

106 年度政府科技發展計畫 績效報告書 (D006)

計畫名稱：強化輻射安全與輻射醫療品質技術之
研究 (2/4)

執行期間：

全程：自 105 年 1 月 1 日 至 108 年 12 月 31 日

本期：自 106 年 1 月 1 日 至 106 年 12 月 31 日

主管機關：行政院原子能委員會

執行單位：長庚大學

中華民國醫學物理學會

國立清華大學

中華民國 107 年 4 月 10 日

目 錄

【106 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料(D003)】	1
【分年階段性目標達成情形與重要成果摘要表】	5
【106 年度績效自評意見暨回復說明(D007)】	9
第一部分	19
壹、 目標與架構	20
一、 目標與效益	20
(一) 目標	20
(二) 效益	26
二、 架構	29
三、 實際達成與原預期目標之差異說明	34
貳、 主要內容	35
一、 執行內容	35
二、 遭遇困難與因應對策	41
三、 實際執行與原規劃差異說明	41
參、 經費與人力執行情形	42
一、 經費執行情形	42
(一) 經資門經費表 (E005)	42
(二) 經費支用說明	43
(三) 經費實際支用與原規劃差異說明	43
二、 計畫人力運用情形	44
(一) 計畫人力結構 (E004)	44
(二) 人力實際進用與原規劃差異說明	44
肆、 已獲得之主要成果與重大突破(含量化 output) (E003)	45
第二部分	49
壹、 主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)	50
一、 學術成就(科技基礎研究)	50
二、 技術創新(科技技術創新)	50
三、 經濟效益(經濟產業促進)	51
四、 社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)	51
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)	52
貳、 跨部會協調或與相關計畫之配合	53
參、 檢討與展望	53
附表、佐證資料表	55
附錄、佐證圖表	58

【106 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料(D003)】

審議編號	106-2001-02-05-06						
計畫名稱	強化輻射安全與輻射醫療品質技術之研究 (2/4)						
主管機關	行政院原子能委員會						
執行單位	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	劉文熙		職稱	處長		
	服務機關	行政院原子能委員會輻射防護處					
計畫類別	延續一般計畫						
計畫群組及比重	環境科技 100 %						
執行期間	106 年 1 月 1 日至 106 年 12 月 31 日						
全程期間	105 年 1 月 1 日至 108 年 12 月 31 日						
資源投入 (以前年度 請填決算數)	年度	經費(千元)			人力(人/年)		
	105	21,870			23.5		
	106	13,287			20.0		
	107	16,218			22.5		
	108	20,000			27.0		
	合計	71,375			93.0		
	106 年度	經常門	經費項目		預算數(千元)	決算數(千元)	執行率(%)
			人事費	7,695		7,695	100.00%
				274		273	99.64%
				3,705		3,705	100.00%
				11,674		11,673	99.99 %
		資本門	土地建築		0	0	-
			儀器設備		1,632	1,614	98.90%
			其他資本支出		0	0	-
			小計		1,632	1,614	98.90%
經費合計			13,306	13,287	99.86%		

本計畫在機關 施政項目之定 位及功能	鑑於醫療輻射之應用需求與日俱增，各國輻射防護專業組織及衛生主管機關自 1990 年代中期，即開始提出建議、規範與研擬法規來提醒或限制醫療輻射曝露劑量。由於攸關全民之輻射安全，如何使民眾安心享受醫療輻射之益處，但毋須接受不必要輻射曝露之
--------------------------	---

	傷害，實為原能會現階段施政上迫切且重要之課題。 本計畫參酌國際發展趨勢，藉大規模訪查作業及研析相關量測與評估技術，建立我國各項醫療曝露品質保證之作業程序與技術規範、輻射劑量評估之研究、執行品保作業與量測技術以及計畫曝露量測規範與輻射安全風險評估等，使原能會之管制技術能與科技發展併進，保障就診民眾在接受合理的輻射劑量下，可獲得最大化放射診療效益，並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。 當原能會醫療輻射之安全管制符合國際趨勢，能有效確保醫療之輻射品質與輻射安全時，對政府大力推動之「醫療政策」—建立以病人為中心的醫療體系，降低癌症對民眾健康之威脅，向癌症宣戰，推廣癌症篩檢，改善治療品質等，均能展現一定成果。
計畫重點描述	本計畫分為下列 3 個分項計畫： 一、放射診斷設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究 1. 針對診斷的設備進行醫療曝露品保作業之檢(訪)查，並參考國際發展，綜合分析以提出精進法規之具體建議。 2. 建立符合國內醫學影像臨床現況的國家診斷劑量參考水平(National Diagnostic reference level, NDRL)建議值。 二、放射治療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究 1. 藉由實地檢查，詳加確認醫療院所中各放射治療設備的曝露品質，確保病患之醫療曝露品質與輻射安全，並持續更新原能會放射治療資料庫。 2. 對於新型放射治療技術進行實地訪查、辦理研討會並參考國際文獻，擬訂相關程序(建議)書，並提出精進法規的具體建議。 三、計畫曝露量測規範建立與輻射安全風險評估研究 1. 執行輻射源實際現場作業調查，並進行正常作業與可能發生之異常狀況的輻射劑量評估及輻射安全風險分析。 2. 逐步建立可發生游離輻射設備計畫曝露之量測規範，提升相關法令對輻射安全之管制效能。 備註： 本案中程計畫原有 4 個分項計畫，其中第 4 分項「輻射防護品保與劑量驗證評估技術研究」計畫，因應業務整併，故自 106 年度起移列「核設施除役與輻射防護劑量評估驗證技術研究(106-109)」計畫項下。
計畫效益與重大突破	一、放射診斷設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究 1. 完成乳房 X 光攝影儀、電腦斷層掃描儀及透視攝影 X 光機，

	共計 390 台之醫療曝露品質保證檢(訪)查作業，確保其輻射安全與醫療曝露品質，並進行數據分析及國際比較，作為未來精進醫療曝露品保相關法規之參考。 2. 擬訂乳房 X 光攝影儀、電腦斷層掃描儀及透視攝影 X 光機之國家診斷劑量參考水平標準化調查程序，可供後續大規模調查研究使用。 二、放射治療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究 1. 完成全國放射治療設備的品保作業實地檢查，確保治療民眾之輻射曝露品質，相關研究可為後續精進法規參考。 2. 完成我國影像導引成像系統(IGRT)之醫療曝露品保現況訪查，擬訂適用我國之 IGRT 品保作業導則及教材。 三、計畫曝露量測規範建立與輻射安全風險評估研究 1. 完成離子佈植機、靜電消除器及動物用 X 光機，共計 270 台之現場輻射安全訪查與檢測，與相關操作人員接受曝露劑量與輻射安全風險評估，並提出相關輻射安全管制之具體建議。 2. 收集並彙整 ICRP、IAEA 及 IEC 等國際組織，及加拿大、美國、澳洲等國之相關報告及管制規定；探討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，進而提出輻防管制及風險控管之具體建議。
遭遇困難與因應對策	無遭遇困難或落後。
後續精進措施	一、放射診斷設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究： 1. 目前國內之數位式乳房 X 光攝影儀，其品保作業程序係依各廠商送原能會審查通過之程序書執行，惟近年美國與歐盟對於各廠牌之數位式乳房 X 光攝影儀品保作業程序，建議應予彙整並精進，故本計畫於 105 年回顧國外相關文獻，參酌國際建議趨勢，研擬「適用於各廠牌之數位式乳房 X 光攝影儀之輻射醫療曝露品保作業程序書」草案，並於 106 年持續依據實地查驗結果進行修訂，以確保該程序書符合我國數位式乳房 X 光攝影儀品保作業實務需求。 2. 106 年續依 105 年完成之「輻射醫療曝露之診斷參考水平的標準化調查程序書」，建立調查問卷及數據分析架構，蒐集受檢者曝露條件等相關資料，以供 107-108 年進行數據分析，研提我國國家診斷參考水平之更新建議。 二、放射治療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究： 1. 106 年度執行立體定位放射手術/治療小照野照射技術之實地訪查與劑量特性研究，分析訪查結果並參考國際文獻，擬訂國內適用之小照野劑量量測標準化作業程序，以協助醫療

	院所提升小照野照射技術之劑量準確性。 2. 未來將繼續對新型放射治療技術進行實地訪查與研究，107年度將對強度調控放射治療技術進行研究與實地品保訪查，以期逐步推動新型放射治療技術之品保作業。 三、計畫曝露量測規範建立與輻射安全風險評估研究 1. 106 年度執行靜電消除器、離子佈植機及動物用 X 光機之實地訪查與檢測，評估其輻射劑量與風險，並蒐集國際管制規範與檢視國內輻防管制規定，作為後續輻射源管制相關法規與規範修訂之參考。 2. 未來將持續針對不同類別之可發生游離輻射設備執行實地訪查與檢測，以評估相關工作人員之輻射劑量與風險，並統計分析不同輻射設備之類型、特性及安全檢測作法，以及輻射安全測試報告中偵測業者使用之輻射偵檢器的特性，探討不同偵檢器的適用性，以逐步建立計畫曝露量測規範。			
計畫連絡人	姓名	王濬儒	職稱	技士
	服務機關	行政院原子能委員會		
	電話	(02) 2232-2189	電子郵件	cjwang@aec.gov.tw

【分年階段性目標達成情形與重要成果摘要表】

年度	階段性目標達成情形	重要成果摘要說明
一、放射診斷設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究		
105	1. 執行乳房 X 光攝影儀、電腦斷層掃描儀、透視攝影 X 光機之品保作業檢(訪)查作業； 2. 完成適用於我國之「輻射醫療曝露之診斷參考水平標準化調查程序書」與「適用於各廠牌之數位式乳房 X 光攝影儀之輻射醫療曝露品保作業程序書」初稿； 3. 精進透視攝影輻射安全訓練教材。	1. 推動放射診斷儀器之品保作業，提升我國輻射醫療之安全與曝露品質，確保受檢民眾之輻射安全與曝露品質。 2. 建立調查程序書，作為後續推動大規模診斷參考水平調查作業之基礎；擬訂各廠牌適用之乳房 X 光攝影儀醫療曝露品保程序書初稿，以助推動我國是項品保標準化作業；精進透視攝影輻射安全教材，供國內訓練使用，有助提升訓練成效、強化國內整體醫療輻射安全專業素養。 ※ 完成論文4篇、研究報告2篇、程序書1份。
106	1. 執行乳房 X 光攝影儀、電腦斷層掃描儀、透視攝影 X 光機之品保作業檢(訪)查作業； 2. 依據「輻射醫療曝露之診斷參考水平標準化調查程序書」完成數據分析架構與調查表格，並發放受檢者曝露條件問卷； 3. 依據 105 年度完成	1. 推動放射診斷儀器之品保作業，提升我國輻射醫療之安全與曝露品質，確保受檢民眾之輻射安全與曝露品質。 2. 依據 105 年建立之 NDRL 標準化調查程序書，對配有電腦斷層掃描儀及數位乳房 X 光攝影儀之醫療院所發放問卷，蒐集符合條件受檢者使用之臨床曝露條件與參數，作為後續推動大規模診斷參考水平調查作業之基礎。 3. 依據各廠牌適用之乳房 X 光攝影儀醫療曝露品保程序書初稿，進行實測與分析，評估後續品保流程之可行性，以助推動我國是項品保標準化作業。

	「適用於各廠牌之數位式乳房 X 光攝影儀之輻射醫療曝露品保作業程序書」進行實測與分析。	※ 完成論文5篇、研究報告1篇、程序書1份。
二、放射治療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究		
105	1. 執行放射治療設備品保檢查，並更新放射治療管控資料庫； 2. 完成影像導引成像系統之醫療曝露品保現況訪查，並擬訂相關作業導則與程序書。	1. 推動放射治療儀器之品保作業，提升我國輻射醫療之安全與曝露品質，確保受檢民眾之輻射安全與曝露品質。 2. 本計畫辦理之訓練課程與建立的作業程序或導則，提升我國醫療院所相關專業人員品保專業素養。 ※ 完成論文3篇、研究報告1篇。
106	1. 執行放射治療設備品保檢查，並更新放射治療管控資料庫； 2. 完成立體定位放射手術/治療小照野照射技術之實地訪查與劑量特性研究，擬定國內適用之小照野劑量量測標準化作業程序。	1. 推動放射治療儀器之品保作業，提升我國輻射醫療之安全與曝露品質，確保受檢民眾之輻射安全與曝露品質。 2. 本計畫辦理之訓練課程及建立之立體定位放射手術/治療小照野照射技術程序書，可提升我國醫療院所品保專業人員素養並提升小照野照射技術之劑量準確性，精進其治療技術品質。 ※ 完成論文3篇、研究報告1篇。
三、計畫曝露量測規範建立與輻射安全風險評估研究		

