畫年度執行摘要.....	42

【113年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】

審議編號		
計畫名稱	接軌國際輻防技術規範與精進量測技術能力 (4/4)	
主管機關	核能安全委員會	
執行機關	國家原子能科技研究院	
計畫類別	☐ 政策計畫 ☒ 一般計畫 ☐ 基礎研究	
重點政策項目	☐ 數位經濟與服務業科技創新 ☐ 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 ☐ 文化創意產業科技創新 ☒ 其他_____	
全程期間	110 年 1 月 1 日 至 113 年 12 月 31 日	
資源投入 (以前年度為決算數，系統自動帶入)	年度	經費(千元)
	110	9,396
	111	8,803
	112	9,888
	113	9,544
	合計	37,631
計畫摘要	為接軌國際最新輻射防護建議，國際原子能總署(IAEA)及歐盟等國際組織相繼更新輻射防護的管制建議與技術規範，本計畫因應國內外趨勢，著眼於輻射防護管制系統的全面性，採滾動式方式提升管制實務技術，並聚焦於輻射防護度量技術研究及生物劑量評估技術的精進，藉此強化輻射量測與劑量評估的準確性及公信力，確保民眾輻射安全。本年度計畫包含三大核心工作項目：一是研析國際同步的輻射防護規範，二是強化國內輻射檢校與量測技術，三是精進染色體變異分析與評估技術。計畫針對技術規範、胎兒劑量、眼球水晶體劑量等輻防架構與管制影響進行研究，並針對眼球水晶體劑量計及輻射偵測儀器的校正能力試驗認證技術進行深化探討，以提升輻射防護量測實驗室的技術能力，同時擴充國人染色體背景值資料庫及劑量反應曲線，	

	全面提升游離輻射安全技術的層次與水準。			
計畫連絡人	姓名	呂雅萱	職稱	技士
	服務機關	核能安全委員會		
	電話	02-2232-2358	電子郵件	yhlu@nusc.gov.tw

壹、總目標

一、緣起

核能安全委員會(下稱核安會)為全國輻射安全的主管機關，核心業務是以專業及合理的管制措施，確保人員、場所及環境之輻射安全。受輻射防護管制之物件包括核子設施、醫療、學術、工業、農業及軍事等單位，所使用之放射性物質及可發生游離輻射設備，保護之對象則包括從業人員、接受放射性診斷及治療之病患、一般民眾及週遭之環境等。由上而下，輻防體系從國際同步之輻防規範、輻防檢校實驗室、第一線從業人員，至一般民眾及週遭之環境，核安會有責任強化游離輻射管制措施、提升國家整體游離輻射劑量與核種活度量測水準、推動原子能科技應用與民生安全議題之研究發展。

國家原子能科技研究院(下稱為國原院)透過「接軌國際輻防技術規範與精進量測技術能力」計畫之執行，能有效強化與支援核安會的輻防把關工作、精進輻射安全管制技術、推動原子能科技在醫學診療、工業輻安與民生應用之研究發展，並提升國家游離輻射量測與劑量評估技術，使相關技術與國際接軌。而國外先進核能應用國家，建置有國家級生物劑量實驗室，並研究建立人員生物劑量評估與相關技術，國內則透過此計畫，建置與精進輻射生物劑量實驗室，可有效協助意外曝露應變作業與作為法規之科學依據，提升游離輻射安全管制層次及水準，落實原子能科技於社會民生福祉與永續發展之目標。

近年國際原子能總署(International Atomic Energy Agency, IAEA)、歐盟陸續出版新的管制建議與規範，其輻防管制架構(如曝露情境)已有整體上之變革，鑑於輻防管制措施必須與時俱進，故亟待進行游離輻射防護法及相關技術規範法制精進之研究，另亦需持續提升管制業務所需之輻射量測、儀器檢校及劑量評估驗證技術能力，因應國內外趨勢建立基礎量能和量測系統、研究劑量稽核與驗證方法、及制定相關管制作業程序及法規，強化輻射災害應變能量，以完善整體輻射防護管制體系，確保民生及環境輻射安全。

本計畫之執行內容，係考量目前因科技之進步、民眾生活品質之提高，游離輻射於民生應用之發展較過去更為快速增長。基於管制之立場，亟需針對未來游離輻射於民生應用之發展潮流及國際發展趨勢，進行先期調查與研究，以為日後建立合宜之管制規範、審查及評估技術之基礎。計畫內容所參考之目前環境需求與未來方向預測如下：

1. 我國現行游離輻射防護安全標準，係參照國際放射防護委員會(International Commission on Radiological Protection，簡稱ICRP)於1990年發表之建議書而定。隨著國際輻防體系演進、生物學數據更新等因素，ICRP於2007年提出新輻防觀念，包含：以三類曝露情境取代原有之輻射作業與干預，加強輻防最適化精神，修訂了危害係數、輻射加權因數、組織加權因數、眼球水晶體劑量限值、確定效應與關鍵群體名詞等部分。而後，IAEA亦針對ICRP的修訂而出版新的安全要求標準(IAEA General Safety Requirements Part 3，簡稱IAEA GSR Part3)，本項作業將參照IAEA發表的GSR Part3，並考量我國輻防實務經驗，提出游離輻射防護安全標準差異對照與修訂技術需求等，並彙整國內專家意見，提出修訂方向建議。
2. 依據核能安全委員會於109年的統計資料，就可發生游離輻射設備與放射性物質證照數，非醫用類約為1萬2千餘張，醫用類約有2萬張，輻射從業人員申請佩章之人數近5萬3千人，涵蓋核能設施、工業、醫院、研究機構、國防等領域，其環境輻射監測、人員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、保障輻射從業人員之關鍵，因此，透過實驗室認證可以確認全國各相關實驗室是否具備足夠技術能力與品質來執行校正、測試業務。能力試驗是實驗室能力驗證與認證重要的一環，亟需研究國際之技術發展趨勢，及配合主管機關對於國內輻射度量實驗室之管制需求，建立技術規範與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。本計畫將由管制需求面出發，建立執行實驗室認證與能力試驗之設備、技術、作業程序，透過能力試驗認證相關研究，瞭解全國相關實驗室之技術能力與品質，運用全國認證基金會(Taiwan accreditation fundation, TAF)舉辦游離輻射領域能力試驗時機，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。

3. 隨著高齡化與生活型態的改變，以及社會經濟發展影響，如民眾越來越注意健康保健，了解「預防勝於治療」的觀念，而對於放射醫療品質越趨重視，依據衛生福利部 109 年之統計資料顯示，國人每年接受乳房 X 光攝影篩檢約 168 萬人次、電腦斷層掃描檢查人次約 270 萬人次、遠隔放射治療約 138 萬人次、近接放射治療約 6.3 萬人次、醫用粒子治療約 1.7 萬人次、核子醫學檢查約 47 萬人次等使用狀況，配合輻射應用施政與民生需求，以國際新穎性與科技急迫性為立意，針對眼球水晶體劑量最大宗族群—透視攝影放射醫療，建置評估眼球水晶體劑量之校正光子射質，與精進動態擬人假體在輻射劑量的評估技術。考量社會期待以規劃科研議題，特別是建立國家級的活度或劑量追溯源、量測評估技術，且透過輻射檢測系統與追溯鏈、儀器檢校、放射診療品保稽核與劑量驗證和學術合作研究，精進整體大眾之輻射安全。
4. 面對日本福島核事件及複合式災害影響議題，若發生輻射意外曝露，人員生物劑量重建是必要程序。對輻射曝露意外事件，生物劑量評估是針對人體經游離輻射曝露後，淋巴球染色體變異的程度，再利用劑量與輻射效應的關係，對應出人體在輻射曝露時所接受的劑量，人員生物劑量評估技術仰賴長期研究，而國人生物樣本，有助於制定相關意外曝露應變作業程序及法規。建立人員生物劑量評估技術，除有助於制定相關意外曝露應變作業程序及法規，更藉由國際專家合作模式，擴展國際化分析能力，將可提供國內外服務。

綜上所述，需持續提升管制業務所需之輻射量測、儀器檢校及劑量

評估驗證技術能力，因應國內外趨勢建立基礎量能和量測系統、研究劑量稽核與驗證方法、及制定相關管制技術規範，強化輻射災害應變能力，以完善整體輻射防護管制體系，確保民生及環境輻射安全。

二、總目標及其達成情形

1. 全程總目標：(由系統帶入，不可修改)

發展輻射防護技術支援管制機關需求，增進民眾於原子能應用與輻射防護之信心。

- 引進 4 項國際輻射防護規範並建立 4 項需求技術，建構法規變革科技立基。
- 完成 5 大類實驗室能力試驗與技術規範，厚實輻防管制技術能力。
- 通過品質認證與電腦智慧型生物劑量評估技術，確保意外事故劑量重建準確度。

2. 分年目標與達成情形：

年度	目標 (當年度由系統帶入，不可修改)	預期關鍵成果 (當年度由系統帶入，不可修改)	年度計畫目標達成情形(含重大效益)
110	O1. 建置光子眼球水晶體劑量校正技術。 O2. 完成游離輻射技術領域實驗室能力試驗。 O3. 精進生物劑量評估技術。	O1KR1. 提供光子眼球水晶體劑量校正服務，量測不確定度小於 5%。 O1KR2. 建立眼球水晶體劑量監測系統於低能量光子之校正技術研究，完成參數設定與程序書 1 份，可提供相關學術研究。 O2KR1. 研析國內外技術規範，執行輻射偵測儀器校正實驗室、核種分析實驗室之能力測試與召開研討會，能力試驗合格率达 100%。	O1KR1. 完成眼球水晶體劑量監測系統於低能量光子之校正技術研究，量測不確定度小於 5%。 O1KR2. 完成眼球水晶體劑量監測系統於低能量光子之校正技術研究，完成參數設定與程序書 1 份。 O2KR1. 完成核種分析實驗室之能力測試與召開總結研討會，能力試驗合格率达 100%，完成認證技術研究/技術報

		O2KR2. 依據最新技術規範規劃肢端劑量計能力試驗，完成研討會 1 場。 O3KR1. 參與實驗室間比對試驗，70% 以上評估劑量之數據與實際劑量數據誤差於± 0.5 Gy 內。 O3KR2. 擴增背景值資料庫，本期累計達 3 例國人背景生物劑量數據。 O3KR3. 研發 γ-H2AX 生物劑量技術，建立檢量線 1 條。	告 2 篇。 O2KR2. 完成 2021 年輻射儀器校正與肢端劑量計能力試驗技術討論會、游離輻射量測能力試驗總結會議暨氚量測技術研討會共 2 場視訊會議。 O3KR1. 因 COVID-19 疫情影響，無法參與加拿大衛服部舉辦之國際實驗室比對，改以國內實驗室比對，建立國內實驗室比對機制，驗證衛星實驗室之染色體雙中節分析能力，平均正確率達 70% 以上。 O3KR2. 完成 110 年度國人本土染色體雙中節背景值，擴增資料庫數據。 O3KR3. 完成 γ-H2AX 之分析方法，建立檢量線一條，並完成輻防生物劑量研究報告 1 篇。
--	--	---	--

111	O1.執行第一期眼球水晶體劑量評估訪查研究。 O2.建置貝他眼球水晶體劑量校正；強化肢端劑量評估實驗室之技術能力。 O3.建置生物劑量評估北部備援實驗室。	O1KR1.完成第一期眼球水晶體劑量評估訪查研究(至少800 人次)，建構法規變革科技立基。 O2KR1.建置貝他眼球水晶體劑量校正系統(量測不確定度<5%)，與完成第一次肢端劑量評估實驗室能力試驗(合格率100%)，厚實輻防管制技術能力。 O3KR1.成立北部備援實驗室與擴增背景值資料庫，確保意外事故劑量重建準確度。	O1KR1.完成 111 年度眼球水晶體劑量監測訪查計畫之研究報告一篇；本年度與14家醫療院所(33 科室)、核三電廠及3家非破壞性檢測公司合作，完成共926 人次眼球水晶體劑量監測評估，以了解國內關鍵群體實際輻射作業下，眼球水晶體輻射曝露情形及新劑量限值衝擊。針對眼球水晶體劑量監測訪查計畫之參與者，已辦理 10 場實體及 5 場線上教育訓練，其內容說明 ICRP 新的眼球水晶體劑量限值，另針對眼球水晶體年等價劑量存在超過新的劑量限值之虞者，提供適當輻射防護措施之建議，提升關鍵群體對眼球水晶體輻射曝露重視，進而改善其工作現況。 O1KR2.完成 Sr-90 貝他射線深度 3
-----	--	--	--

			mm 處的等效劑量率之校正系統建立，量測不確定度為 2.6%(k=2)，可提供國內眼球水晶體劑量國際等同之校正追溯服務。 O1KR3.完成北部備援實驗室建立，輔導台○醫學大學，進行實驗室程序建立；完成 111 年度國人本土染色體雙中節背景值分析資料庫擴增。
112	O1.執行第二期眼球水晶體劑量評估訪查研究，以及國內懷孕女性工作人員體素假體量測驗證與實務管制規範研擬。 O2.強化人員劑量評估實驗室與精進透視攝影劑量校正之技術能力。 O3.維持人員生物劑量實驗室 ISO/IEC 17025 認證，建立電腦智慧型生物劑量評估技術且持續擴增國人背景值三例與 0-5	O1KR1.完成第二期眼球水晶體劑量評估訪查研究(至少 800 人次)。 O1KR2.懷孕婦女之胎兒輻射評估導則與技術規範修訂建議(草案)，支持未來法規變革。 O2KR1.完成人員劑量能力試驗，合格率 100%。 O2KR2.完成建置透視攝影劑量校正系統(量測不確定度 <5%)，厚實輻防管制技術能力。 O3KR1.完成兩名	O1KR1.透過 1 家學術單位及 7 家國內人員體外輻射劑量評定機構合作方案，完成 22 家醫療院所、3 家核能電廠及 3 家非破壞性檢測公司，完成第二期眼球水晶體劑量評估訪查研究共 1,159 人次眼球水晶體劑量監測評估，藉以了解國內關鍵群體於實際輻射作業下，眼球水晶體的輻射曝露情形，及新的劑量限值

	Gy 劑量反應曲線一條，並納入標準曲線資料庫。	新進人員通過染色體雙中節訓練及考核。 O3KR2.擴增國內生物劑量評估量能與輔導北部備援實驗室建立劑量分析技術，確保意外事故劑量重建準確度。	對關鍵群體的衝擊。 O1KR2.完成胎兒劑量評估導則1份與懷孕婦女胎兒輻射劑量評估研究報告1份，以供國內懷孕女性工作人員實務管制參考。 O2KR1.完成人員劑量計能力試驗總結說明會，合格率100%。 O2KR2.完成建置透視攝影劑量校正系統，系統擴充標準不確定度1.4%，符合$<5\%(k=2)$，厚實輻防管制技術能力。 O3KR1.完成3名新進人員通過染色體雙中節訓練及考核。 O3KR2.輔導北部備援實驗室建立劑量分析技術，擴增國內生物劑量評估量能，完成本年度國人本土染色體雙中節背景值分析共三例
--	--------------------------------	--	---

113	O1.執行眼球水晶體劑量監測教育訓練，以及建立國內懷孕女性工作人員之胎兒劑量不同輻射場之轉換數值。 O2.強化眼球水晶體劑量評估實驗室與輻射儀器校正實驗室之技術能力。 O3.參與並通過國際能力試驗或國內實驗室比對，驗證人員分析染色體雙中節能力，並持續擴 113 年度增國人背景值。	O1KR1. 完成全國性眼球水晶體劑量監測教育訓練，至少 2 場次。 O1KR2. 完成建立國內懷孕女性工作人員之胎兒劑量不同輻射場之轉換數值表。 O2KR1. 完成眼球水晶體劑量能力試驗執行說明會議 1 場。 O2KR2. 完成輻射儀器校正能力試驗，合格率 100%，厚實輻防管制技術能力。 O3KR1. 完成國際能力試驗或國內實驗室比對參與，通過率 100%。 O3KR2. 完成 113 年度之 3 例國人背景值分析。	O1KR1. 完成 3 場眼球水晶體劑量教育訓練宣導會，並完成相關宣導教材、文宣品，以及種子教師培育，以利後續推廣。 O1KR2. 建立完整的胎兒劑量評估方法，包括「子宮劑量轉換係數表」及「常見輻射工作場所之子宮劑量轉換係數表」，為未來臨床應用及相關監管機構提供指引，進一步保障輻射工作環境中懷孕人員及其胎兒的健康與安全。 O2KR1. 完成眼球水晶體劑量能力試驗執行說明會議 1 場。 O2KR2. 完成「第 9 次輻射儀器校正能力試驗」、「第 5 次陸軍化生放核防護研究中心校正比對」與「第 2 次中子校正比對」研究，能力試驗研究之 6 家參與實驗為 100% 合格率，
-----	---	--	---

			比對研究之判定結果顯示能力無差異，達成國內輔導與能力分析。 O3KR1.完成 TAF 新認證實驗室 #4224 認證通過取得證書，並完成 1 名新進人員通過染色體雙中節訓練及考核，符合國際人員生物劑量實驗室硬體與生物安全實驗室人員訓練，以進行臨床檢體操作，來達成國際 ISO 人員生物劑量實驗室之安全標準。 O3KR2.完成 113 年度國人本土染色體雙中節背景值分析資料庫擴增，完成 3 例正常國人背景值染色體雙中節分析，本年度背景值平均為 0.973‰。
--	--	--	--