105	1. 完成 X 光管式靜電消除器及其他非醫療院所用登記備查類設備之輻射作業現場安全訪查與檢測，評估相關操作人員之劑量與風險，並提出輻射安全管制建議； 2. 彙整國際相關風險分析文獻與劑量管制規定資料，並與國內相關管制規定相比較。	1. 透過現場訪查與宣導，強化業界的輻射安全文化，提供操作人員更安全的輻射作業環境。 2. 本計畫所提出的法規精進建議，可作為未來法規推動與管制實務研擬之重要參考。 ※ 完成論文1篇、研究報告1篇、建議書1份。
106	1. 完成 X 光管式靜電消除器及其他非醫療院所用登記備查類設備之輻射作業現場安全訪查與檢測，評估相關操作人員之劑量與風險，並提出輻射安全管制建議； 2. 彙整 ICRP 74、ICRP 66 及 EURODOS RP106 國際相關文獻，探討與評估手持式偵檢器測得之空間劑量與人員有效劑量之關係、納入空間劑量與人員有效劑量之轉換因子之適用性。	1. 透過現場訪查與宣導，強化業界的輻射安全文化，提供操作人員更安全的輻射作業環境。 2. 針對偵檢儀器之適用性提出主管機關應正視及檢視之課題；另靜電消除器及離子佈植機之輻射安全訪查結果顯示，例行作業下多屬安全無虞，惟部分設備於長時間操作下仍有發生異常之可能，為提供工作人員安全的作業環境，仍建議持續進行訪查與檢測。 3. 提出法規修訂及劑量轉換因子之適用性建議，作為未來管制法規精進與人員劑量評估實務上之重要參考。 4. 透過文獻建議之不同能量光子之E/K_a及E/H*(10)轉換因子，可將輻射偵檢儀器讀值轉換為人員之有效劑量，以評估相關人員之輻射曝露劑量。 ※ 完成論文2篇、研究報告1篇、建議書

		1份。
四、輻射防護品保與劑量驗證評估技術研究		
105	1. 完成人員劑量計能力試驗計畫書、肢端劑量評估認證規範草案初稿； 2. 完成新 X 光照射系統之半值層與標準劑量率等，以及汰換更新之中子照射系統之人員劑量計能力試驗之射源上下時間評估等研究與輻射射質之品保驗證； 3. 建立了自動化的程式，可提供合適的高能中子指標(偵檢器能譜修正因子)； 4. 設計一種創新的游離輻射計讀儀與微小電流量測裝置，可獲得更準確的游離輻射劑量。另完成電子射束自製多功能性輻射測量郵校假體，並完成 10 台醫用直線加速器之臨床測試。	1. 人員劑量計能力試驗的研究與推動，有助強化我國人員輻射劑量計評定單位之整體品質，提供相關工作人員劑量更加準確、高品質的計測結果，以更有效保障工作人員之輻射之安全。 2. 研製游離輻射計讀儀與微小電流量測裝置，為開發放射造影和透視攝影用「劑量面積乘積游離腔計讀儀」的核心技術之一，可有助獲得更準確的游離輻射劑量，提升量測準確度，增加產品等級。 ※ 完成論文3篇、研究報告3篇、建立2個合作團隊。
106	因應業務整併，原第4分項「輻射防護品保與劑量驗證評估技術研究」計畫自106年度起移列「核設施除役與輻射防護劑量評估驗證技術研究(106-109)」計畫項下。	

【106 年度績效自評意見暨回復說明(D007)】

計畫名稱：強化輻射安全與輻射醫療品質技術之研究(2/4)

績效自評審查委員：董傳中、陳渙東、魏孝萍

序號	審查意見	回復說明
壹、計畫實際執行與原計畫目標符合程度(自評評分：<u>9</u>) 9-10 分：超越計畫原訂目標，且已就所遭遇困難提出有效之因應對策。 8 分：達成計畫原訂目標，且已就遭遇困難提出可行之因應對策。 7 分：大致達成原訂目標，且就遭遇困難所提因應對策尚屬可行。 1-6 分：執行內容與原規劃未符，或未達成原訂目標，或仍須對所遭遇困難提出更有效可行之因應對策。		
1-1	本計畫分為 3 個分項計畫執行：放射診斷品保作業、放射治療品保作業、輻射防護量測與風險，屬持續性之研發與推廣工作，106 年度計畫執行成果符合預期目標。	謝謝委員的支持。
1-2	本計畫子項計畫一「放射診斷設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究」106 年度已完成下列事項： 1.進行乳房 X 光攝影儀、電腦斷層掃描儀及透視攝影 X 光機的醫療曝露品質保證，並臨場執行現況檢查。 2.隨時進行乳房 X 光攝影儀及電腦斷層掃描儀國家診斷劑量參考水平調查作業，並持續進行精進標準化的調查過程。 3.設計透視 X 光攝影機之國家診斷劑量參考水平調查	謝謝委員的支持。

序號	審查意見	回復說明
	問卷。 4.與國內具診斷醫學物理之醫療院所合作,執行乳房 X 光攝影儀及電腦斷層掃描儀診斷參考水平之建立。 5.依 105 年擬訂之各廠牌數位式乳房 X 光攝影儀均適用之醫療曝露品保程序書實機測試並隨後修訂之。 6.針對乳房 X 光攝影、電腦斷層掃描及透視攝影 X 光機醫療曝露之品保人員,隨時舉辦教育訓練並測試。	
1-3	本計畫子項計畫一「放射治療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究」106 年度已完成下列事項： 1.進行全國醫用直線加速器、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、電腦刀及加馬刀的醫療曝露品質保證現況執行檢查，並收集分析檢測數據，同時輔導不合格醫療院所徹底進行改善作業。 2.設計透視 X 光攝影機之國家診斷劑量參考水平調查問卷，並隨時進行提供國	謝謝委員的支持。

序號	審查意見	回復說明
	家診斷劑量參考水平調查問卷。 3.與國內具診斷醫學物理師之醫療院所合作，建立乳房 X 光攝影儀及電腦斷層掃描儀診斷參考水平，並隨時提供調查問卷進行調查。 4.徹底執行更新原能會放射治療管控資料庫。 5.進行全國所有具備立體定位放射手術/治療之小照野射束技術醫療院所，原能會進行實地訪查並要求該醫療院所提出與是項技術之劑量特性之研究成果並列為參考資料。	
1-4	本計畫子項計畫一「計畫曝露量測規範建立與輻射安全風險評估研究」106 年度已完成下列事項： 1.完成 250 台可發生游離輻射設備安全的抽樣檢查。 2.空間劑量與人員有效之轉換因子評估。 3.蒐集並研析國際現行管制規定及作法，提出我國輻防風險控管之具體建議。 4.蒐集、研析國際間針對職業曝露劑量約束與最優化	謝謝委員的支持。

序號	審查意見	回復說明
	作法，並依據訪查結果提出我國劑量約束值與最優化作法之具體建議。	
貳、計畫經費及人力運用之妥適度(自評評分： <u>9.3</u>) 9-10 分：與原規劃一致。 7-8 分：與原規劃大致相符，差異處經機關說明後可以接受。 1-6 分：與原規劃不盡相符，且計畫經費、人力與工作無法匹配。		
2-1	本計畫經費執行情形，經常門執行率為 99.99%；資本門執行率 98.90%；人力運用部分與原規劃一致。	謝謝委員的支持。
參、計畫主要成就及成果(重大突破)之價值、貢獻度及滿意度(自評評分： <u>8.7</u>) 9-10 分：所達成量化指標或質化效益超越原計畫預期效益。 8 分：所達成量化指標及質化效益與原計畫預期效益相符 7 分：大致達成原計畫預期效益。 1-6 分：未達成計畫原計畫預期效益。		
3-1	本計畫藉由大規模訪查與研析，建立量測技術與評估方法，以提升醫療品保與輻射安全，保障一般民眾與作業人員輻射曝露之合理抑低。	謝謝委員的支持。
3-2	本計畫所達成量化指標及質化效益超越原計畫預期效益，惟分項計畫「放射診斷設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究」績效報告基本資料顯示，完成乳房 X 光攝影儀、電腦斷層掃描儀及透視攝影 X 光機共計 390 台之醫療曝露品質保證檢(訪)查作業，然而重要成果摘要 106	謝謝委員的寶貴意見。 分項計畫「放射診斷設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究」為一透過檢(訪)查及數據分析之長期研究，106 年檢(訪)查重要成果強調乳房 X 光攝影儀之實測與分析部分，係因 105 年已完成「依據各廠牌適用之乳房 X 光攝影儀醫療曝露品保程序書初稿」，

序號	審查意見	回復說明
	年僅顯示執行乳房 X 光攝影儀之實測與分析，缺電腦斷層掃描儀及透視攝影 X 光機部分之描述。	故透過實測評估其可行性，作為後續修訂之參考。 承上，目前各項設備之檢（訪）查作業，均尚在數據蒐集階段，規劃於 108 年提出各項設備品保法規施行前後檢（訪）查結果比較與長期趨勢分析，以提出精進醫療曝露品保法規之建議。 而除檢（訪）查外，原能會亦透過問卷分析及派員實地量測方式進行研究，106 年度成果分述如下： 1. 電腦斷層：106 年度業依 105 年建立之乳房 X 光攝影儀及電腦斷層掃描儀及診斷劑量參考水平（DRL）標準化調查程序書，對配有前項設備之醫院發放問卷，蒐集符合條件受檢者使用之臨床曝露條件與參數，作為後續推動大規模診斷參考水平調查作業之基礎，期逐步建立符合國內醫學影像臨床現況的國家診斷劑量參考水平。 2. 透視攝影：因其用途廣泛，且臨床檢查項目繁複，為避免得到錯誤資訊，106 年度亦透過實地測量結果分析擬訂國家診斷參考水平之調查

序號	審查意見	回復說明
		程序，並精進透視攝影輻射安全教材，提供國內相關單位訓練使用，幫助提升相關人員專業素養。 上述相關內容可參閱績效報告書 p21-22 之「計畫效益與目標達成情形」。
肆、跨部會協調或與相關計畫之配合程度(自評評分：9.3) 10 分：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 分：跨部會協調或與相關計畫之配合情形良好。 7-8 分：跨部會協調或與相關計畫之配合情形尚屬良好。 1-6 分：跨部會協調或與相關計畫之配合情形仍待加強。		
4-1	本計畫執行無須跨部會協調，但會與相關學研單位合作，其中有關乳房 X 光攝影儀之醫療曝露品保檢查相關數據，應持續提供衛生福利部國民健康署參考。	謝謝委員的寶貴意見。 有關乳房 X 光攝影儀之醫療曝露品保檢查報告，本會均會提供衛生福利部國民健康署參考。
4-2	本計畫執行單位包括長庚大學、中華民國醫學物理學會、國立清華大學，各單位專家於執行過程中，除專心提供與自己相關專業資料外，不足之處也與其他單位專家互相切磋，以獲得最被認同的成果。	謝謝委員的支持。
4-3	本計畫之撐大樑者皆為相關領域之知名學者、教授、博士；此外，參與本計畫人員被國外重要期刊納入者一人、發表於國際研討會者(同)一	謝謝委員的支持。

序號	審查意見	回復說明
	人、被國內期刊納入者三人以及發表於國內研討會者五人，學歷分別為：碩士 6 人、學士 1 人(皆為後起之秀)。	
4-4	本計畫專業部分可獨立執行，然資料運用及成果推動涉及其他部會，應連繫、整合衛福部及勞動部之意見。	謝謝委員的寶貴意見。 配合衛生福利部國民健康署推動乳癌篩檢政策，有關乳房 X 光攝影儀之醫療曝露品保檢查報告，本會均會提供該署參酌使用。 至於可發生游離輻射設備之輻射安全及醫療曝露品保作業研究相關資料，囿於部會分工及執掌不同，資料運用層面亦未涉及該二部會，故現行係獨立執行，未來如有政令宣導需要或管制上的合作，將進行跨部會溝通並建立合作模式。
伍、後續工作構想及重點之妥適度(自評評分： <u>7.7</u>) 9-10 分：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 分：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 分：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。		
5-1	本計畫除由相關領域之知名學者等撐大樑外，年輕的後起之秀持續磨練在輻射相關的醫學領域必有更輝煌的成果。	謝謝委員的支持。
5-2	參與本計畫被國外重要期刊納入者，也於國際研討會發表其研究成果，兩項皆頗受重視。再經過同儕的相互激	謝謝委員的支持。

序號	審查意見	回復說明
	盪，又加上撐大樑的前輩多加指點，定會有更進一步的提升，有這一群在輻射醫學上頗有成就的群體，這些專家將來必能在此一領域，在國際上發揚光大。	
5-3	本計畫屬持續性工作，除原有項目外，應探討精進改善之方向，以及推廣應用之措施。	謝謝委員的寶貴意見，本計畫分年度均訂有執行目標，逐年檢討改進及滾動修正，另將積極辦理研討會及輔導講習會，推廣，以深植我國相關從業人員之輻防觀念及推廣品保作業。
5-4	後續工作應指 107 年及其後之工作構想，然績效報告基本資料(D003)之「後續精進措施」內容，仍多以陳述 106 年工作為主。	謝謝委員的寶貴意見，107 年度及後續工作構想補充如下： 1. 分項計畫一「放射診斷設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究」，將依據「輻射醫療曝露之診斷參考水平的標準化調查程序書」及蒐集受檢者曝露條件等相關資料，於 107-108 年進行數據分析，俾研提我國國家診斷參考水平之更新建議。 2. 分項計畫二「放射治療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究」，未來將持續針對新型放射治療技術進行實地訪查與研究，107 年度將對強度調控放射治療技術進行