註：年度計畫目標達成情形（含重大效益）請依目標簡要說明進展或重要成果。若有未達成、未完全達成或其他需要說明或圖示之處，請於下方填寫。

說明：本年度計畫目標皆如期達成。

三、 主要工作項目推動具體成果(請填寫累積成果)

- 110-113 年度共發表論文 8 篇、研究報告 18 篇、技術報告 7 篇，將可促進相關領域學術及技術之交流與互動。
- 建置符合國際規範的 X 射線 ISO 窄能譜校正系統，將可用於國內 5 家眼球水晶體劑量評估實驗室，其劑量評估系統之校正、測試和比對，減少送至國外校正實驗室所耗費之時間與費用。(110-113 年度)
- 對於國內懷孕婦女及胎兒輻射劑量評估之管制需求，引進美國國家標準研究所與美洲保健物理學會發布的胎兒輻射劑量計算標準(ANSI/HPS N13.54)，完成 4 組臺灣懷孕婦女體素假體(0 個月、3 個月、6 個月、9 個月)之 MCNP 蒙地卡羅模擬研究，以整體子宮劑量代表胎兒劑量，計算出胎兒劑量轉換係數，依此假體評估臺灣胎兒劑量，完成懷孕女性工作人員胎兒劑量評估導則 1 份與不同孕期的子宮劑量轉換係數及擬定實務量測作法。同時，完成建立國內懷孕女性工作人員之胎兒劑量不同輻射工作場所之劑量轉換係數表，以供國內懷孕女性工作人員實務管制參考。(110-113 年度)
- 因應國際眼球水晶體劑量新限值，舉辦眼球水晶體劑量監測訪查研究，共完成 2,085 人次眼球水晶體劑量監測評估，掌握國內關鍵群體實際輻射作業下眼球水晶體輻射曝露情形及新劑量限值衝擊，建立科學論據並強化與精進正確的輻射防護觀念，以利於後續修法推動。(110-112 年度)
- 完成我國首次全國性肢端劑量計能力試驗，除輔導國內肢端劑量評估實驗室技術和品質符合國際規範，將可作為實驗室認證之能力監測佐證，減少採行實驗室間雙邊比對之工作，所耗費之時間與費用。(110-111 年度)
- 建立自動化噴片系統及利用電腦智慧自動化擷取影像資料系統，改善傳統人工拉片造成品質不一的問題、縮減人工操作顯微鏡判讀時間，以及改善長期觀看顯微鏡可能造成之視力問題。此外，開發新的人員生物劑量分析方法— γ -H2AX 測定，除可縮短實驗時間，快速取得分析

數據外，亦節省許多人力成本時間，將可於快速篩檢分析。(110-113 年度)

- 推動輔導高雄醫學大學附設醫院，成為南部染色體雙中節變異分析之人員生物劑量評估備援實驗室。同時完成台北醫學大學北部備援實驗室之建立，並協助其建立實驗室程序，達成染色體雙中節背景值分析技術擴散與人才培育，厚植我國生物劑量評估量能。(110-113 年度)

貳、經費執行情形

一、 全程經費(由系統加總)

單位：千元；%

總預算數 (A)			總實支數 (B)	總節餘數 (C)	總執行數 (D=B+C)	達成率(%) (E=D/A)	
38,267			37,631	636	38,267	100	
各年度	預算數 (F)	實支數 (G)	節餘數 (H)	保留數 (I)	年度執行數 (J=G+H)	年度達成率(%) (K=J/F)	決算數 (G+I)
110	9,500	9,396	104	0	9,500	100	9,500
111	8,940	8,803	137	0	8,940	100	8,940
112	10,000	9,888	112	0	10,000	100	10,000
113	9,827	9,544	283	0	9,827	100	9,827

二、 年度經費(由系統填寫)

單位：千元；%

	113 年度						備註
	預算數 (a)	初編決算數			節餘數(e)	執行率 (d/a)	
		實支數 (b)	保留數 (c)	合計 (d=b+c)			
總計	9,827	9,544	0	9,544	283	97.1	
一、經常門小計	5,827	5,544	0	5,544	283	95.1	
(1)人事費	0	0	0	0	0	-	
(2)材料費	1,095	1,095	0	1,095	0	100	
(3)其他經常支出	4,732	4,449	0	4,449	283	94.0	
二、資本門小計	4,000	4,000	0	4,000	0	100	
(1)土地建築	0	0	0	0	0	-	
(2)儀器設備	4,000	4,000	0	4,000	0	100	
(3)其他資本支出	0	0	0	0	0	-	

註：

1. 初編決算數：因績效報告書繳交時，審計機關尚未審定 113 年度決算，故請填列機關初編決算數。
2. 實支數：係指工作實際已執行且實際支付之款項，不包含暫付數。
3. 保留數：係指因發生權責關係經核准保留於以後年度繼續支付之經費。
4. 預算數：原則填寫法定預算數，如立法院尚未通過總預算，則填寫預算案數。
5. 執行率：係指決算數佔預算數之比例
6. 節餘數：係指執行政府節約措施、辦理招標、匯率變動或工程完工，致經費節餘未辦理保留者。

1. 經費支用說明 (請簡扼說明各項經費支用用途，例如有高額其他經費支出，宜說明其用途；或就資本門說明所採購項目及目的等。)

- 資本門：為執行計畫之輻射偵檢器校正能力試驗之數據分析工作項目，採購多通道數位器、桌上型高壓供應器模組，以及三光電管之自動化液態閃爍計數器，以完成計畫執行目標。
- 業務費(其他經常支出)：依實際計畫執行需求，用於執行能力試驗業務、實驗用試樣與耗材(生物試劑耗材等)、檢體採集與分析等勞務案、眼球水晶體劑量評估與推廣宣導之勞務委託案、建立國內懷孕婦女之胎兒輻射劑量評估技術勞務委託案、人員生物劑量計畫 IRB 與染色體雙中節分析勞務案染色體雙中節影像資料分析服務、管理費、旅運費等、實驗儀器校正等相關經費支用。

2. 經費實際支用與原規劃差異說明

本(113)年度計畫經常門支用狀況為 95.1%，資本門支用狀況為 100%，總經費支用狀況為 97.1%。

參、成果之價值與貢獻度 (請上傳累積成果)

一、學術成就(科技基礎研究)

(一) 論文：110-113 年度計畫共發表 8 篇論文，5 篇國際期刊與 3 篇為研討會論文。

- SCI 論文，題目為「Influences of radiation-protective devices on eye lens radiation doses for staff involved in fluoroscopy-guided interventional procedures: Interpretation of clinical observations through Monte Carlo simulations」，投稿至期刊 Physical and Engineering Sciences in Medicine 審查。(113 年度)
- SCI 論文，題目為「The Trial of The Proficiency Testing of eye lens dosimeters in Taiwan」，投稿至期刊 Radiation protection dosimetry 審查。(113 年度)
- SCI 論文，題目為「Establishment of $H_p(3)$ Calibration System For Eye Dose Monitoring In Taiwan」，投稿至 Radiation Protection Dosimetry, Volume 199, Issue 15-16, October 2023。(112 年度)
- SCI 論文，題目為「Uterine dose conversion coefficients for externa photons for the Taiwanese pregnant women」，發表於 Radiation Protection Dosimetry, Volume 199, Issue 4, March 2023。研究成果主要描述本計畫所建立的台灣懷孕婦女體素假體技術，並計算胎兒劑量轉換係數，後續可用於評估特定輻射場域之胎兒劑量，並可作為輻射防護修法之參據。(111 年度)
- SCI 論文，題目為「Intercomparison of Conventional and QuickScan Dcentric Scoring for the Validation of Individual Biodosimetry Analysis in Taiwan」，發表於 Int J Radiat Biol. 2021;97(7):916-925，研究成果為描述人員生物劑量實驗室於 103、104 及 107 年度參與由加拿大衛生部所舉辦的國際比對結果比較，三次國際比對結果分析 50 顆細胞之偏差皆小於 0.5 Gy，符合主辦方驗收標準，顯示發生大型輻射意外曝露時，本實驗室可提供可靠的人員生物劑量評估。(110 年度)
- 研討會論文題目為「Evaluation of Human Biodosimetry」，發表於 2024 年 3 月 23-24 日生物影像研討會，研究成果為歷年染色體雙中節分析的背景值及劑量反應曲線成果。(113 年度)。
- 研討會論文，發表於 2023 年第 4 屆國際劑量量測及其應用會議及附屬研討會(ICDA-4)題目為「The Trial of The Proficiency Testing of Eye Lens Dosimeters in Taiwan」會議論文 1 篇，研究成果為眼球水晶體劑量比對

試驗研究成果，其成果顯示國內七家實驗室均通過比對試驗測試，顯示實驗室已具備提供服務之能力。(112 年度)

- 研討會論文題目為「Evaluation of Human Biodosimetry」，發表於 2022 年 3 月 18 日生醫學會年會，研究成果為歷年染色體雙中節分析的背景值及劑量反應曲線成果。(111 年度)。
- 研討會論文題目為「Evaluation of Human Biodosimetry」，發表於中華民國核醫學學會 2021 年會暨國際學術研討會，研究成果為歷年染色體雙中節分析的背景值及劑量反應曲線，以及實驗室通過 ISO 17025:2017 測試實驗室認證等成果。(110 年度)。

(二) 研究報告：110-113 年度共發表研究報告 18 篇。

- 完成「輻射工作場所之子宮劑量轉換係數」研究報告 1 篇，完成不同孕期的子宮劑量轉換係數及擬定實務量測作法。(113 年度)
- 完成「眼球水晶體劑量 IW 射質校正系統評估報告」1 篇，作為眼球水晶體劑量校正之依據，確保輻防應用端劑量追溯之準確性。(113 年度)
- 完成「染色體雙中節之分析方式及常見錯誤樣態」研究報告 1 篇。(113 年度)
- 完成「懷孕婦女假體實際照射及模擬驗證研究」研究報告 1 篇，完成不同孕期的子宮劑量轉換係數及擬定實務量測作法。(112 年度)
- 完成「112 年度眼球水晶體劑量監測訪查計畫」研究報告 1 篇，完成 22 家醫療院所(38 科室)、3 家核能電廠及 3 家非破壞性檢測公司劑量監測分析研究，共完成 1,159 人次眼球水晶體劑量監測評估，以了解國內關鍵群體實際輻射作業下眼球水晶體輻射曝露情形及新劑量限值衝擊，以利於未來保障約 2 萬輻射工作人員。(112 年度)
- 完成「眼球水晶體劑量校正用 ISO 寬能譜射質及透視攝影用 RQC 射質建立」研究報告 1 篇，作為 ISO 寬能譜眼球水晶體與醫療曝露透視攝影劑量校正之依據，確保輻防應用端劑量追溯之準確性。(112 年度)
- 完成「新型台灣懷孕婦女體素假體之子宮劑量轉換係數研究 Uterine dose conversion coefficients for external photons for the Taiwanese pregnant women」研究報告 1 篇，建立四組台灣懷孕婦女體素假體技術並與國際 ORNL 懷孕婦女數學假體進行比較，同時計算兩種假體之胎兒(子宮)劑量轉換係數，與國際 ICPR74 號報告進行驗正及比較性研究，以確保後續用於輻射防護修法之正確性。(111 年度)
- 完成「111 年度眼球水晶體劑量監測訪查計畫之研究報告」1 篇；本年度與 14 家醫療院所(33 科室)、核三電廠及 3 家非破壞性檢測公司合

作，完成共 926 人次眼球水晶體劑量監測評估，以了解國內關鍵群體實際輻射作業下眼球水晶體輻射曝露情形及新劑量限值衝擊。(111 年度)

- 完成「第一次肢端劑量計能力試驗總結報告技術報告」1 篇；是我國首次肢端劑量計能力試驗研究，共 7 家實驗室 10 組劑量計組參加，實驗室能力試驗合格率高達 100%，為從無至有的里程碑。(111 年度)
- 完成「銥九十/釷九十射源對組織下 3 mm 貝他個人等效劑量率之評估」研究報告 1 篇。根據 ISO 6980 再評估銥 90/釷 90 貝他 0.07 mm 處組織吸收劑量率，之後將再推算至 3 mm 處之組織等效劑量率，即眼球水晶體劑量率的防護量，完成銥 90 貝他射線深度 3 mm 處的等效劑量率之校正建立，可提供國內眼球水晶體劑量國際等同之校正追溯服務。(111 年度)
- 完成「以流式細胞儀測定受輻射曝露之淋巴球細胞 γ -H2AX 生成量研究」研究報告 1 篇。(111 年度)
- 完成「懷孕婦女之胎兒輻射劑量研究報告」1 篇，參考美國國家標準研究所與美洲保健物理學會發布的胎兒輻射劑量計算標準(ANSI/HPS N13.54)，旨在統整現行估算胎兒輻射劑量的最佳方法，並藉由擬人假體來分別進行懷孕婦女及胎兒劑量的計算，以供未來修法依據。(110 年度)
- 完成「手掌/眼球水晶體等價劑量與全身有效劑量之關係研究報告」1 篇：本研究利用動態擬人假體，深入探討(1)放射師以手動態處理核醫藥物的劑量評估與(2)操作螢光透視攝影工作人員的劑量評估，研究彙整產出報告一篇。(110 年度)
- 完成「第八次輻射偵測儀器校正能力試驗總結報告」1 篇：第八次輻射偵測儀器校正能力試驗之執行與參加機構、傳遞儀器、能力試驗執行項目和程序、以及能力試驗結果介紹。(110 年度)
- 完成「110 年環境試樣核種分析能力試驗總結報告」1 篇：110 年環境試樣核種分析能力試驗能力試驗之執行與參加機構、試樣、能力試驗執行項目和程序、以及能力試驗結果介紹。(110 年度)
- 完成「110 年中低強度核種分析能力試驗」1 篇：110 年中低強度核種分析能力試驗能力試驗之執行與參加機構、試樣、能力試驗執行項目和程序、以及能力試驗結果介紹。(110 年度)
- 完成「眼球水晶體劑量 IN 射質校正系統評估報告」1 篇：建立 X 射線 ISO 窄能譜眼球水晶體校正系統之校正射質、半值層比對、標準頭型假體及監測裝置設計與監測參考值評估、標準輻射場標定、劑量轉換

因子評估、及量測不確定度評估介紹。(110 年度)

- 完成「不同分析方法對 γ -H2AX 蛋白含量測定比較研究報告」1 篇：比較 ELISA 與 Flow cytometry 兩種分析方法之 γ -H2AX 測定以及探討培養時間及不同細胞株的差異。結果顯示以 Flow cytometry 方法分析 γ -H2AX 蛋白有較高靈敏度，且在培養時間 0.5 小時， γ -H2AX 蛋白有最高的訊號值，之後隨時間遞減。 γ -H2AX 的訊號在不同細胞中產量比率不同，於 U937 細胞株的 γ -H2AX 產量較明顯。最後人血樣品培養 0.5 小時，仍以 Flow cytometry 方法分析具較高靈敏度。未來在緊急曝露事件下，本方法具應用潛力，可作為生物劑量快篩方法。(110 年度)

(三) 技術報告：110-113 年度共發表技術報告 7 篇。

- 完成「眼球水晶體劑量評估推廣宣導勞務服務」技術報告 1 篇，針對眼球水晶體劑量之介入性診療關鍵群體宣導劑量評估重要性，提供適當輻射防護措施之建議，提升關鍵群體對眼球水晶體輻射曝露重視，進而改善其工作現況。(113 年度)
- 完成「第九次輻射偵檢儀器能力試驗總結報告」技術報告 1 篇：第九次輻射偵測儀器校正能力試驗之執行與參加機構、傳遞儀器、能力試驗執行項目和程序、以及能力試驗結果介紹。(113 年度)
- 完成「Metafer MetaCyte 自動螢光掃描模組於 γ -H2AX 上的效益」技術報告 1 篇。(113 年度)
- 完成「第十二次人員體外劑量評估實驗室能力試驗之技術研究」技術報告 1 篇，完成 111-112 年度人員全身劑量計能力試驗研究：整合國原院國家游離輻射標準實驗室之加馬、X 光、貝他、中子劑量照射系統，達成高劑量、單一輻射場、混合輻射場等五項測試類別之試驗，參與實驗室合格率达 100%，確證我國全身劑量評估實驗室之技術能力，可符合 TAF-CNLA-T08(4):2019 (參考國際 ANSI/HPS N13.11-2009R2015)規範之要求，促使第一線實驗室提供具品質服務，涵蓋核設施、工業、醫院、研究機構等領域，強化服務端之民眾與 5 萬 3 千餘輻射從業人員測值準確度之效益。(112 年度)
- 完成「染色體電腦智慧型輔助分析程序書」技術報告 1 篇，導入電腦智慧型影像自動擷取技術，照射劑量與螢光訊號相關係數 R2 從 0.11 提升至 0.91，低劑量輻射照射劑量與細胞螢光數值呈現正相關。(112 年度)
- 完成「眼球水晶體劑量校正用 ISO 寬能譜射質及透視攝影校正用 RQC

射質建立」技術報告 1 篇；依據歐盟報告 EURADOS Report 2021 擇定 ISO 寬能譜射質作為眼球水晶體劑量計比對試驗之用，以及根據國際電工組織 (IEC) 國際規範 IEC 61267 「Medical diagnostic X-ray equipment—Radiation conditions for use in the determination of characteristics」，完成 035 館完成醫療曝露透視攝影劑量校正射質建立，提供人員體外劑量評估實驗室之校正服務。(111 年度)