序號	審查意見	回復說明
		實地品保訪查及研究，以期逐步推動新型放射治療技術之品保作業。 3. 分項計畫三「計畫曝露量測規範建立與輻射安全風險評估研究」，未來將持續針對不同類型之可發生游離輻射設備執行實地訪查與檢測，並規劃於 107 年建立評估不同偵檢器對 X 光機偵測之特性響應函數及探討其適用性。未來除敘明當年度之研究與工作內容外，亦將分析檢討當年度之執行狀況，俾調整後續規劃。
陸、總體績效評量暨綜合意見 (自評評分： <u>9</u>) 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		
6-1	本計畫總體執行績效優良，成果量化指標多超越原訂目標。	謝謝委員的支持。
6-2	輻射醫學領域之專家學者用心協力，提供原子能委員會稽查各相關醫院，促使醫療設施更能以先進的科技，完成各項與輻射相關不易解決的疑難雜症。	謝謝委員的支持。
6-3	在大型醫院，不難看到行動非常困難且極端痛苦的患者，如果本團隊能夠於幕後提供相關醫師更進一步的治	謝謝委員的寶貴意見。 科技發展日新月異，輻射之醫療應用亦日益普及，原能會樂見輻射之民生醫療應用蓬勃

序號	審查意見	回復說明
	療方向，相信醫院的品質會更佳；此外，利用輻射的行業不少，但對人類的病痛尤其癌症患者，輻射對癌也可能有不低的抗拒力，若能讓患者大幅降低病痛，那真是醫師的大功德。	發展，惟原能會為輻射安全之主管機關，醫療方向並非本會執掌，且考量醫療行為之特殊性以及高度專業性，故仍宜由相關醫學會研析討論後擬訂方針；惟本會將就輻安管制執掌，持續與相關學（協）會合作推動醫療曝露品質保證作業，以確保接受放射診療民眾及工作人員之輻射安全。

第一部分

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、目標與架構

一、目標與效益

(一) 目標

本計畫共有 3 個分項計畫，其執行目標分述如下：

1. 放射診斷設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究

「輻射醫療曝露品質保證作業」是醫用輻射安全中相當重要的一環，它是一種醫療輻射最適化之管理，要求醫院擬定醫療曝露品質保證計畫，並透過專業之品保人員，定期依標準作業程序執行輻射醫療設備之各項品質保證測試，確保其各方面性能正常，放射治療設備照的不偏不倚、照的不多不少，符合醫師的醫療處方；放射診斷設備可於合理的劑量下，獲得最佳的影像品質，供醫師做最佳的診斷，以提升國內輻射醫療品質，降低病人不必要的輻射曝露劑量。

在歐美先進國家，無論是政府管制機構、醫療認證機構、醫院評鑑，甚或醫療保險給付單位，均相當重視輻射醫療曝露品質。而放射診斷影像的品質牽涉甚廣，包括儀器設備、造影方法與影像判讀等，其醫療曝露品質保證作業的目標即在得到最佳的影像品質，供醫師進行影像判讀，作為疾病診斷之依據。因此如何建立影像品質與輻射劑量之間的平衡，以達最佳化的醫療診斷效益是極為重要的。

本計畫針對放射診斷設備（包括乳癌篩檢的利器：乳房 X 光攝影儀，及醫療輻射劑量較高的電腦斷層掃描儀與透視攝影 X 光機）進行醫療曝露品保作業之檢(訪)查作業，並蒐集相關數據，參酌國際發展趨勢，綜合分析以提出精進輻防管制措施之具體建議，並建立符合國內放射醫學影像臨床現況的國家診斷劑量參考水平 (Diagnostic Reference Level, DRL)建議值。

(1) 乳房 X 光攝影儀

我國衛生福利部國民健康署自 91 年開始推動乳癌篩檢政策，造福廣大女性族群，而在實行乳房 X 光攝影檢查時，如何獲得高診斷價值的影像，同時合理抑低受檢者乳房之曝露劑量，是相當重要的，尤其考量乳腺對輻射的高敏感性，如何確保乳房 X 光攝影篩檢的品質及受檢婦女的輻射安全，是主管機關必需要面對的課題。本計畫藉由對乳房 X 光攝影儀執行常規性品質保證測試，確保儀器設備在影像與劑量皆維持於一定水平，確保受檢婦女的醫療曝露品質及輻射安全，並期提高醫生判讀篩檢影像的正確性。另藉由實地訪查與數據分析，得知我國實施乳房 X 光攝影品質保證作業之成效，提出醫療曝露品保作業之精進建議，建立符合國內醫學影像臨床現況之乳房 X 光攝影國家診斷劑量參考水平建議值。

原能會於 97 年將乳房 X 光攝影設備納入醫療曝露品保法規，並參考美國乳房 X 光攝影品質標準法案(Mammography Quality Standard Act, MQSA)，要求醫院遵循該廠牌數位式乳房 X 光攝影儀製造廠商建議之品保流程、頻率及標準。但使用不同之品保流程，增加品保作業執行的複雜度且不利於管制；另不同廠牌之乳房 X 光攝影儀因為執行品保之方式不同，執行成果難以比較。有鑑於此，本計畫 105 年參考最新國際發展，訂定各廠牌數位式乳房 X 光攝影儀均可適用的醫療曝露品保程序書，並進行品保人員培訓。106 年即針對目前國內 8 家不同廠牌之數位式乳房 X 光攝影儀，包含 GE、Hologic、Siemens、IMS Giotto、Fujifilm、Konica、Kodak 及 Philip 等納入測試對象。

(2) 電腦斷層掃描儀

由於放射醫學的進步，目前醫療院所大量使用放射診斷儀器進行疾病檢查，醫療輻射所造成的劑量已占所有人造輻射劑量的最大宗，如何確保民眾的醫療曝露品質及輻射安全，是政府不容輕忽的課題。其中電腦斷層掃描儀設備，隨著科技發展，斷層影像已由一

次單一切片躍升到一次可以取得 320 切片以上精密的電腦斷層影像，亦有配備雙 X 管球的電腦斷層掃描儀(dual-head CT scanner)，都可加快檢查速度、縮短檢查時間，且其影像的解析度不斷提升，再搭配功能強大的影像處理軟體，甚可以獲得 3D 立體影像，有助於醫師進行疾病診斷，也因此使得民眾接受放射檢查的頻次增加。

由於電腦斷層掃描檢查在一次檢查過程中可獲得大量的放射影像，因此是所有放射診斷檢查中，給予受檢者劑量最高的。本計畫藉由對電腦斷層掃描儀執行常規性品質保證測試，方能確保儀器設備在影像與劑量皆維持於一定的水平之上，進而在得到最佳醫學影像之前提下，合理抑低輻射劑量。

另外，自 1990 年國際輻射防護委員會(International Commission on Radiological Protection, ICRP)提出診斷劑量參考水平(Diagnostic Reference Level, DRL)的概念，1996 年 ICRP 並於其 73 號報告中詳述診斷劑量參考水平，建議針對常見的放射診斷檢查，建立易執行與判斷的診斷劑量參考程序。國際原子能總署 (International Atomic Energy Agency, IAEA)於其出版之安全標準系列及其基本安全標準(Basic Safety Standards, BSS)中，亦建議放射醫學應使用診斷劑量參考水平作為臨床放射診斷之參考，以確保病患於接受放射線檢查時，能得到具有診斷價值之影像，且合理亦低其接受的劑量，若所測得劑量超過或遠低於其診斷劑量參考水平，則必須進行檢討及調查，確認是否已採取最佳的輻防措施以及確保其影像品質的良好。另外 IAEA 亦建議國家診斷劑量參考水平(NDRL)可由大範圍之普查，分析所得之數據後建立，或是由已發表且符合本國國情之數據取代。歐美先進國家，例如英國，施行放射診斷參考水平已有多多年且成效良好，確實有效降低英國整體放射診斷檢查之輻射劑量。藉由赴醫療院所現場檢（訪）查，收集全國醫療院所之電腦斷層掃描儀劑量數據，並經由標準化分析流程，將可提出我國國家診斷劑量參考水平更新建議值，未來可供醫療院所參考使用。

(3) 透視攝影 X 光機

國際原子能總署和國際輻射防護委員會於推廣輻射防護應用的基本原則時，均提及進行醫學影像檢查時，應以保有足夠之影像品質為前提，給予受檢者最小之輻射劑量。透視攝影由於可提供即時動態的 X 光影像，於介入性診療過程中廣泛使用，例如：心導管診療作業、血管攝影及腸胃道攝影等，但若透視作業操作不當，致病患同一部位曝露時間過久、接受過多輻射劑量，便會產生皮膚的輻射傷害，由國際原子能總署所發起的一個於 2002 年到 2006 年 6 個國家共同參與，探討透視程序下病患的皮膚輻射吸收劑量之研究結果證實上述皮膚輻射傷害情形。國內醫療設備之進步，醫療院所使用透視攝影引導之程序日漸增加，且愈來愈多複雜程序，需要較長時間之透視，若操作不當即可能造成病患皮膚之傷害。因此，基於保障民眾輻射安全，應先瞭解台灣使用透視攝影 X 光機的狀況，並訪查其設備之醫療曝露品質，進而輔導醫療院所執行透視攝影 X 光機之品保作業，並以問卷調查、資料收集方式，分析整理並提出我國透視攝影之國家診斷劑量參考水平建議值，未來可供醫療院所參考使用。

另外，由於醫療院所中有許多單位均會執行透視作業，其臨床操作人員常常為各專科醫師，並非受過許多輻射安全專業訓練的放射線專科醫師或醫事放射師，而透視作業的輻射安全與操作者對輻射安全的瞭解與其操作習慣息息相關。本計畫亦將擬訂不同專科醫師適用之透視攝影輻射安全訓練教材，此教材將可提供予專業醫學會進行推廣，以深植國內透視攝影輻射安全文化，更加保障受檢病患與操作人員之輻射安全。

此外，本會推動醫療曝露品保制度迄今已 14 年，目前已有 11 項設備納入品保，考量透視攝影 X 光機使用率及造成相關從業人員與接受診療民眾之輻射曝露較高，並確保民眾診療品質與相關從業人員之輻射安全，本會將優先推行該項設備之醫療曝露品保納法事

宜，希透過本研究計畫之蒐集資料並進行數據分析，作為本會研擬透視攝影 X 光機品保法規之參考。

2、放射治療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究

目前癌症治療的方式以手術切除、化學治療及放射治療三種方法為主，其中放射治療係以高能輻射線局部照射腫瘤以殺死癌細胞，由於放射治療的輻射線猶如兩面刃，其可殺死腫瘤細胞，但也會對照射到的正常組織造成傷害，進而影響治療成效與病患未來之生活品質。因此，治療劑量的輸出是否不多不少、照射的區域是否不偏不倚就顯得格外重要，國際上對於放射治療設備之醫療曝露品質相當重視。原能會自 94 年起即陸續推動放射治療設備的醫療曝露品保作業，目前已將國內 6 種放射治療設備（醫用直線加速器、含鈾 60 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機、電腦斷層治療機、電腦刀及加馬刀）納入輻防法規進行管制，目前國內計有 70 餘家醫療院所可執行放射治療作業。

本計畫藉由實地檢查，詳加確認前述各項治療設備的曝露品質，以確保接受放射治療病患之曝露品質與輻射安全。另透過逐年訪查、數據收集與國際趨勢分析，更新原能會放射治療管控資料庫，並針對現行放射治療醫療曝露品保法規進行完整檢視，提出法規精進之具體建議。另外，因應國內日漸普及的新型放射治療技術，本計畫將參考國際文獻、研擬相關品保作業程序書與建議書，並透過辦理實地查訪及教育訓練，培訓醫療院所人員進行治療位置與治療劑量驗證作業，強化其放射治療之專業知能，進而提升國內整體放射治療品質。

3、計畫曝露量測規範建立與輻射安全風險評估研究

國際放射防護委員會(International Commission of Radiation Protection, 簡稱 ICRP)於 2007 年之新的輻射防護建議書(第 103 號報告, ICRP 103)中提出三種曝露狀況:計畫曝露(Planned exposure situation)、緊急曝露(Emergency exposure situation)、既存曝露(Existing exposure situation),建議由過去以輻射作業與干預為基礎的防護方法,演變為應用於所有可控制曝露狀況(計畫、緊急、既存等三種曝露狀況)之正當化與防護最適化原則的防護方法,針對計畫曝露之輻射防護最適化應著重於劑量約束和風險約束。計畫曝露情況包括職業曝露,公眾曝露、醫療曝露,以及正常作業條件下因作業誤失而造成的潛在曝露。

國內在計畫曝露輻射源的管制上,主要分為放射性物質、可發生游離輻射設備、核子反應器等三類,在應用上又以可發生游離輻射設備之使用數量最多。自 92 年游離輻射防護法實施後,原能會依可發生游離輻射設備風險不同,分為「許可類」及「登記備查類」管制。目前國內醫用可發生游離輻射設備約有 1 萬 8 仟餘台,非醫用可發生游離輻射設備約為 7 千餘台,合計約 2 萬 5 千餘台。其中「許可類」可發生游離輻射設備約佔 550 餘台,因其能量高且輻射安全風險影響較大,故原能會每年均辦理醫療院所輻射安全專案檢查,派員至現場逐一查核,以確保此類設備輻射安全。

續上,在「登記備查類」X 光機(數量約佔 25,000 餘台),目前之管制為在正常使用期間,原能會要求設施經營者依「放射性物質與可發生游離輻射設備及其輻射作業管理辦法」,每 5 年實施輻射安全測試,測試報告留存備查。原能會每年對一定比例登記備查類 X 光機執行輻射安全檢查抽查作業,以督促設施經營者落實輻射安全自主管理,保障民眾安全。可發生游離輻射設備可依據公稱電壓或粒子能量區別登記或許可之管制類別,於特定公稱電壓範圍內,雖具有相同之輻射輸出能量,但因其類型、用途及使用情況等有別,所產生之輻射影響及風險亦不盡相同。