- 眼球水晶體劑量計系統操作程序書：完成商用眼球水晶體劑量評估時各項作業程序之建立，包含計讀儀系統校正、環形熱發光劑量計 (thermoluminescent dosimeters, TLD) 晶片回火、計讀、及眼球水晶體劑量計算的作業程序。(110 年度)

(四) 學術合作：

本計畫於跨域學習與知識交流上，透過計畫的執行，與國家游離輻射標準實驗室、全國輻射劑量評估和輻射偵測實驗室、清華大學、輻射偵測中心、食藥署、新北市衛生局、高雄市衛生局、同步輻射中心、台電公司、輻防協會、貝克西弗、全國認證基金會、高雄醫學大學附設醫院、長庚醫院、台北榮民總醫院、衛生福利部桃園醫院、臺北醫學大學附設醫院等合作共建立 3 個專業合作團隊，有助於國內基礎科學的學術交流，亦能建立國內輻射安全防護相互支援的網絡。在前瞻性科學研究上，科學上的突破與發現如下：

- 與輻防協會等進行學術合作，完成 113 年度眼球水晶體劑量教育訓練研製教育訓練宣導教材，教材內容包含四個主題，包含演水晶體輻射防護之國際法規發展現況、介入性放射診療的輻射場特性、台灣臨床研究調查的結果分享，與優化介入性放射診療中的輻射防護措施之具體建議。辦理教育訓練講座共 3 場次，完成教材、影片、重要觀念 Q&A 與推廣文宣一份。(113 年度)
- 與輻防協會等進行學術合作，進行眼球水晶體劑量監測訪查研究第 I 與第 II 期，第 I 期針對關鍵群體完成 14 家醫療院所(33 科室)、核三電廠及 3 家非破壞性檢測公司合作，共 926 人次眼球水晶體劑量監測評估，第 II 期完成 22 家醫療院所(38 科室)、3 家能核電廠及 3 家非破壞性檢測公司合作，共完成 1,159 人次眼球水晶體劑量監測評估，以了解國內關鍵群體實際輻射作業下眼球水晶體輻射曝露情形及新劑量限值衝擊。針對眼球水晶體劑量監測訪查計畫之參與者。111 年辦理 10 場實體及 5 場線上教育訓練，其內容說明 ICRP 新的眼球水晶體劑量限值，另針對眼球水晶體年等價劑量存在超過新的

劑量限值之虞者，提供適當輻射防護措施之建議，提升關鍵群體對眼球水晶體輻射曝露重視，進而改善其工作現況。(111-112 年度)

- 核醫藥物與透視攝影作業操作人員的劑量評估：手掌/眼球水晶體等價劑量與全身有效劑量的關係：本研究深入探討核醫藥物與螢光透視攝影工作人員的劑量評估。針對此二重要輻防議題，參考臨床實務操作，詳細考量各種防護器材使用與否(鉛帷幕、鉛衣、鉛眼鏡)以及不同曝露與操作條件的影響，使肢端與眼球劑量評估能更貼近實際情形，並成功建立手掌/眼球等價劑量與全身有效劑量的關係，有利資訊不足或是回溯研究的劑量評估。(110 年度)
- 以國原院技術為核心，與清華大學合作，建立國內懷孕婦女之胎兒輻射劑量評估技術：與清華大學合作；建立 4 組臺灣懷孕婦女體素假體(0 個月、3 個月、6 個月、9 個月)之 MCNP 蒙地卡羅模擬研究，以整體子宮劑量代表胎兒劑量，計算出胎兒劑量轉換係數，並製作台灣懷孕婦女體型之腹部假體進行驗證，112 年完成懷孕女性工作人員胎兒劑量評估導則 1 份與懷孕婦女胎兒輻射劑量評估研究報告 1 份與不同孕期的子宮劑量轉換係數及擬定實務量測作法，以供國內懷孕女性工作人員實務管制參考。(110-113 年度)
- 備援實驗室建立：本研究以國原院為中心實驗室，於國內數個地區建立備援實驗室，藉由訓練該醫學中心同仁具備整體血樣採集過程標準文件化，以因應大規模輻射意外之大量血液樣本檢體取樣需求。同時培訓備援實驗室人員執行染色體雙中節變異分析，作為生物劑量評估後備人力，建立國內生物劑量相互支援網路。(110-113 年度)

二、技術創新(科技技術創新)

- 核醫藥物與透視攝影作業操作人員的劑量評估：手掌/眼球水晶體等價劑量與全身有效劑量的關係：美國核管會 RAMP 計畫中的 PIMAL 程式允許使用者自行建立各種不同手臂和腿部姿態的擬人假體模型，搭配蒙地卡羅程式 MCNP 進行完整的輻射遷移計算，有利於精確評估人員近距離接觸輻射源的器官等價劑量與全身有效劑量。RAMP 計畫的程式主要用於核電廠營運相關劑量評估，本研究擴充 PIMAL 程式功能，延伸應用於探討核醫藥物與螢光透視攝影工作人員的劑量評估。(110 年度)
- 建立國內懷孕婦女之胎兒輻射劑量評估技術，完成胎兒劑量評估導則：本項工作與清華大學合作執行，因應國際放射防護委員會(ICRP)103 號報告，訂定為女性輻射工作人員其賸餘妊娠期間胚胎/胎兒劑量不得超

過一毫西弗，本研究製作台灣懷孕婦女體型之腹部假體，並利用數學假體模擬評估不同孕期懷孕婦女之胎兒劑量，112 年完成胎兒劑量評估導則 1 份與懷孕婦女胎兒輻射劑量評估研究報告 1 份與不同孕期的子宮劑量轉換係數及擬定實務量測作法，以供國內懷孕女性工作人員實務管制參考，以提供後續法規執行之應用參考。(110-112 年度)

- γ -H2AX 測定法：完成電腦智慧型及人工分析 γ -H2AX 之準確度比對技術開發研究，以電腦智慧型影像擷取中劑量照射之 foci， $r^2=0.88$ ，比之前人工分析數值 $r^2=0.11$ 有明顯的線性關係。(112-113 年)

三、經濟效益(經濟產業促進)

- 光子眼球水晶體劑量校正技術：研發符合國際規範的 X 射線 ISO 窄能譜校正系統，預期可用於國內 5 家眼球水晶體劑量評估實驗室，其劑量評估系統之校正、測試和比對，減少送至國外校正實驗室所耗費之時間與費用。(110-113 年度)
- 新增肢端劑量計能力試驗：首度正式執行之全國性肢端劑量計能力試驗研究，除輔導國內肢端劑量評估實驗室技術和品質符合國際規範，將可作為實驗室認證之能力監測佐證，減少採行實驗室間雙邊比對之工作，所耗費之時間與費用。(110-111 年度)
- 染色體變異分析研究技術：結合生物、生醫、電腦自動化與輻射度量領域相關技術，建立人員生物劑量評估專業實驗室，致力精進人員生物劑量分析能力，並改善作業流程，縮短人員生物劑量實驗操作與判讀作業，以達整體人力與時間精簡之目的，並定期驗證人員分析能力，以確保分析技術的品質。本計畫透過建立自動化噴片系統及利用電腦智慧自動化擷取影像資料系統，改善傳統人工拉片造成品質不一的問題、縮減人工操作顯微鏡判讀時間，以及改善長期觀看顯微鏡可能造成之視力問題。此外，開發新的人員生物劑量分析方法— γ -H2AX 測定，除可縮短實驗時間，快速取得分析數據外，亦節省許多人力成本時間，將可於快速篩檢分析。(110-113 年度)

四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

本計畫配合政府政策、因應輻射防護管制作業而擬訂工作項目，主要目的為提供具公信力科學成果基礎，作為管制依據，次要目的才是提升輻射防護相關產品及服務的附加價值(技術與品質)。透過精進輻射防護之科研成果，滿足社會未來趨勢與要求。依據計畫主要工作項目分述執行年度，成果可應用

範圍或單位、與貢獻於社會層面的科技加值效益說明如下：

(一) 建立國際同步之輻射防護規範研究：

本項工作因應國際輻射防護趨勢與符合國情考量，進行胎兒劑量評估與眼球水晶體劑量查訪研究第 I 與第 II 期，以了解國內關鍵群體實際輻射作業下，眼球水晶體輻射曝露情形及新劑量限值衝擊，其評估結果可供後續技術規範、管制影響及實務曝露監測之參考。介入性透視攝影工作人員的輻射曝露是所有輻射工作人員類別劑量排行中相當顯著的一群，精進此類工作人員的劑量評估並探討合理抑低方式是近年國際輻防議題的重點之一，本研究同步國際趨勢深入探討操作螢光透視攝影工作人員的劑量評估，精進相關技術，有利肢端與眼球水晶體劑量評估能更貼近實際情形。依據訪查研究分析結果，針對介入性診療關鍵群體辦理北中南三場劑量評估與防護推廣宣導說明會議，強化與精進正確的輻射防護觀念，以利於後續修法推動。(110-113 年度)