本計畫針對一定比例可發生游離輻射設備執行輻射安全檢查抽查作業，督促設施經營者落實輻射安全自主管理，保障民眾安全，並統計其類型、用途，進行輻射劑量評估及輻射安全風險分析，有助於輻防管制效能之提升；另亦參考研析國際現行管制作法，建立非醫用可發生游離輻射設備之職業曝露量測方法與規範及職業曝露之輻射風險分析方法，評估現行管制之可發生游離輻射設備中，對人體影響可忽略者減少管制措施之可行性，以達到便民服務及提升相關法令對輻射安全之管制效能。

(二) 效益

1、放射診斷設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究

透過全面性進行我國電腦斷層掃描儀及乳房 X 光攝影儀之醫療曝露品保檢查作業，分析其檢查結果趨勢，進而提出管制作為精進之建議；另參考國際趨勢，綜整簡併國內不同廠牌型號之數位式乳房 X 光攝影儀之品保作業程序，制訂各廠牌數位式乳房 X 光攝影儀均適用之輻射醫療曝露品保作業程序書，以降低品保作業之複雜性及減少品保人員犯錯機會，提升醫療曝露品保推動成效。

另藉由透視攝影 X 光機之醫療曝露品保實地訪查作業，進行我國透視攝影 X 光機之使用現況調查與分析，並輔導醫療院所執行透視攝影 X 光機醫療曝露品保作業，進而瞭解醫療院所推動上可能面臨之困境，作為原能會未來推動透視攝影 X 光機之輻射醫療曝露品保作業之基石；而制訂不同專科醫師適用之透視攝影輻射安全訓練教材，有助專業醫學會進行推廣，以深植國內透視攝影輻射安全文化，強化受檢病患與操作人員之輻射安全。

建立我國適用之電腦斷層掃描儀、乳房 X 光攝影儀與透視攝影 X 光機之國家診斷參考水平標準化調查程序，並據以完成調查，可建立或更新我國這 3 類放射診斷設備之國家診斷參考水平建議

值，進一步可與國際之建議值比較、分析，並可適時提供醫療院所與衛生主管機關參考使用。

2、放射治療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究

執行全國醫用直線加速器、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、電腦刀及加馬刀之醫療曝露品保檢查作業，提升國內醫療院所放射治療之醫療曝露品質，確保病患輻射安全，並據以更新本會放射治療控管資料庫。

此外，為確保先進放射治療技術使用上之醫療曝露品質及輻射安全，逐年針對國內已應用於臨床之新型放射治療技術，如影像導引放射治療（IGRT）、立體定位放射手術/治療（SRS/SRT）及立體定位軀體放射治療（SBRT）所使用之小照野的劑量照射技術、強度調控放射治療技術（IMRT）與體積強度弧形放射治療技術（VMAT）之劑量及位置準確性等議題進行研究分析，106 年度完成立體定位放射手術/治療使用之小照野射束劑量校驗研究，同時制定其醫療曝露品保作業程序書，及辦理 3 場立體定位放射手術/治療小照野照射技術技術」之劑量量測標準化作業程序教學研習討論會，與臨床執行放射治療之品保專業人員進行宣導、訓練與溝通，促使該等品保人員深入瞭解全國不同醫院間所執行之品保作業現況，加以檢視其品保作業程序是否確切執行，以公開討論之形式，進行經驗分享及回饋，建立我國放射治療之品保作業共識，據以落實放射治療設備之醫療曝露品質保證作業，確保病患之治療品質。

3、計畫曝露量測規範建立與輻射安全風險評估研究

對工作人員或民眾日常生活經常接觸且數量龐大之可發生游離輻射設備進行輻射安全抽查，確保業者確實遵從相關規定辦理，並評估現行管制措施對輻射安全之影響。藉由現場作業調查與業者

直接對話，宣導輻射劑量與風險等輻射安全防護觀念，提升相關人員之輻射防護觀念及知能；另參考研析國際現行管制作法，建立適當之人員輻射劑量評估及風險分析方法與規範，提升整體輻防管制效能。

二、架構

細部計畫		子項計畫		主持人	共同主持人	執行機關	計畫原訂目標	計畫效益與目標達成情形
名稱	預算數/ (決算數) (千元)	名稱	預算數/ (決算數) (千元)					
強化輻射安全與輻射醫療品質技術之研究	13,306/ (13,287)	1. 放射診斷設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究	9,126/ (9,107)	蔡惠予	黃怡璇 陳拓榮 萬永亮	長庚大學	(1) 針對國內乳房 X 光攝影儀、電腦斷層掃描儀及透視攝影 X 光機，執行輻射醫療曝露品質保證作業檢(訪)查，並進行數據分析。	106 年度計執行 160 台乳房 X 光攝影儀、181 台電腦斷層掃描儀及 163 台透視攝影 X 光機的醫療曝露品質保證現況檢(訪)查。
							(2) 依據 105 年建立之乳房 X 光攝影儀及電腦斷層掃描儀之診斷劑量參考水平(DRL)標準化調查程序書，設計與發放受檢者曝露條件問卷進行調查，預計以 3 年時間完成全國數據調查與分析，進而與國際比	106 年度計回收 289 份調查問卷，並依問卷回饋修訂我國國家診斷劑量參考水平(NDRL)程序書及問卷，後續將持續精進標準化調查程序書，並提出我國 NDRL 建議值，以及醫療院所執行機構診斷劑量參考水平(LDRL)之相關建議，供國內醫療院所參

							較。	考使用，以助提升我國 輻射醫療品質。
							(3) 設計透視 X 光攝影 機國家診斷劑量參 考水平調查問卷。	透視攝影 X 光機用途廣 泛，且臨床檢查項目繁 複，為避免得到錯誤資 訊，本問卷改為由檢查 員實地測量所取得的 數據為主，同時完成確 認國家診斷參考水平 的技術調查程序。共計 蒐集 150 份有效問卷。
							(4) 依照 105 年擬訂之 「適用於各廠牌數 位式乳房 X 光攝影 儀之輻射醫療曝露 品保作業程序書」 初稿進行實機測 試，並適時修訂。	業依程序書初稿進行 大規模實測驗證及修 訂，進而精進我國數位 式乳房 X 光攝影儀品保 作業程序。
							(5) 擬訂不同專科醫師 適用之透視攝影輻 射安全訓練教材。	完成精進透視攝影輻 射安全訓練教材 1 份， 可供醫療院所作為院 內輻射安全教育訓練 使用。
							(6) 辦理乳房 X 光攝影	106 年共辦理 6 場品保

							儀、電腦斷層掃描及透視攝影 X 光機醫療曝露品保人員實作訓練。	實作訓練（乳房 X 光攝影儀 1 場、電腦斷層掃描儀 3 場及透視攝影 X 光機 2 場），持續協助我國醫療院所培訓醫療曝露品保專業人員。
		2. 放射治療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究	2,493/ (2,493)	蕭安成	劉明祥 許世明	中華民國醫學物理學會	(1) 進行全國醫用直線加速器、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、電腦刀及加馬刀的醫療曝露品質保證現況檢查。	106 年計完成 205 台放射治療設備品保檢查，並蒐集分析檢測數據，輔導不合格醫療院所改善。
							(2) 更新原能會放射治療管控資料庫。	持續更新原能會放射治療管控資料庫。
							(3) 進行全國所有具備立體定位放射手術/治療之小照野照射技術之醫療院所實地訪查與是項技術之劑量特性研究。	106 年計完成 53 台具備立體定位放射手術/治療之小照野照射技術之放射治療設備品保檢查，並蒐集分析測量數據。
							(4) 進行立體定位放射	藉由實地訪查與研究，

							手術/治療小照野照射技術之實地訪查與劑量特性研究，擬定國內適用之小照野劑量標準化作業量測程序。	完成「立體定位放射手術/治療小照野照射技術」之小照野劑量標準化量測作業程序與教材。
							(5) 辦理放射治療醫療曝露品保專業訓練。	106 年計辦理 3 場放射治療品保作業程序討論會，透過討論與溝通，強化我國放射治療品保人員專業能力，進而提升我國整體放射治療醫療曝露品質。
		3. 計畫曝露量測規範建立與輻射安全風險評估研究	1,687/(1,687)	許芳裕	無	國立清華大學	(1) 進行國內 250 台可發生游離輻射設備之輻射安全檢測及訪查。	106 年計完成 100 台離子佈植機、160 台靜電消除器以及 10 台動物用(獸醫)X 光機，總計 270 台可發生游離輻射設備之現場輻射安全訪查與檢測，檢查不合格項目，均已限期完成改善。
							(2) 蒐集並彙整文獻，探討空間劑量與人員有效劑量之轉換	彙整回顧 ICRP 74、ICRP 66 及 EURODOS RP106 國際相關文獻，探討與

							因子評估，可用於將偵檢器量測之空間劑量結果轉換為人員劑量。	評估手持式偵檢器測得之空間劑量與人員有效劑量之關係、納入空間劑量與人員有效劑量之轉換因子之適用性。
							(3) 進行相關操作人員劑量與風險評估，包含設備正常使用與異常使用之劑量與風險評估。	完成離子佈植機與靜電消除器及動物用(獸醫)X 光機之操作人員接受劑量與輻射安全風險評估，推估出最大可能風險，並提出輻射安全管制相關建議。
							(4) 蒐集、研析國際間針對職業曝露劑量約束與最優化作法。	蒐集 OECD NEA 提出之調查報告，研析彙整先進國家採行 ICRP 之經驗及實施劑量約束之資訊，就國內輻防管制之職業及公眾曝露提出劑量約束與最優化之建議。

三、實際達成與原預期目標之差異說明

本年度實際達成之成果均符合原預期設定之目標。

貳、主要內容

一、執行內容

本研究計畫按專業領域分成 4 項分項計畫，各分項計畫執行內容及成效說明如下：

（一）放射診斷設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究

● 綱要計畫

1. 對應受重視的醫學影像的輻射曝露品質，包含乳房 X 光攝影、電腦斷層掃描與透視攝影，進行國內醫療院所執行輻射醫療曝露品質保證作業現況的檢（訪）查與長期趨勢分析。
2. 對放射診斷的輻射醫療曝露建立一套我國適用的診斷劑量參考水平（Diagnostic Reference Level, DRL）調查機制，並進行國家診斷劑量參考水平（NDRL）及機構診斷劑量參考水平（LDRL）之研究分析。

● 細部計畫

1. 執行電腦斷層掃描儀與乳房 X 光攝影儀品保檢查，分析長期成效與提出精進法規建議。
2. 執行透視攝影儀品保訪查、辦理輔導並評估納入品保法規可行性。
3. 建立我國適用之電腦斷層掃描儀、乳房 X 光攝影儀及透視攝影 X 光機國家診斷參考水平標準調查程序，提出建議值並做國際比較，並進行電腦斷層掃描儀與乳房 X 光攝影儀機構診斷參考水平研究。
4. 進行固定型乳房 X 光攝影儀與乳房 X 光攝影巡迴車之醫療曝露品保檢查結果分析。

● 106 年度執行內容

1. 進行乳房 X 光攝影儀（160 台）、電腦斷層掃描儀（181 台）及透視攝影 X 光機（163 台）的醫療曝露品質保證現況檢（訪）查，並進行數據分析。
2. 依據 105 年建立之乳房 X 光攝影儀及電腦斷層掃描儀之診斷劑量參考水平(DRL)標準化調查程序書，設計與發放受檢者曝露條件問卷進行調查，預計以 3 年時間完成全國數據調查與分析，進而與國際比較。
3. 設計透視 X 光攝影機國家診斷劑量參考水平調查問卷。

4. 依照 105 年擬訂之「適用於各廠牌數位式乳房 X 光攝影儀之輻射醫療曝露品保作業程序書」初稿進行實機測試，並適時修訂。
5. 擬訂不同專科醫師適用之透視攝影輻射安全訓練教材。
6. 辦理乳房 X 光攝影儀、電腦斷層掃描及透視攝影 X 光機醫療曝露品保人員實作訓練。

● 106 年度執行成效

1. 計完成 160 台乳房 X 光攝影儀、181 台電腦斷層掃描儀的品保檢查作業，檢查不合格項目，均已限期改善完成；另亦完成 163 台透視攝影 X 光機的品保訪查。
2. 依據 105 年建立之乳房 X 光攝影儀、電腦斷層掃描儀及透視攝影 X 光機之診斷劑量參考水平標準化調查程序書，設計與發放受檢者曝露條件問卷進行調查，以 3 年時間完成全國數據調查與分析，進而與國際比較。
3. 依據 105 年度完成「適用於各廠牌之數位式乳房 X 光攝影儀之輻射醫療曝露品保作業程序書」初稿進行大規模實測驗證與修訂，進而精進我國數位式乳房 X 光攝影儀品保作業程序，供未來精進品保法規參考。
4. 完成精進透視攝影輻射安全訓練教材，可供醫療院所作為院內輻射安全教育訓練使用，並將辦理宣導課程，積極推廣透視攝影之輻射安全觀念。
5. 持續進行透視攝影 X 光機品保訪查並分析數據，研擬未來納入法規之具體建議。
6. 持續協助我國醫療院所培訓乳房 X 光攝影儀、電腦斷層掃描儀及透視攝影 X 光機醫療曝露品保專業人才，各分別辦理 1、3、2 場年度品保實作訓練課程。

(二) 放射治療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究

● 綱要計畫

1. 進行全國使用中放射治療設備進行輻射安全與醫療曝露品保作業檢查，並提出精進醫療曝露品保法規之建議。
2. 對新型放射治療技術，包含強度調控放射治療(Intensity Modulated