(二) 強化國內輻射檢校量測技術能力研究：

本計畫執行單位國家原子能科技研究院為全國認證基金會(TAF)指定，具有能力之游離輻射領域能力試驗的主辦機構，歷年主辦許多類型的能力試驗，如中低強度放射性核種分析、環境試樣放射性核種分析、人員劑量計、肢端劑量計、污染偵檢器及輻射偵檢器等能力試驗活動。透過本計畫可結合國家量測標準、接軌國際規範、配合 TAF 運作時程和分析國內現況，共負責 5 項常規能力試驗研究。110 年度完成：輻射偵檢儀器校正(新增中子校正項)、中低強度放射性核種分析、環境試樣放射性核種分析，共三項；111 年度完成第一次肢端劑量計能力試驗」；112 年度完成第 12 次人員劑量計能力試驗研究與技術研討會，並舉行第 9 次輻射偵檢儀器校正能力試驗」與「第 5 次陸軍化生放核防護研究中心校正比對」之研究與技術研討會；113 年度辦理第一次眼球水晶體劑量計能力試驗執行前說明會議。(110-113 年度)

(三) 精進染色體變異分析技術與評估研究：

人員輻射意外曝露，如一具有公信力的人員劑量評估專業實驗室，可及早推估出受曝露者所接受的劑量，以便於醫生提供最合適的醫療處置，減少不必要的醫療成本，本計畫執行染色體變異分析技術研究即朝此目標努力，建立國家級人員生物劑量實驗室。遭受急性曝露立即進行分析可獲得較可靠的個體劑量評估，而在人造輻射中的 X 光及核子醫學劑量低於 100 毫西弗或是更低者，劑量估計值則變得無法足夠精確，統計上很難估計癌病風險，研究人員廣泛瀏覽生物及生物物理學數據後，結論為低劑量下風險仍可能發生，並無閾值存在，低劑量仍有潛在

風險，此即所謂線性無低限理論(LNT)。線性無低限模式(LNT model)是基於輻射防護目的的保守估計，並非用以精確評估低劑量輻射曝露所產生的風險，成立人員生物劑量國家級實驗室可提供公正、正確數據供國人了解輻射對人體健康之關係，應可加強國人對輻射相關產業之了解，避免不必要恐懼。(110-113 年度)

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)

依據計畫主要工作項目分述執行年度，成果可應用範圍或單位、與貢獻於其他效益的科技加值效益說明如下：

(一) 建立國際同步之輻射防護規範研究：

- 對於國內懷孕婦女及胎兒輻射劑量評估之管制需求，引進美國國家標準研究所與美洲保健物理學會發布的胎兒輻射劑量計算標準(ANSI/HPS N13.54)，完成 4 組臺灣懷孕婦女體素假體(0 個月、3 個月、6 個月、9 個月)之 MCNP 蒙地卡羅模擬研究，且以整體子宮劑量代表胎兒劑量，計算出胎兒劑量轉換係數，依此假體評估臺灣胎兒劑量，完成懷孕女性工作人員胎兒劑量評估導則 1 份與不同孕期的子宮劑量轉換係數及擬定實務量測作法，完成建立國內懷孕女性工作人員之胎兒劑量不同輻射工作場所之劑量轉換係數表，以供國內懷孕女性工作人員實務管制參考，以達到輻射防護的目的。(110-113 年度)
- 因應國際眼球水晶體劑量新限值，舉辦「眼球水晶體劑量監測訪查研究先期研究與第 I 期及第 II 期研究，111 年度與 14 家醫療院所(33 科室)、核三電廠及 3 家非破壞性檢測公司合作，完成共 926 人次眼球水晶體劑量監測評估，以了解國內關鍵群體實際輻射作業下眼球水晶體輻射曝露情形及新劑量限值衝擊。第 II 期眼球水晶體劑量監測訪查研究，與 22 家醫療院所(38 科室)、3 家核能電廠及 3 家非破壞性檢測公司合作，共完成 1,159 人次眼球水晶體劑量監測評估，建立科學論據，並強化與精進正確的輻射防護觀念，以利於後續修法推動。(110-112 年度)
- 研究深入探討核醫藥物與介入性透視攝影診療工作人員的劑量評估，建立自主分析技術，研究產出與經驗有助於國內未來輻防管制政策精進之技術支援。(109-110 年度)

(二) 強化國內輻射檢校量測技術能力研究：

- 對於國內輻射劑量評估、環境試樣放射性核種分析、輻射偵檢儀器

校正等面向之管制需求，引進最新國際規範，並轉化為國內實驗室認證技術規範，促進游離輻射領域實驗室品質認證之完整性。(110-113 年度)

- 建置能力試驗之執行設備、劑量追溯系統、量測技術與作業程序，並透過實驗室認證體系執行能力測試，藉此對各實驗室人員進行實作技術之強化。(110-113 年度)
- 辦理研討會，對本計畫及各參與能力試驗實驗室之人員進行教育訓練與技術交流，達人才培訓與技術精進之目的。(110-113 年度)

(三) 精進染色體變異分析技術與評估研究：

- 推動輔導高雄醫學大學附設醫院，成為南部染色體雙中節變異分析之人員生物劑量評估備援實驗室。同時完成台北醫學大學北部備援實驗室之建立，並協助其建立實驗室程序，達成染色體雙中節背景值分析技術擴散與人才培育，厚植我國生物劑量評估量能。(110-113 年度)

肆、檢討與展望

本計畫以支援輻射防護管制業務需求為目標，並因應國際輻防法規趨勢、能力試驗技術與輻射偵檢儀器驗證、新興放射醫學診療劑量檢校、國內災防應變生物劑量等議題，研究管制業務所需之審查及評估方法與引入國際新規範，精進國內輻射量測實驗室品質與技術，提供作為輻射防護管理業務執行與法規制定之參考依據。其輻射安全管制技術之提升，將有助增進民眾於原子能應用輻射防護之信心。相關結論與建議依分項具體說明如下：

一、 建立國際同步之輻射防護規範研究：

為因應國際放射防護委員會（ICRP）103 號報告，修訂為其膳餘妊娠期間胚胎/胎兒劑量不得超過一毫西弗，因此，提出我國女性輻射工作人員之妊娠期間下腹部表面劑量與胎兒劑量的劑量轉換係數，實有其必要性。本研究目前已經根據本土數據，建立我國懷孕婦女數學假體及初步技術建置，建立體素假體及提供相關表單與輻射工作人員使用規範，完成國內懷孕婦女體素假體量測驗證，並研擬 1 份國內懷孕婦女實務管制規範，提送核安會作為管制參考。以確保我國之輻防體系符合國際趨勢，並達合理抑低之需求。

藉由舉辦「眼球水晶體劑量監測訪查研究」，以了解國內實務作業與國際輻防建議之差異，後續法規更新推動作業，可據此訪查研究結果進行聚焦，改善關鍵群體輻射防護措施，以保障輻射工作人員輻射安全。

介入性透視攝影在醫療的應用廣泛，各式軟硬體技術演進快速，導致工作人員的輻射曝露情節繁複多變，現場環境劑量率高且其輻射分布相當不均勻，重要器官與全身有效劑量的精確評估與測量驗證相對困難，值得後續深入探討。

二、 強化國內輻射檢校量測技術能力研究：

本子項計畫整體效應包含：(1)將最新國際規範引入國內游離輻射領域相關能力試驗；(2)完成第十二次人員劑量計能力試驗、眼球水晶體劑量計比對試驗，以及開啟第九次輻射偵檢儀器校正能力試驗研究，完成全國性的能力試驗規劃，促使我國輻射偵檢儀器校正技術能力，可符合國際規範要

求，確保作業場所輻射監測結果之品質。

然而，整體輻射防護能力試驗技術研究依舊存在照射系統設備老化，研究環境人力與經費調度不易等問題，今年度已暫獲解決，未來仍將盡力於協調人力及資源因應，並進行系統調校及與受測實驗室間之溝通。

在國內技術環境接軌國際研究上，國內已然引進 ANSI/HPS N13.32:2018 肢端劑量計能力試驗技術規範，面對「盡速推動眼球水晶體劑量評估實驗室認證上線」施政需求，缺乏眼球水晶體劑量計能力試驗相關國際標準規範，將以 ANSI/HPS N13.32:2018 和 ISO 4037 為參考依據，規劃建立能力試驗所需事故級劑量，以從 116 年加速至 113 年能輔導各實驗室具備 TAF 認證所需技術能力。

本子項計畫將持續滾動修訂，以本國技術能力接軌國際，促使第一線實驗室提供具品質服務，涵蓋核設施、工業、醫院、研究機構等領域，強化服務端之民眾與 5 萬 3 千餘輻射從業人員測值準確度之效益為研究主軸。

三、精進染色體變異分析技術與評估研究：

本計畫在核能安全委員會推動下，建立人員生物劑量評估相關技術，並於 100 年於核能研究所(現已改制為國原院)建置輻射急性曝露生物劑量分析標準實驗室，實驗室於 110 年度因 COVID-19 疫情影響，雖未能參與國際比對，但藉此機會建立國內實驗室間比對機制，國內實驗室間比對之評估劑量之平均正確率(與實際劑量數據誤差於 ± 0.5 Gy)大於 70%，顯示整體而言，國內具一定水準之人員劑量評估技術。後續仍會持續與加拿大保持聯繫，且不排除未來也參與其它國家實驗室舉辦之國際能力試驗比對之可能性，以保證實驗室的分析能力能與各國實驗室達到同樣水平。染色體雙中節分析方法為目前國際間所認可人員生物劑量評估之標準方法(Gold standard)，但在實驗過程中，細胞培養再加上後續影像分析較耗費人力及時間，且有偵測劑量極限為 0.1 Gy 之限制，111-112 年度依據前年度的前期試驗，開發 γ -H2AX 分析方法及建立檢量線，113 年持續完善此項新的技術，期能縮短劑量評估時間，並進一步提升國內生物劑量的偵測低限能力。

伍、其他補充資料（請上傳累積成果）

一、跨部會協調或與相關計畫之配合

本計畫之執行，原則上無涉跨部會協調，僅透過學術合作或勞務委託，以達技術精進與技術擴展之目的，並與相關計畫各執其職、互有溝通、相輔相成，以下為相關說明。

本計畫關係輻射作業場所之輻射評估、量測技術建立、輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立，其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，使用標檢局計畫所建立之各項活度或劑量標準，開發輻射防護、核設施除役與醫療品保等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。

110-113 年度與清華大學原科中心合作，進行懷孕女性工作人員相關情境之胎兒劑量評估技術及案例模擬研究，以核研技術為核心，透過學術合作進行技術精進與擴展，完成 ANSI/HPS N13.54 胎兒輻射劑量計算國際技術規範之引入，以及 4 組臺灣懷孕婦女體素假體(0 個月、3 個月、6 個月、9 個月)之 MCNP 蒙地卡羅模擬研究，且以整體子宮劑量代表胎兒劑量，計算出胎兒劑量轉換係數，112 年度完成懷孕女性工作人員胎兒劑量評估導則 1 份、懷孕婦女胎兒輻射劑量評估研究報告 1 份與不同孕期的子宮劑量轉換係數及擬定實務量測作法；113 年度完成國內懷孕女性工作人員之胎兒劑量不同輻射工作場所之劑量轉換係數表，以供國內懷孕女性工作人員實務管制參考。

人員生物劑量的評定，可提供本會進行輻射劑量評估與事故分析，目前已和高雄醫學大學與臺北醫學大學合作，項目包括協助申請人體試驗委員會(IRB)許可，及協助執行部分染色體之雙中節分析。亦同時完成 3 間國內實驗室之傳統染色體雙中節變異分析之實驗室間比對，建立國內實驗室間比對機制，驗證實驗室人員之分析能力。

二、大型科學儀器使用效益及共用分享機制說明

本計畫無編列購買大型科學儀器。

三、 其他補充說明(分段上傳)

計畫成果彙整如佐證資料表。

附錄、細部計畫年度執行摘要

細部計畫 1	接軌國際輻防技術 規範與精進量測技 術能力 (4/4)	計畫屬性	環境建構與改善	執行機關	國家原子能科技研究 院
重點描述	一、建立國際同步之輻射防護規範研究 接軌國內外輻防概念調整，針對技術規範、胎兒劑量及眼球水晶體劑量等技術層面之輻防架構、管制影響及評估方法進行研析，結合各界共同評估研修方向，以鞏固管制實務立基。 二、強化國內輻射檢校量測技術能力研究 精進游離輻射領域能力試驗執行之設備、技術、程序等，含括人員/肢端/眼球水晶體劑量計、輻射儀器校正、核種分析等研究，以提升第一線實驗室量測品質。並規劃與建置全球關切之透視攝影劑量品保、眼球水晶體劑量監測等實務傳遞鏈。 三、精進染色體變異分析技術與評估研究 持續國家級輻射生物劑量實驗室之國人背景值與反應曲線資料擴增，以助重建輻射意外事故劑量，並逐步發展 γ-H2AX 方法與電腦智慧型影像輔助分析提升分析效能。				
預算數（千元）	決算數（千元）	執行率（％）	節餘數（千元）	總人力（人年） 實際／規劃	
9,827	9,544	97.1	283	6.1/6.1	
其他資源投入	無				

預期關鍵成果 (由系統帶入，不可修改)	關鍵成果達成情形	主要成果使用者/服務對象/合作對象
子項計畫一： 建立國際同步之輻射防護規範研究	建立完整的胎兒劑量評估方法，包括「子宮劑量轉換係數表」及「常見輻射工作場所之子宮劑量轉換係數表」。提供具體的胎兒劑量評估流程及計算案例，供雇主在計算時參考，為未來臨床應用及相關監管機構提供指引，進一步保障輻射工作環境中懷孕人員及其胎兒的健康與安全。	使用者：主管機關、輻防專家學者、輻射工作人員 合作對象：清華大學
子項計畫一： 建立國際同步之輻射防護規範研究	辦理眼球水晶體劑量教育訓練宣導會，完成3場教育訓練，並完成相關宣導教材、文宣品，以及種子教師培育，以利後續推廣。	使用者：主管機關、輻射工作人員 合作對象：輻防協會
子項計畫二： 強化國內輻射檢校量測技術能力研究	完成「第9次輻射儀器校正能力試驗」、「第5次陸軍化生放核防護研究中心校正比對」與「第2次中子校正比對」研究，能力試驗研究之6家參與實驗為100%合格率，比對研究之判定結果顯示能力無差異，達成國內輔導與能力分析。	使用者：全國輻射儀器校正實驗室、輻射工作人員 合作對象：經濟部標準檢驗局、TAF、全國輻射儀器校正實驗室
子項計畫二： 強化國內輻射檢校量測技術能力研究	完成眼球水晶體劑量校正用ISO高空氣克馬率(IH)150 Hp(3)系統建立(擴充量測不確定度=4.2%(k=2))，可提供全國的人員劑量評估實驗室進行眼球水晶體劑量計IH150劑量照射與性能測試。	使用者：主管機關、放射醫療院所、輻射偵檢儀器銷售或檢校服務業者 服務對象：放射醫療院所、輻射偵檢儀器銷售或服務業者

子項計畫三： 精進染色體變異分析技術與評估研究	以委託研究技術服務，建立北部備援實驗室，輔導台○醫學大學，進行實驗室程序建立，通過人體試驗倫理審查委員會(Institutional Review Board, IRB)審查，取得人體試驗計畫同意。合法使用人體血樣進行研究，完成北部備援實驗室建立實驗室程序，培訓染色體雙中節背景值分析技術。完成 113 年度國人本土染色體雙中節背景值分析資料庫擴增，完成 3 例正常國人背景值染色體雙中節分析，本年度背景值平均為 0.973‰。	使用者：主管機關、輻射意外事故之輻射工作人員與一般民眾 合作對象：台北醫學大學附設醫院
子項計畫三： 精進染色體變異分析技術與評估研究	完成 TAF 新認證實驗室#4224 認證通過取得證書，並完成 1 名新進人員通過染色體雙中節訓練及考核，符合國際人員生物劑量實驗室硬體與生物安全實驗室人員訓練，以進行臨床檢體操作，來達成國際 ISO 人員生物劑量實驗室之安全標準。	使用者：主管機關、輻射意外事故之輻射工作人員與一般民眾 合作對象：國原院輻射防護研究所
遭遇困難與因應對策	(一) 建立國際同步之輻射防護規範研究： - 胎兒劑量規範評估技術研究：ICRP 60 號報告建議懷孕之女性輻射工作人員其膾餘妊娠期間下腹部表面之等價劑量，不得超過二毫西弗，且攝入體內放射性核種造成之約定有效劑量不得超過一毫西弗，而 ICRP 103 號報告則調整為懷孕之女性輻射工作人員其膾餘妊娠期間，胚胎或胎兒劑量不得超過一毫西弗。但目前國內外並無胎兒劑量直接監測之技術，因此如何監測評估胎兒劑量將成為一大困難。為解決此瓶頸將持續追蹤國際間胎兒劑量評估技術之最新發展，並引進 ANSI/HPS N13.54 胎兒輻射劑量計算方法進行研究。 (二) 強化國內輻射檢校量測技術能力研究： - 輻射防護能力試驗技術研究之人員劑量計能力試驗規範考量國內市場引進最新版國際規範可能之困境，如以主管機關立場，施政目標為接軌國際，爰引最新的國際規範【ANSI/HPS N13.11 (2009)人員劑	