Radiation Therapy, IMRT)、影像導引放射治療(Image Guided Radiation Therapy, IGRT)、體積強度弧形放射治療(Volumetric Modulated Arc Therapy, VMAT)、立體定位放射手術/治療(Stereotactic Radiosurgery, SRS/Stereotactic Radiotherapy, SRT)及立體定位軀體放射治療(Stereotactic Body Radiation Therapy, SBRT)之劑量驗證及品保作業執行現況進行訪查與研究，分 4 年期進行。

● 細項計畫

1. 對國內使用中之放射治療設備，包含醫用直線加速器、含放射性物質之遙控後荷式進階治療設備、電腦斷層治療機、電腦刀與加馬刀，進行輻射安全及醫療曝露品質保證作業現場檢查。
2. 對新型放射治療技術，逐年就強度調控放射治療(IMRT)、影像導引放射治療(IGRT)、體積強度弧形放射治療(VMAT)、立體定位放射手術/治療(SRS/SRT)及立體定位軀體放射治療(SBRT)進行實地訪查，擬訂各項新型技術之品保作業導則或程序書（或建議書）。
3. 依據前項成果辦理品保教育訓練。

● 106 年度執行內容

1. 進行全國醫用直線加速器、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、電腦刀及加馬刀的醫療曝露品質保證現況檢查。
2. 更新原能會放射治療管控資料庫。
3. 進行我國立體定位放射手術/治療小照野照射技術之實地訪查與劑量特性研究。
4. 辦理放射治療醫療曝露品保專業訓練。

● 106 年度執行成效

1. 計完成 205 台放射治療設備品保檢查，並蒐集分析檢測數據，檢查不合格項目，均已現場立即輔導、完成改善。
2. 持續更新原能會放射治療管控資料庫。
3. 106 年計完成我國共 53 台具備立體定位放射手術/治療之小照野照射技術之放射治療設備品保檢查，並彙整分析訪查結果，制定「立體定位放射手術/治療小照野照射技術」之劑量量測標準化作業程序與教材。
4. 共辦理 3 場放射治療影像導引成像系統品保程序討論會，透過討論與

溝通，提升我國放射治療品保人員專業能力，進而提升我國整體放射治療醫療曝露品質。

(三) 計畫曝露量測規範建立與輻射安全風險評估研究

● 綱要計畫

1. 對民眾日常生活經常接觸且數量龐大之可發生游離輻射設備進行輻射安全抽查，以確定業者確實遵照相關規定辦理，並評估現行管制措施對輻射安全之影響。
2. 參考研析國際現行管制作法，建立適當之人員輻射劑量評估及風險分析方法與規範，提升輻防管制之效能。

● 細部計畫

1. 每年完成 250 台可發生游離輻射設備抽樣檢查，抽查重點為登記備查類 X 光機相關輻射安全事宜，包含操作人員資格與 X 光機基本資料核對、測試報告填寫是否詳實並留存備查、X 光室相關輻射防護措施是否完善等，並對部份測試報告內容進行複測。
2. 建立職業曝露量測方法與規範，進行輻射工作人員之輻射劑量評估及輻射風險分析。

● 106 年度執行內容

1. 進行國內 X 光管式靜電消除器及其他登記類及許可類可發生游離輻射設備，總計 250 台之輻射安全檢測及訪查。
2. 進行相關操作人員劑量與風險評估，包含設備正常使用與異常使用之劑量與風險評估，提出輻防管制及風險控管之具體建議。
3. 彙整國際文獻之方法，評估將偵檢器量測之空間劑量結果轉換為人員有效劑量之轉換因子。

● 106 年度執行成效

1. 106 年共計完成 100 台離子佈植機、160 台靜電消除器以及 10 台動物用(獸醫)X 光機，總計 270 台之現場輻射安全訪查與檢測，檢查不合格項目，均已限期改善完成。
2. 完成離子佈植機與靜電消除器及動物用(獸醫)X 光機之操作人員接受劑量與輻射安全風險評估，推估出最大可能風險，並提出相關輻

射安全管制建議。

3. 完成 ICRP 74、ICRP 66 及 EUROS R106 國際相關文獻彙整，探討與評估手持式偵檢器測得之空間劑量與人員有效劑量之關係、納入空間劑量與人員有效劑量之轉換因子之適用性。

(四) 輻射防護品保與劑量驗證評估技術研究

● 105 年度執行內容

1. 研擬人員劑量計能力試驗計畫書、召開人員劑量計能力試驗說明會。
2. 進行人員劑量計能力試驗之研究與輻射射質之品保驗證
3. 依據 ANSI N13.32 最新標準，進行肢端劑量評估認證規範之增訂研究。
4. 能力試驗執行機構(PTP)之認證規劃研究。
5. 與學研單位、醫療機構或相關學會合作，進行質子治療設施中子區域監測器校正研究。
6. 與學研單位、醫療機構或相關學會合作，進行國內醫院使用電子射束之放射治療劑量驗證稽核作業研究，並完成量測數據之分析比較。

● 105 年度執行成效

1. 依據測試領域人員體外劑量評估技術規範(TAF-CNLA-T08(3):2012)，完成具體可行之計畫書及各項使用表格，並於 105 年 5 月 20 日舉辦第十次人員及肢端(試運轉)劑量計能力試驗說明研討會，針對執行技術與品保上進行交流與經驗回饋，共有 21 個相關單位、87 位技術專家參與。另外亦依據 ANSI/HPS N13.11 (2001)與(2009)版本，初步分析 2013 年人員劑量計能力試驗數據，分析結果顯示當年度國內實驗室之表現可符合新版較嚴格之規定。
2. 針對新系統「X 光照射系統」：參考 ISO 4037 國際規範，依據能力試驗使用射質，執行半值層量測、追溯原級校正系統、標準劑量率量測、位置修正等輻射場評估之研究工作，已建立了 IW 系列、IN 系列、NISTM 系列之半值層、標準劑量率和位置修正因子，符合相關規範。另為汰換更新已使用約 20 年的「中子照射系統」：參考 ISO 8529 國際規範，重新進行射源上下時間評估、室散射修正評估、輻射場強度標定、位置修正因子評估等研究工作，已建立完成符合國際規範之中子場。

3. 依據 ANSI N13.32 最新標準，已完成肢端劑量評估認證規範草案初稿，並預定於明年另行肢端劑量計能力試驗試運轉。
 4. 已蒐集包括 ISO/IEC 17043「符合性評鑑-能力試驗的一般要求」、ISO/IEC 17011(符合性評鑑)、TAF-PTP-R01(3)(2016/10/20 新增 4.8S TAF 對能力試驗執行機構之認證標誌使用的要求)、TAF-PTP-A01(3)「能力試驗執行機構認證服務說明」和 TAF-CNLA-R10(1)「運用 ISO/IEC 17011 於能力試驗執行機構認證之政策」等標準規範，以及 PTP 申請表單 4 份、認證規範 2 份與服務說明 1 份，並將以這些文件為研究基礎，據以評估成立能力試驗執行機構之效益。
 5. 有關質子治療設施中子區域監測器校正研究部分，已建立了自動化的程式，可快速且正確地輸出能譜修正因子，並進行誤差傳遞分析與靈敏度、不確定度等分析，亦提供合適的高能中子指標(偵檢器能譜修正因子)，讓傳統的中子偵檢器也能被應用在高能中子環境。另外亦完成中子偵檢器能譜修正因子與校正射源以及偵檢器類型的關聯性評估。
 6. 研製游離輻射計讀儀與微小電流量測裝置，有效獲得更準確的游離輻射劑量，提升空氣游離腔量測準確度。另外，完成電子射束自製多功能性輻射測量郵校假體，並以此假體完成 10 台醫用直線加速器之臨床測試，包括電子射束平坦性、對稱性和劑量輸出等項目，所量測之之電子劑量輸出誤差皆在 5 % 內，可作為電子射束稽核郵校系統之基礎。
- 因應業務整併，該分項計畫自 106 年度起移列「核設施除役與輻射防護劑量評估驗證技術研究(106-109)」計畫項下。

二、 遭遇困難與因應對策

類別	說明	因應措施與建議
執行困難	無	-
執行落後	無	-

三、 實際執行與原規劃差異說明

本計畫之執行均符合原規劃之進度與目標。

參、經費與人力執行情形

一、經費執行情形

(一) 經資門經費表 (E005)

	106 年度					107 年度 預算數	108 年度 申請數	備註
	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	13,306	13,287	0	13,287	99.86%	16,218	20,000	中程計劃原有 4 個分項計畫，其中「輻射防護品保與劑量驗證評估技術研究」計畫自 106 年度起調整至其他計畫項下。
一、經常門小計	11,674	11,673	0	11,673	99.99%	15,718	14,290	
(1)人事費	7,695	7,695	0	7,695	100.00%		9,229	
(2)材料費	274	273	0	273	99.64%		903	
(3)其他經常支出	3,705	3,705	0	3,705	100.00%		9,868	
二、資本門小計	1,632	1,614	0	1,614	98.90%	500	0	
(1)土地建築	0	0	0	0	-		0	
(2)儀器設備	1,632	1,614	0	1,614	98.90%		0	
(3)其他資本支出	0	0	0	0	-		0	

(二) 經費支用說明

人事費：為支付計畫主持人、協同主持人與專任研究助理之月支工作酬金，其中專任研究助理另含勞健保及年終獎金等。

材料費：為支付檢（訪）查所需之消耗性耗材更換，包括 gafchromic films、劑量量測 EBT3 膠片（免沖洗自顯影底片）、線材、接頭及零件等。

設備費：支付購買電腦斷層、乳房 X 光攝影及透視攝影劑量測量相關設備、放射治療用膠片劑量分析計讀軟體及平板式膠片掃描器。

其他經常支出：包含檢（訪）查差旅費、專家座談/會議出席費與交通費、辦理品保訓練課程之講師/助教鐘點費、差旅費等、檢測儀器校正費用、檢查設備攜帶箱、校稿、郵資、裝訂、可讀寫式光碟等文具及行政管理費。

(三) 經費實際支用與原規劃差異說明

與原規劃無差異。

二、計畫人力運用情形

(一) 計畫人力結構 (E004)

計畫名稱	執行情形	106 年度							106 年度 總人力 (預算數)	107 年度 總人力 (申請數)
		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)		
放射診斷設備 之輻射安全與 醫療曝露品保 作業研究	原訂	0.4	1.0	2.0	6.0	0	0.1	9.5	9.5	9.5
	實際	0.4	1.0	2.0	6.0	0	0.1	9.5	—	—
	差異	0	0	0	0	0	0	0	—	—
放射治療設備 之輻射安全與 醫療曝露品保 作業研究	原訂	0.5	1.0	1.0	2.0	0	0	4.5	4.5	4.5
	實際	0.5	1.0	1.0	2.0	0	0	4.5	—	—
	差異	0	0	0	0	0	0	0	—	—
計畫曝露量測 規範建立與輻 射安全風險評 估研究	原訂	0.2	0.3	0	0.5	4.0	1.0	6.0	6	6
	實際	0.2	0.3	0	0.5	4.0	1.0	6.0	—	—
	差異	0	0	0	0	0	0	0	—	—

(二) 人力實際進用與原規劃差異說明

無差異。

肆、已獲得之主要成果與重大突破(含量化 output) (E003)

屬性	績效指標類別	績效指標項目		106 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	3	本計畫於 106 年度共產出 10 篇論文，其中 1 刊登於 SCI 國際期刊，含括我國放射診斷與放射治療設備之影像品質、劑量輸出、治療位置準確性等之調查分析、我國醫療曝露品保作業推動的成效與趨勢分析、非醫用可發生游離輻射設備的劑量評估與風險分析等，可供國內外相關領域專業人員參考使用，並有助於後續輻射安全管制規劃。	
			國外(篇)		1		
		研討會論文	國內(篇)		5		
			國外(篇)		1		
		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		1	0	與長庚大學、中華民國醫學物理學會、清華大學合作，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。	
		跨機構合作團隊(計畫)數			3		
		跨國合作團隊(計畫)數			0		
學術成就 (科技基礎研	C.培育及延攬人才	博士培育/訓人數		5	0	本計畫培訓之碩/學士生之輻射防護相關基礎與應用科學之專業知能，可增加未來之投入相關醫療輻射、儀器開發與校驗技術領域之專業競爭力。	
		碩士培育/訓人數			6		
		學士培育/訓人數			1		
	D1.研究報告	研究報告篇數		3	4	研究報告可提供醫療單位與學術研究單位作為精進與提昇的參考，且專題研究報告，有助瞭解專案趨勢，為後續政策、制度的推動，與法規精進之重要參考。	

屬性	績效指標類別	績效指標項目	106 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		
究)	E.辦理學術活動	國內學術會議、研討會、論壇次數	0	3	辦理 3 場「立體定位放射手術/治療小照野照射技術」之劑量量測標準化作業程序教學研習討論會，藉經驗回饋及交流，提升與會人員之品保專業素養。	
		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		
		出版論文集數量		0		
	F.形成課程/教材/手冊/軟體	形成課程件數	0	6	協助我國醫療院所培訓乳房 X 光攝影儀、電腦斷層掃描儀及透視攝影 X 光機醫療曝露品保專業人才，分別辦理 1、3、2 場，合計 6 場年度品保實作訓練課程。	
		製作教材件數	2	2		
		製作手冊件數	0	0		
		自由軟體授權釋出教材件數	0	0		