量計能力試驗技術規範】據以推動，但對於各個人員劑量評估實驗室而言，考量適應新規範可能之不便及技術能力可能不足等考量，且新規範允差限值較為嚴苛，於新規範推行期間，除與各實驗室溝通、辦理研討會進行技術交流外，亦展現近十年人員劑量評估實驗室技術能力均能符合新規範要求的分析結果，以助於推動後續相關作業，接軌國際管制趨勢。

- 輻射防護能力試驗技術研究之肢端劑量計能力試驗，是國內市場新的規範要求，可能之困境在於如以主管機關立場，施政目標為接軌國際，爰引最新的國際規範據以推動，但對於各個劑量評估實驗室而言，考量需適應新規範之技術要求，以及自身的技術能力可能的不足，且需要另外申請認證才可提供服務而有排斥心理，本計畫將開辦說明會，加強肢端劑量計能力試驗宣導與技術交流，以協助提升國內人員劑量服務之品質。
- 輻射防護能力試驗技術研究之眼球水晶體劑量計能力試驗，目前未有通行之國際規範，需在國內透過試運行計畫，滾動式修訂國內技術規範，另需考量業者適應新規範可能之不便，且需要另外申請認證才可提供服務而有的排斥心理，本計畫於國家原子能科技研究院人員劑量實驗室引進國外眼球監測技術，並提供試運轉服務後開辦對外宣導會，增進眼球水晶體劑量計之監測技術與服務宣導交流，以提供國內人員劑量實驗室建置眼球水晶體劑量監測技術之參考。
- 計畫執行團隊遇同仁調職、離退、新進適應及可能的臨時交辦工作；更趨複雜與專業的採購作業流程與行政管理程序，致使採購作業時程冗長，負責提案承辦人需花費更多的時間、精力去承辦案件；以及現有照射系統如 X 光管超過使用時數、鈷六十射源活度偏低隱憂，計畫經費不足以支付現今市場上校正級 X 光機、鈷六十射源之價格，等等人力與經費資源吃緊問題。惟盡力協調於人力及相關經費資源因應，並透過技術能力實測評估設備堪用度，提前進行採購案件之提送，以適度調度資源因應可能會發生的各種狀況。
- ISO 4037 國際技術規範所列射質可能與放射診斷射質差異較大，但若採用與放射診斷射質較接近的國際電工組織 IEC 61267 系列射質作為劑量校正射質，則需針對 IEC 61267 系列射質，另外評估適當的物理量與操作量劑量轉換係數，方可使用於輻射劑量偵測儀器、人員劑量計、眼球水晶體劑量計等之校正。

（三）精進染色體變異分析技術與評估研究：

- 人員生物劑量評估技術維持與驗證：參與國際比對試驗時，負責主辦之實驗室因故未能如期舉行或取消辦理，為預防此現象發生，應於執行比對前一年與主辦單位確認國際比對時程，若未能確定舉辦時程或無法舉辦時，除應探尋其它國家主辦單位(如日本或法國)是否有舉辦國際比對，以利前置作業準

	備，亦應同步規劃國內備援實驗室比對，藉以驗證國內實驗室分析人員之能力，以隨時維持實驗室具備一定水準之人員生物劑量分析技術。 • TAF 實驗室維持：TAF 每年皆會指派稽核人員至認證實驗室進行年度稽核，若於查核時被查到重大缺失，則實驗室需要暫時停止運作並進行改善，直到缺失改善完成才能繼續進行運作，為防止重大缺失，實驗室同仁皆應接受 ISO17025 相關認證規範訓練，實驗室也要定期進行內部稽核以防重大缺失產生。 • 近年計畫團隊內多位同仁調陸續調職、離退，人力結構明顯不足，技術傳承與銜接有斷層之虞，除盡力協調人力，每年需重新訓練新進同仁，並透過聚焦訓練染色體雙中節分析技術(gold standard)能力，集中人力與資源在 ISO 17025 認證之染色體雙中節分析技術上，並加入電腦智慧型影像輔助分析技術，以因應可能會發生的各種狀況。
--	--

附表、佐證資料表

【A 論文表】

題 名	第一作者	發表年(西元年)	文獻類別	成果歸屬
The Trial of The Proficiency Testing of eye lens dosimeters in Taiwan (Radiation protection dosimetry)	廖○蘭	2024	D	子項計畫二 強化國內輻射檢校量測技術能力研究
Influences of radiation-protective devices on eye lens radiation doses for staff involved in fluoroscopy-guided interventional procedures: Interpretation of clinical observations through Monte Carlo simulations」	練○恩	2024	D	子項計畫一 建立國際同步之輻射防護規範研究
Evaluation of human biodosimetry	廖○蓉	2024	E	子項計畫三 精進染色體變異分析技術與評估研究

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
懷孕女性工作人員與胎兒劑量評估導則	提供懷孕女性工作人員不同孕期的子宮劑量轉換係數及擬定實務量測作法，以供國內懷孕女性工作人員實務管制參考	B	B	子項計畫一 建立國際同步之輻射防護規範研究

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

【B 合作團隊(計畫)養成表】

團隊(計畫)名稱	合作對象	合作模式	團隊(計畫)性質	成立時間(西元年)	成果歸屬
建立國際同步之輻射防護規範研究	國家原子能科技研究院(輻射防護研究所)、清華大學、輻防協會	B	A	2024	子項計畫一 建立國際同步之輻射防護規範研究
強化國內輻射檢校量測技術能力研究	國家原子能科技研究院(輻射防護研究所)、	B	A	2024	子項計畫二

	清大、同步輻射、台電、輻防協會、貝克西弗、全國認證基金會、克馬校正實驗室、陸軍化生放核訓練中心、輻射偵測中心				強化國內輻射檢校量測技術能力研究
精進染色體變異分析技術與評估研究	輻射防護組、國家原子能科技研究院(同位素所、輻射防護研究所)、北醫、長庚大學	B	A	2024	子項計畫三 精進染色體變異分析技術與評估研究

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。

【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
輻射工作場所之子宮劑量轉換係數	張○婷	2024	C	子項計畫一 建立國際同步之輻射防護規範研究
眼球水晶體劑量 IW 射質校正系統評估報告	吳○安	2024	C	子項計畫一 建立國際同步之輻射防護規範研究
染色體雙中節之分析方式及常見錯誤樣態	廖○蓉等人	2024	C	子項計畫三 精進染色體變異分析技術與評估研究

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。

【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
第九次輻射偵檢儀器校正能力試驗總結研討會	A	20240521	核能安全委員會/國家原子能科技研究院、經濟部標準檢驗局	子項計畫二 強化國內輻射檢校量測技術能力研究
第一次眼球水晶體劑量計能力試驗暨人員劑量計	A	20240726	核能安全委員會/國家原子能科技研究院、經濟部標準檢驗局	子項計畫二 強化國內輻射檢校量測技術能力研究

能力試驗總結說明研討會				
眼球水晶體劑量教育宣導講座：從眼球水晶體輻射防護談起：如何優化介入性放射診療中的輻射防護措施	A	20240921、20240928、20241019	核能安全委員會/國家原子能科技研究院、輻射防護協會	子項計畫一 建立國際同步之輻射防護規範研究

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
第九次輻射偵檢儀器校正能力試驗總結研討會	C	A	2024	國家原子能科技研究院	否	子項計畫二 強化國內輻射檢校量測技術能力研究
第一次眼球水晶體劑量計能力試驗暨人員劑量計能力試驗總結說明研討會	C	A	2024	國家原子能科技研究院	否	子項計畫二 強化國內輻射檢校量測技術能力研究
眼球水晶體劑量教育宣導講座：從眼球水晶體輻射防護談起：如何優化介入性放射診療中的輻射防護措施	B	B	2024	國家原子能科技研究院	否	子項計畫一 建立國際同步之輻射防護規範研究

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

【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
眼球水晶體劑量評估推廣宣導勞務服務	A	張○璫等人	2024	國家原子能科技研究院	子項計畫一 建立國際同步之輻射防護規範研究
第九次輻射偵檢儀器能力試驗總結報告	A	鄒○泓	2024	國家原子能科技研究院	子項計畫二 強化國內輻射檢校量測技術能力研究

Metafer MetaCyte 自動螢光掃描模組於 γ -H2AX 上的效益	A	廖○蓉等人	2024	國家原子能科技研究院	子項計畫三 精進染色體變異分析技術與評估研究
--	---	-------	------	------------	---------------------------

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。