屬性	績效指標類別	績效指標項目	106 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		
	其他	建立 3 份程序書、作業導則、建議書規範	3	3	完成程序書 2 份，可供後續大規模調查與推廣使用，分別為： ● 醫療輻射曝露之診斷參考水平的標準化調查程序書：精進國家診斷參考水平與機構診斷參考水平標準化程序書。 ● 「立體定位放射手術/治療小照野照射技術技術」之小照野劑量量測標準化作業程序書。 完成輻防管制及職業曝露劑量約束作法建議書 1 份，	

屬性	績效指標類別		績效指標項目	106 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		
社會影響	社會福祉提升	Z. 調查成果	調查筆數	0	979	完成 181 台電腦斷層掃描儀、160 台乳房 X 光攝影儀、163 台透視攝影 X 光機及 205 台放射治療設備之檢(訪)查及資料收集作業；另亦完成 100 台離子佈植機、160 台靜電消除器以及 10 台動物用(獸醫)X 光機，總計 270 台可發生游離輻射設備之現場輻射安全訪查與檢測。相關調查檢測作業，有助確保放射診療受檢民眾之醫療曝露品質，與輻射源操作人員之輻射安全，調查分析結果並可作為後續輻射安全相關法規精進與管制決策訂定依據。	

106 年度計畫績效指標實際達成與原訂目標差異說明：

詳如各項指標之「效益說明」欄位。

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、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)

(請說明計畫所達成之主要成就與成果，以及其價值與貢獻度；若綱要計畫為多年期計畫，請填寫起始年累積至今之主要成就及成果之價值與貢獻度。)

一、學術成就(科技基礎研究)

1. 本計畫於 105 年共產出 11 篇論文與 6 篇研究報告，106 共產出 10 篇論文與 3 篇研究報告，包括我國放射診斷與放射治療設備之影像品質、劑量輸出、治療位置準確性等的調查分析、我國醫療曝露品保作業推動的成效與趨勢分析、非醫用可發生游離輻射設備的劑量評估與風險分析，以及劑量量測與能力試驗認證相關的研究分析，可供國內外相關領域專業人員參考使用，並有助於後續輻射安全管理規劃。
2. 透過計畫的執行，與長庚大學、清華大學、中臺科技大學、林口長庚紀念醫院、中山醫學大學附設醫院以及中華民國醫學物理學會合作，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。

二、技術創新(科技技術創新)

1. 本計畫完成「適用於各廠牌之數位式乳房 X 光攝影儀之輻射醫療曝露品保作業程序書」初稿，以及「影像導引系統品質保證作業操作程序書」及其教材，除迎合國際推動醫療曝露品質之趨勢，亦走在國際趨勢之前端，有助於國內推動標準化數位式乳房 X 光攝影儀醫療曝露品保作業，以及放射治療設備之影像導引系統的品保制度。
2. 本計畫建置之「醫療輻射曝露之診斷參考水平的標準化調查程序書：國家診斷參考水平與機構診斷參考水平」，可供後續大規模國內調查以及醫療院所精進其醫療曝露品質使用。
3. 本計畫精進「透視攝影輻射安全訓練」教材，依不同透視攝影操作者類型，可分別提供所適用的教材，提供國內醫療院所與相關學協公會使用，有助於提升訓練成效、強化國內整體醫療輻射安全專業素養。
4. 本計畫進行質子治療設施與其它高能輻射場的中子監測器劑量修正研究，所建立的自動程式，可快速且正確地輸出能譜修正因子，用

以評估特定工作場所中子劑量的測量誤差。

5. 本計畫設計一種創新的游離輻射計讀儀與微小電流量測裝置，透過該裝置，將微小電流訊號轉換成電壓訊號，並對該電壓訊號進行類比數位轉換，產生之輸出碼曲線圖再進行穿越次數統計，然後分析統計產生之穿越次數統計直方圖的訊號處理方式，可有效修正與還原超過上下限之訊號，而能更準確地判斷出雜訊分佈型態，並精確估測出實際電流，進而獲得更準確的游離輻射劑量。此裝置已於105年申請中華民國新型專利(申請案號105207157)。

三、經濟效益(經濟產業促進)

本計畫研製游離輻射計讀儀與微小電流量測裝置，為開發放射造影和透視攝影用「劑量面積乘積游離腔計讀儀」的核心技術之一，該裝置可有效獲得更準確的游離輻射劑量，提升空氣游離腔量測準確度，增加產品等級，亦可搭配不同形式空氣游離腔使用，具有市場競爭力。

四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

1. 放射診斷設備之輻射安全與醫療曝露品保作業之推動，可提升我國輻射醫療之安全與曝露品質，更加確保接受乳房X光攝影篩檢(每年受檢人數已逾90萬)、電腦斷層掃描檢查(每年受檢人次約218萬)，以及放射治療病患(每年接受治療人次約120萬)之輻射安全與放射診療品質。
2. 透過品保專業課程教學、實作訓練、現場訪查與交流討論，以及相關操作程序書與輻射安全教材的制訂、使用，有助於國內培訓專業醫療曝露品保專業人員，型塑醫療院所之醫療輻射安全文化與後植醫療曝露品質專業知能，以助提供國人更加安全與高品質的輻射醫療環境。
3. 藉由本計畫的推動與現場訪查，有助於瞭解非醫療院所使用輻射源的相關風險，以供未來規劃更有效率輻射安全管制與的輻射安全專業知識之推動，有助強化業界的輻射安全文化，提供操作人員更安全的輻射作業環境。
4. 人員劑量計能力試驗的研究與推動，有助強化我國人員輻射劑量計評訂單位之整體品質，提供相關工作人員更加準確、高品質的計測結果，以更加有效保障工作人員之輻射之安全。

5. 電子射束放射治療劑量驗證稽核基礎模式之建立，未來可作為國內電子射束劑量驗證統計分析研究之利器，藉以確認各醫療單位輻量劑量品質的一致性。

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. 透過現場訪查與國際資料蒐集彙整，瞭解國內醫療曝露品保作業執行現況與長期推動的成效趨勢，以及非醫療院所使用輻射源的操作實務與相關潛在風險，本計畫所提出的法規精進建議，可作為未來法規推動與管制實務研擬之重要參考。
2. 本計畫辦理之訓練課程與建立的作業程序或導則，可提供我國醫療院所相關專業人員精進品保專業素養，亦可更提升國內透視攝影X光機及影像導引放射治療設備之相關操作人員之輻射安全素養。
3. 透過本計畫之執行，對能力試驗執行機構的進行效益評估，有助本會核能研究所規劃成立能力試驗執行機構並通過TAF認證，以利輔導業界提升其品保能力，強化國內實驗室之量測水平。
4. 本計畫聘請多位研究助理、培育及延攬多名人員，可降低失業率，並在計畫執行過程中，達到專業知能培訓之目的，可增加未來之投入相關領域之專業競爭力。

貳、跨部會協調或與相關計畫之配合

本計畫與其他科技發展計畫無相關聯，本計畫係由本會與相關學研單位合作執行，其中有關乳房 X 光攝影儀之醫療曝露品保檢查相關數據，將持續提供衛生福利部國民健康署參考，作為乳房 X 光攝影醫療機構資格審查之用，以提升我國乳房 X 光攝影品質，其他研究成果未來亦將適時提供衛生福利部參酌使用。

參、檢討與展望

本計畫原有 4 個分項計畫，其中「輻射防護品保與劑量驗證評估技術研究」分項計畫自 106 年度起調整至其他計畫項下，其餘 3 個分項計畫之檢討與展望分述如下：

一、放射診斷設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究

本計畫將朝向繼續進行電腦斷層掃描儀、乳房 X 光攝影儀及透視攝影 X 光機之醫療曝露品保實地檢（訪）查作業，以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。另透視攝影 X 光機，考量其包含放射診斷、心導管、血管攝影、開刀房及泌尿科等科室，並非每一科室之操作人員均為醫事放射師（士），可能僅為醫師直接操作，涉及層面非常廣泛，本計畫可協助本會瞭解各醫療院所之透視攝影 X 光機使用現況，並收集我國不同層級之醫療院所，對於未來推動透視攝影 X 光機醫療曝露品保作業可能所面臨的問題與困境，均可作為相關法規推動之參考依據。

本計畫已完成研擬「輻射醫療曝露之診斷參考水平標準化調查程序書」，擬訂我國適用於電腦斷層掃描儀、乳房 X 光攝影儀與透視攝影 X 光機之國家與機構診斷參考水平標準調查程序，並將於 106 至 108 年度進行全國性調查，同時也協助醫療機構執行建立機構內的電腦斷層掃描儀、乳房 X 光攝影儀與透視攝影 X 光機之診斷參考水平研究，待完成建立與比對程序後，評估醫療機構人員對診斷參考水平的概念及施行成效。除上述項目，亦應持續辦理教育訓練，並思考如何增進品保人員的專業能力。

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，透過本計畫的實地訪查與蒐集文獻資料，已完成新型放射治療技術「立體定位放射手術/治療小照野照射技術技術」之劑量量測標準化作業程序書與 3 份相關導則，透過辦理討論會與相關從業人員討論與回饋，成效頗獲肯定。107

年將持續進行新型技術（體積強度調控弧形放射治療技術劑量量測標準化程序）之訪查與研究，擬訂相關程序書（或建議書），以期逐步精進我國放射治療整體輻射安全與曝露品質。

三、計畫曝露量測規範建立與輻射安全風險評估研究

未來將持續對不同類別之可發生游離輻射設備執行實地訪查與檢測，以評估輻射劑量與風險，並統計分析輻射源之安全檢測作法，另將彙整國內不同類型/特性之類型可發生游離輻射設備特性，調查彙整現有輻射安全測試報告中偵測業者使用之輻射偵檢器的特性，探討偵檢器的適用性，進而提出不同類型非醫用可發生游離輻射設備之職業曝露量測規範建議。

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
成人腹部電腦斷層檢查體型依存劑量之調查	楊若寅	2017	E
評估使用典型乳房劑量測量建立乳房攝影國家診斷參考水平的可行性	林妤穎	2017	E
固態偵檢器應用於電腦斷層品質保證之可行性評估	邱立得	2017	E
使用 ACR 數位乳房攝影假體評估影像品質與平均乳腺劑量	林妤穎	2017	E
透視攝影 X 光機劑量顯示值之調查與評估	劉信顯	2017	E
Study of the image quality and the position accuracy of image-guided systems in Taiwan	涂芷軒	2017	A
利用動態假體分析 4D CT 影像在移動腫瘤的影響	蕭安成	2017	A
A RECENT SURVEY ON THE IMAGE QUALITY AND POSITION ACCURACY OF IMAGE-GUIDED RADIATION THERAPY SYSTEMS IN TAIWAN	蕭安成	2017	A
Dose inspection and risk assessment on radiation safety for the use of non-medical x-ray machines in Taiwan	許芳裕	2017	D
Dose Survey and Risk Assessment for the Uses of Handheld X-ray Equipment	許芳裕	2017	F

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

【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)
放射診斷設備醫療品質保證團隊	長庚大學、林口長庚紀念醫院、中山醫學大學附設醫院、元培醫事科技大學	B	A	2014
放射治療設備醫療品質保證團隊	中華民國醫學物理學會、陽明大學、中臺科技大學	B	A	2016
輻射劑量與微劑量評估研究團隊	國立清華大學	A	C	2006

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

【C 培育及延攬人才表】

姓名	機構名稱	學歷	性質
林 O 穎	長庚大學	B	C
黃 O 翰	長庚大學	B	C
楊 O 鈞	中臺科技大學	B	C
黃 O 筠	中臺科技大學	B	C
塗 O 軒	中臺科技大學	C	C
劉 O 容	國立清華大學	B	B
張 O 謙	國立清華大學	B	C

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

【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
透視攝影 X 光機訪查的研究報告：101~106 年的訪查結果趨勢分析	劉信顯、廖于萱 黃怡璇、蔡惠予	2017	D
固態偵檢器應用於電腦斷層品質保證劑量量測之可行性評估	邱立得、廖英蘭 陳俊宇、楊若寅 黃怡璇、蔡惠予	2017	D
放射治療立體定位放射手術/治療使用之小照野射束劑量校驗研究	蕭安成	2017	D
105 至 106 年度計畫曝露量測規範建立與輻射安全風險評估研究_106 年期末成果報告	許芳裕	2017	D

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

【E 學術活動表】

研討會名稱	性質	舉辦日期 (YYYYMMDD)	主/協辦單位
立體定位放射手術/治療小照野照射技術技術」之劑量量測標準化作業程序教學研習討論會（北區）	A	20170428	中華民國醫學物理學會/行政院原子能委員會

立體定位放射手術/治療小照野照射技術技術」之劑量量測標準化作業程序教學研習討論會（中區）	A	20170422	中華民國醫學物理學會/行政院原子能委員會
立體定位放射手術/治療小照野照射技術技術」之劑量量測標準化作業程序教學研習討論會（南區）	A	20170429	中華民國醫學物理學會/行政院原子能委員會

註：性質分成 A 國內研討會、B 國際研討會、C 兩岸研討會

【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
電腦斷層掃描儀醫療曝露品保實作訓練	A	A	2017	長庚大學	否
透視攝影 X 光機醫療曝露品保實作訓練	A	A	2017	長庚大學	否
乳房 X 光攝影醫療曝露品保實作訓練	A	A	2017	長庚大學	否
適用血管攝影專科醫師之透視攝影輻射安全訓練教材	B	A	2017	長庚大學	否
立體定位放射手術/治療使用之小照野射束劑量校驗研究教材	B	A	2017	中華民國醫學物理學會	否

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)

【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
醫療輻射曝露之診斷參考水平的標準化調查程序書	A	D	A
「立體定位放射手術/治療小照野照射技術技術」之小照野劑量量測標準化作業程序書	A	D	A
輻防管制及職業曝露劑量約束作法建議書	A	D	A

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

附錄、佐證圖表

【A、論文發表】



圖 A1：研討會壁報論文「成人腹部電腦斷層檢查體型依存劑量之調查」，發表於中華民國放射線醫學會第 66 屆學術研討會

Abstract Categories (Please select one only):

☒ Imaging Physics ☐ Therapy Physics

☐ Health Physics ☐ Educational / Professional / Others

Title(中文): 成人腹部電腦斷層檢查體型依存劑量之調查：三年期調查

(英文): Investigation of size-specific dose estimate (SSDE) for adult abdomen CT examination: Three-year survey

Authors(中文): 楊若賓¹、邱立得¹、廖英蘭²、黃怡璇³、陳拓榮⁴、蔡惠予¹

(英文): Ruo-Yin Yang¹, Li-De Chou¹, Ying-Lan Liao², Yi-Shuan Hwang³, Tou-Rong Chen⁴, Hui-Yu Tsai¹

Affiliation

(中文):¹長庚大學醫學影像暨放射科學系、²核能研究所保健物理組、³林口長庚醫院影像診療科部、⁴中山醫學大學醫學影像暨放射科學系、

(英文):

¹Department of Medical Imaging and Radiological Sciences, Chang Gung University, Taoyuan, Taiwan

²Health physics division, Institute of Nuclear Energy Research, Taiyuan, Taiwan

³Department of Medical Imaging and Intervention, Chang Gung Memorial Hospital, Taoyuan, Taiwan;

⁴Department of Medical Imaging and Radiological Sciences, Chung Shan University, Taichung, Taiwan

Email Address: hytsai@mail.cgu.edu.tw

Preferred type of presentation: ☐ Oral ☐ Young Investigator Competition ☒ Poster

Abstract Text: (maximum 250 words, use font size 10 or 11, 中英文不拘)

中文摘要：

目的：探討台灣電腦斷層(computed tomography, CT)檢查常規成人腹部之有效直徑與體型依存劑量(size-specific dose estimate, SSDE)之分佈情形。

材料與方法：103-105 年台灣各醫療院所之常規成人腹部 CT 檢查，依據中等體型腹部肝臟中段影像之病人影像，量測體寬與體厚，記錄該張影像的管電流時間乘積值，量測臨床條件之體積 CT 劑量指標，以成人腹部體型之劑量轉換因子計算個別病人之 SSDE。

結果：103-105 年共調查 341 台 CT 掃描儀，針對成人腹部 CT 檢查之有效數據為 3271 人次，平均有效直徑為 261 ± 24 mm，其中有 80% 之設備開啟自動曝露控制，SSDE 為 17.4 ± 7.7 mGy。

結論：本研究已完成常規成人腹部 CT 檢查之病人體型與 SSDE 長期趨勢分析。

英文摘要：

PURPOSE: To investigate the distribution of the effective diameter (D_{eff}) and the size-specific dose estimate(SSDE) in routine adult abdominal computed tomography (CT) examinations in Taiwan.

MATERIAL AND METHODS: All the data of the adult abdominal CT examination was collected from 2014 to 2016. The lateral dimension and anterior-to-posterior thickness located at the middle of liver of the CT image for each averaged-size patients was measured to calculate the D_{eff} . The mAs of the CT image was used to calculate the CTDI_{vol}. The effective diameter and the size-dependent factor were used to calculate the individual SSDE.

RESULTS: A number of 341 CT scanners and 3271 patient data was investigated. The value of D_{eff} was normal distributed. The average D_{eff} was 261 ± 24 mm and SSDE was 17.4 ± 7.7 mGy. 80% of the CT scanners operated with the automatic exposure control (AEC) system. The mechanism of AEC system is different for each manufacture. The differences of AEC system resulted in wide distribution of CTDI_{vol} for the same patient size. Therefore, the value of SSDE varied within the same D_{eff} .

CONCLUSION: The D_{eff} was used to represent the patient size and the SSDE of adult abdominal CT examinations was investigated in the three-year survey.



中華民國放射線醫學會
The Radiological Society of the Republic of China

Certificate of Appreciation

This is to certify that

Yu-Ying Lin

Contributed to Scientific Oral Presentation

Feasibility of Establishing National Diagnostic Reference Level for Mammography Based on Typical Breast Dose Survey

at The 66th Annual Meeting of the RSROC

held in March 18–19, 2017 in National Taiwan University Hospital, Taipei, Taiwan

Yeun-Chung Chang, M.D., Ph.D.
President, the Radiological Society of R.O.C
(Chinese Taipei Society of Radiology, CTSR)
Chairman, the 66th Annual Meeting of RSROC

圖 A2：研討會壁報論文「評估使用典型乳房劑量測量建立乳房攝影國家診斷參考水平的可行性」，發表於中華民國放射線醫學會第 66 屆學術研討會

PURPOSE

The aim of this study is to evaluate the feasibility of using typical breast phantom to establish national diagnostic reference level (NDRL) for mammography.

MATERIAL AND METHODS

There were 113 mammography units included in this on-site survey, which contained 38 computed radiography (CR) units and 75 digital radiography (DR) units. The methodologies were referred to European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis. Compressed breast thickness of 4.5 cm was represented as the typical breast thickness of Taiwanese women. The 4 cm thickness acrylic was substituted for the typical breast and was used to acquire the clinical exposure parameters of typical breast, such as target/filter combinations, kVp and tube loadings on each unit. The incident air kerma and half value layer (HVL) were measured at the corresponded specific beam quality for further average glandular dose (AGD) calculations using the conversion factors tabulated in the Dance's article.

RESULTS

The AGDs of typical breast from all the units surveyed ranged from 0.34 to 2.45 mGy, with average AGD of 1.37 ± 0.39 mGy. The average AGD of computed radiography (CR) and digital radiography (DR) are 1.69 ± 0.31 mGy and 1.21 ± 0.33 mGy, respectively. The 75th percentile of AGD distributions was 1.70 mGy.

CONCLUSION

Typical breast dose investigated based on typical breast phantom could be used for the large-scale dose survey for further providing the references for establishing NDRL.

邱立得 於中華民國醫學物理學會第 8 屆
第 1 次會員大會暨學術研討會發表論文

『固態偵檢器應用於電腦斷層品質保證之
可行性評估』

經大會評審，接受以口頭論文於本次大會
發表。

口頭報告時段：8 月 20 日 15:00~15:10

中華民國醫學物理學會
理事長 蕭安成



中 華 民 國 106 年 8 月 20 日

圖 A3：研討會論文「固態偵檢器應用於電腦斷層品質保證之可行性評估」，發表於中華民國醫學物理學會第 8 屆第 1 次會員大會暨學術研討會

2017 年中華民國醫學物理學會年會

日期：2017 年 8 月 20 日（星期日）

地點：台北榮總致德樓第二會議室

Abstract Submission Form

Abstract Categories (Please select one only):

☒ Imaging Physics

☐ Therapy Physics

☐ Health Physics

☐ Educational / Professional / Others

Title(中文): 固態偵檢器應用於電腦斷層品質保證之可行性評估

(英文): The feasibility assessment of computed tomography quality assurance using solid-state detector

Authors(中文): 邱立得、廖英蘭、陳俊宇、楊若賓、陳拓榮、黃怡璇、蔡惠子

(英文): L.D. Chou¹, Y. L. Liao², J. Y. Chen¹, R. Y. Yang¹, T. R. Chen³, Y. S. Hwang⁴, H. Y. Tsai^{1,4}

Affiliation(中文): ¹長庚大學 醫學影像暨放射科學系 ²核能研究所 保健物理組 ³中山醫學大學 醫學影像暨放射科學系 ⁴林口長庚醫院 影像診療部

(英文): ¹Department of Medical Imaging and Radiological Sciences, Chang Gung University,

²Health physics division, Institute of Nuclear Energy Research, ³ Department of Medical Imaging and Radiological Sciences, Chung Shan University, ⁴Department of Medical Imaging and Intervention, Chang Gung Memorial Hospital at Linkou

Email Address: del82524@gmail.com

Preferred type of presentation: ☐ Young Investigator Competition ☒ Oral ☐ Poster

Abstract Text: (maximum 300 words, use font size 10 or 11, 中英文不拘)

Purpose: 本研究目的為探討固態偵檢器應用於電腦斷層(computed tomography, CT)品質保證作業之可行性，以臨床檢查掃描模式量測 CT 劑量指標與輻射寬度。

Methods and Materials: CT 品質保證作業包含輻射劑量與影像品質評估，輻射劑量包含 CT 劑量指標與輻射束寬度，目前常以游離腔與自顯色輻射底片於軸狀掃描模式進行量測。以 103 年至 105 年之品保作業檢查結果顯示，常規成人腹部 CT 檢查有 95.2% 為螺旋掃描模式。本研究針對四種主要的 CT 掃描儀廠牌(GE, PHILIPS, SIEMENS, TOSHIBA)之成人腹部檢查條件，以固態偵檢器(CT Dose Profiler, RTI, Sweden)於螺旋掃描模式量測成人腹部 CT 檢查之體積電腦斷層劑量指標(volume CT dose index, CTDIvol)與輻射束寬度，量測結果與傳統量測方法進行比較。

Results: 本研究共收集 33 台常規成人腹部 CT 檢查之量測結果，以固態偵檢器量測之 CTDIvol 平均值為 11.6±2.7 mGy，與游離腔量測結果差異為-2.0±4.4%。常人腹部檢查之偵檢器設置之輻射寬度為 12 mm 至 80 mm，固態偵檢器與輻射底片量測之差異為-2.3±4.8%，兩種量測結果之主要差異為螺旋掃描與軸狀掃描模式造成輻射劑量輸出分佈不同所造成。

Conclusions: 本研究以 CT 固態偵檢器應用於電腦斷層品質保證作業，在臨床螺旋掃描模式立即測量電腦斷層劑量指標與輻射寬度，量測結果顯示固態偵檢器適合用於常見的 CT 掃描儀，品保人員無須切換掃描模式，或需要掃描儀工程師協助於工程模式下量測。使用固態偵檢器量測之結果更接近臨床使用情況，提升品保人員作業效率，可作為 CT 品保作業劑量計類型另一種參考。

Please submit the abstract as attachment via email to joyce_chen_cp@yahoo.com.tw or chiuping@w.tmu.edu.tw by **July 25th, 2017**. Confirmation will be sent upon receipt of submission.

林妤穎 於中華民國醫學物理學會第 8 屆
第 1 次會員大會暨學術研討會發表論文

『使用 ACR 數位乳房攝影假體評估影像品
質與平均乳腺劑量』

經大會評審，接受以口頭論文於本次大會
發表。

口頭報告時段：8 月 20 日 14:50~15:00

中華民國醫學物理學會
理事長 蕭安成



中 華 民 國 106 年 8 月 20 日

圖 A4：研討會論文「使用 ACR 數位乳房攝影假體評估影像品質與平均乳腺劑量」，發表於中華民國醫學物理學會第 8 屆第 1 次會員大會暨學術研討會

2017 年中華民國醫學物理學會年會

日期：2017 年 8 月 20 日（星期日）

地點：台北榮總致德樓第二會議室

Abstract Submission Form

Abstract Categories (Please select one only):

☒ Imaging Physics

☐ Therapy Physics

☐ Health Physics

☐ Educational / Professional / Others

Title(中文): 使用 ACR 數位乳房攝影假體評估影像品質與平均乳腺劑量

(英文): Survey of image quality and average glandular dose using ACR Digital Mammography phantom

Authors(中文): 林妤穎、黃怡璇、吳宇恩、何任展、蔡惠予

(英文): Yu-Ying Lin¹, Yi-Shuan Hwang², Yu-En Wu¹, Ren-Jhan He², Hui-Yu Tsai^{1,2}

Affiliation(中文): ¹長庚大學 醫學影像暨放射科學系 ²林口長庚醫院 影像診療部

(英文): ¹Department of Medical Imaging and Radiological Sciences, Chang Gung University ²Department of Medical Imaging and Intervention, Chang Gung Memorial Hospital at Linkou

Email Address: lily1132002@gmail.com

Preferred type of presentation:

☒ Young Investigator Competition

☒ Oral

☐ Poster

Abstract Text: (maximum 300 words, use font size 10 or 11, 中英文不拘)

Purpose:

The aim of this study is to evaluate the image quality and the average glandular dose (AGD) of digital mammography by using the ACR Digital Mammography (DM) phantom which was first introduced in 2016.

Methods and Materials:

There were 80 mammography units included in this on-site survey, which contained 20 computed radiography (CR) units and 60 digital radiography (DR) units. The image acquisitions were performed by clinical exposure parameters. The incident air kerma and half value layer (HVL) were measured at the corresponded specific beam quality for further AGD calculations using the conversion factors tabulated in the Dance's article. DM Phantom images could be used to evaluate the phantom scores, signal to noise ratio (SNR), contrast to noise ratio (CNR) and image distortion. The performances of the DM phantom image should meet the ACR criterion. The lower limits for phantom scores of fibers, speck groups, masses, SNR and CNR were 2, 3, 2, 40 and 20, respectively. The distance measured across the wax insert parallel to the anode-cathode axis should be 70 mm $\pm$ 14 mm. As for dose estimations, the AGD must not exceed 3 mGy.

Results:

The mean values of total phantom scores, SNR, CNR, and AGD averaged from all the units surveyed were 10.47 $\pm$ 1.48, 70.79 $\pm$ 43.3, 3.54 $\pm$ 1.3, and 1.56 mGy, respectively. Phantom scores were higher and AGD was lower for DR as compared to CR systems (phantom scores of 10.86 $\pm$ 1.37 and 9.33 $\pm$ 1.21, and AGD of 1.36 $\pm$ 0.44 mGy and 2.14 $\pm$ 0.14 mGy for DR and CR, respectively). And the pass rate were 98%, 97%, 96%, 100% and 100% for phantom scores, SNR, CNR, image distortion and AGD, respectively.

Conclusions:

Most of the units could meet the ACR criteria by using the new DM phantom.

Please submit the abstract as attachment via email to joyce_chen_cp@yahoo.com.tw or chiuping@w.tmu.edu.tw by **July 25th, 2017**. Confirmation will be sent upon receipt of submission.

劉信顯 於中華民國醫學物理學會第 8 屆
第 1 次會員大會暨學術研討會發表論文

『透視攝影 X 光機劑量顯示值之調查與評估』

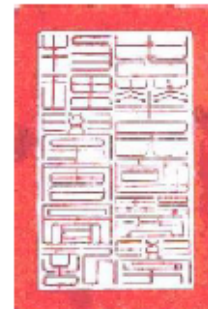
經大會評審，接受以海報論文於本次大會
發表。

海報編號：序號 3 :P-I-02

張貼時間：

106/08/19 AM9:00~106/08/20 AM9:00 前

中華民國醫學物理學會
理事長 蕭安成



中 華 民 國 106 年 8 月 19 日

圖 A5：研討會論文「透視攝影 X 光機劑量顯示值之調查與評估」，發表於中華民國醫學物理學會第 8 屆
第 1 次會員大會暨學術研討會

2017 年中華民國醫學物理學會年會

日期：2017 年 8 月 20 日（星期日）

地點：台北榮總致德樓第二會議室

Abstract Submission Form

Abstract Categories (Please select one only):

- ☒ Imaging Physics ☐ Therapy Physics
☐ Health Physics ☐ Educational / Professional / Others

Title(中文): 透視攝影 X 光機劑量顯示值之調查與評估

(英文): Survey and Evaluation on Dose Display Value of Different Kinds of Radiography and diagnostic fluoroscopy

Authors(中文): 劉信顯¹、廖子萱¹、黃怡璇²、王雅玲³、蔡惠予^{4*}

(英文): Hsin-Hsien Liu¹, Yu-Syuan Liao¹, Yi-Shuan Hwang², Ya-Ling Wang³, Hui-Yu Tsai^{1,2,4*}

Affiliation(中文): ¹長庚大學 醫學影像暨放射科學系、²林口長庚醫院 影像診療部、³行政院原子能委員會、⁴國立清華大學 核子工程與科學研究所

(英文): ¹Department of Medical Imaging and Radiological Sciences, Chang Gung University;

²Department of Medical Imaging and Intervention, Chang Gung Memorial Hospital at Linkou;

³Department of Radiation Protection, Atomic Energy Council;

⁴Institute of Nuclear Engineering and Science, National Tsing Hua University

Email Address: *huiyutsai@gmail.com

Preferred type of presentation: ☐ Young Investigator Competition ☐ Oral ☒ Poster

Abstract Text: (maximum 300 words, use font size 10 or 11, 中英文不拘)

Purpose:

劑量面積乘積(dose area product, DAP)及參考點累積劑量(cumulated dose, CD)是透視攝影 X 光機的劑量顯示值。依據美國食品藥物管理局的規定, DAP 與 CD 顯示值的準確性應在 $\pm 35\%$ 內。本研究目的即調查全台灣透視攝影 X 光機是否具有劑量顯示值, 並分析設備的劑量顯示值之準確性。

Methods and Materials:

依據全台灣透視攝影 X 光機之種類及臨床用途將分類為遙控型、固定式 C 型臂、移動式 C 型臂、震波碎石四大類型。DAP 準確度的評估方式是將劑量面積乘積劑量計放置在 X 光出口, 採用臨床常用的射源到影像接收裝置的距離(source-image receptor distance, SID), 以鋁片、銅片等衰減物模擬人體的衰減程度, 設定臨床常用的技術條件進行曝露, 曝露後紀錄 DAP 測量值與顯示值。CD 值的測量方式也同 DAP 的測量步驟, 不同處是需將游離腔放置在合適的位置測量劑量, 爾後推算參考點(reference point)的累積劑量, 並紀錄 DAP 顯示值。針對全台灣透視攝影 X 光機進行實地問卷調查, 調查設備的廠牌型號與機齡, 並且進行實地測量 DAP 與 CD。

Results:

本研究數據收集期間自民國 103 年 2 月至民國 106 年 6 月, 共取得 548 台透視攝影 X 光機之參考數據, 有 DAP 顯示值的台數共 140 台, 佔所有台數的 25%; 有 CD 顯示值的台數共 131 台, 佔所有台數的 24%; 同時有兩種顯示值的實際數據統計為 113 台。另外, 有劑量顯示值設備的機齡普遍比未具有顯示值的設備機齡較短, 尤以遙控型具有顯示值比未具有顯示值的設備其平均機齡少了五年, 遙控型設備多隸屬於放射診斷科, 推論放射診斷科對劑量顯示值較為重視。所有設備的 DAP 顯示值與測量值的差異平均為 $18 \pm 22\%$, 差異小於 35% 的設備比例為 89%, CD 顯示值與測量值的差異平均為 $27 \pm 36\%$, 差異小於 35% 的設備比例為 70%。

Conclusions:

具有劑量顯示值的透視攝影 X 光機佔所有透視 X 光設備的 1/4, 其中有顯示值的符合率在 DAP 約有九成, 在 CD 約有七成。

Please submit the abstract as attachment via email to joyce_chen_cp@yahoo.com.tw or chiuping@w.tmu.edu.tw by July 25th, 2017. Confirmation will be sent upon receipt of submission.

透視攝影X光機劑量顯示值之調查與評估



劉信顯¹、廖于堃¹、黃怡璇²、王雅玲³、蔡惠予^{4*}

¹長庚大學醫學影像暨放射科學系、²林口長庚醫院影像診療部、³行政院原子能委員會、⁴國立清華大學核子工程與科學研究所

• 目的

劑量面積乘積(dose area product, DAP)及參考點累積劑量(cumulated dose, CD)是透視攝影X光機的劑量顯示值，依據美國食品藥物管理局的規定，DAP與CD顯示值的準確性應在35%內。本研究目的即調查全台透視攝影X光機是否具有劑量顯示值，並分析設備的劑量顯示值之準確性。

• 材料與方法

依據全台透視攝影X光機之種類及臨床用途將分類為遙控型、固定式C型臂、移動式C型臂、震波碎石四大類型。DAP準確度的評估方式是將劑量面積乘積計量裝置放置在X光出口，採用臨床常用的射源到影像接收裝置的距離(source-image receptor distance, SID)，以鋁片、銅片等衰減物模擬人體的衰減程度，設定臨床常用的技術條件進行曝露，曝露後紀錄DAP測量值與顯示值。CD值的測量方式也同DAP的測量步驟，不同處是需將游標腔放置在合適的位置測量劑量，爾後推算參考點(reference point)的累積劑量，並記錄DAP顯示值。針對全台透視攝影X光機進行實地問卷調查，調查設備的廠牌型號與機齡，並且進行實地測量DAP與CD。

• 研究結果

本研究數據收集期間自民國103年2月至民國106年6月，共取得546台透視攝影X光機之數據，有DAP顯示值的台數共140台，佔所有台數的25%；有CD顯示值的台數共131台，佔所有台數的24%；同時有兩種顯示值的實際數據統計為113台。針對有劑量顯示值之設備台數、符合數及符合率如表1所示。

表1. 設備有劑量顯示值的數量與其顯示值誤差小於35%之符合率

	DAP			CD		
	總數	符合數	符合率	總數	符合數	符合率
遙控型	18	16	89%	18	9	50%
固定式C型臂	88	81	92%	82	73	89%
移動式C型臂	32	27	84%	30	18	60%
震波碎石	2	2	100%	1	1	100%
總數	140	126	90%	131	101	77%

另外，在四大類型各廠牌的分布，遙控型的廠牌大多為TOSHIBA；固定式C型臂則分布在GE、PHILIPS、SIEMENS及TOSHIBA；移動式C型臂則多為GE、SIEMENS及ZIEHM，且有顯示值的透視機多為GE牌子；而震波碎石機大多為DORNIER，如表2所示。

表2. 各廠牌分布及顯示值的狀況

四類廠牌分布	遙控型	固定式C型臂	移動式C型臂	震波碎石
GE	13 (0,0,0)	34 (15,14,14)	42 (20,20,13)	
HITACHI	23 (0,2,0)		7 (0,0,0)	12 (0,0,0)
Intermedical			7 (0,0,0)	1 (0,0,0)
PHILIPS	6 (3,3,3)	49 (31,27,27)	16 (1,10,1)	4 (0,0,0)
SHIMADZU	19 (2,2,2)	2 (2,2,2)	1 (0,0,0)	
SIEMENS	18 (5,5,5)	44 (34,34,34)	24 (3,0,0)	4 (0,0,0)
TOSHIBA	72 (6,7,5)	26 (6,5,5)	17 (0,0,0)	
VILLA	1 (0,0,0)			
ZIEHM		1 (0,0,0)	19 (8,0,0)	1 (0,0,0)
DIREX				4 (0,1,0)
DORNIER				48 (0,0,0)
EDAP				3 (2,0,0)
MEDISPEC				12 (0,0,0)
PCK				6 (0,0,0)
RICHARD WOLF				5 (0,0,0)
SONOLITHO				1 (0,0,0)
TECHNIX SPA				1 (0,0,0)
ZIEL				3 (0,0,0)
TOTAL	152	156	133	105

*註：表格中的數字代表總數(有DAP的數量、有CD的數量、兩者皆有的數量)

此外，有劑量顯示值設備的機齡普遍比未有顯示值的設備機齡較短，尤以遙控型具有顯示值比未有顯示值的設備其平均機齡少了5年多；固定式C型臂大多有顯示值，所以有無顯示值的機齡差距沒有這麼明顯；105台震波碎石機有顯示值的只有3台，樣本數較少，僅供參考。如圖1-圖4所示。

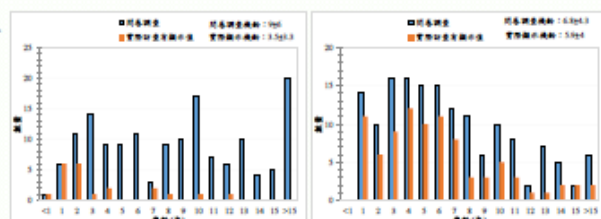


圖1. 遙控型機齡的問卷調查及實際調查

圖2. 固定式C型臂機齡的問卷調查及實際調查

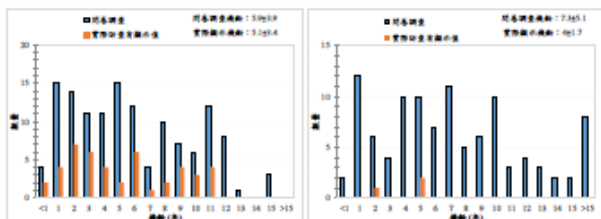


圖3. 移動式C型臂機齡的問卷調查及實際調查

圖4. 震波碎石機齡的問卷調查及實際調查

就類別分析，如圖5、圖6所示，大部分設備的劑量顯示值誤差落在±35%內，DAP顯示值的符合率為90%、CD的符合率為77%。CD顯示值低估的大多集中在機齡小的設備，各類型都有；高估的大多是移動式C型臂，全都是GE的，僅一台為PHILIPS。DAP顯示值高估的大多為固定式C型臂，低估的移動式C型臂及固定式C型臂且移動式C型臂多為GE，固定式C型臂則各類型都有。

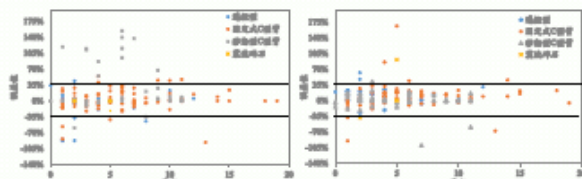


圖5. 四類型的DAP值分布

圖6. 四類型的CD值分布

• 結論

具有劑量顯示值的透視攝影X光機佔所有透視X光設備的1/4，其中有顯示值的設備，其顯示值符合率在DAP約有九成，在CD約有七成。

Study of the image quality and the position accuracy of image-guided systems in Taiwan



Tu Chih-Hsuan¹, Huang Pei-Yun¹, Yang Cheng-Jyun^{1,3}, Shiau An-Cheng^{1,2*}

¹Chinese society of medical physics, Taipei. ²Department of Radiation Therapy and Oncology China Medical University Hospital. ³Central Taiwan University of Science Technology, CTUST

Purpose

To provide information on the current status of the radiation therapy image-guided system and to develop guidelines for quality assurance, and to provide advice to AEC on the future development of QA regulations.

Materials & Methods

The Basic data of IG devices in Taiwan were collected. Based on the reports of AAPM TG-142, TG-58, and TG-104, the guidelines and procedures of QA for radiation therapy IG systems were established. The major items of the QA program included mechanical position accuracy, image quality, and the accuracy of image-guided positioning. On-site investigations were performed. The recommended tolerance values for each item were established based on the statistic analysis of the inspect data. A total of 79 linear accelerator and 19 Tomotherapy IGRT systems were surveyed in this study.

Results

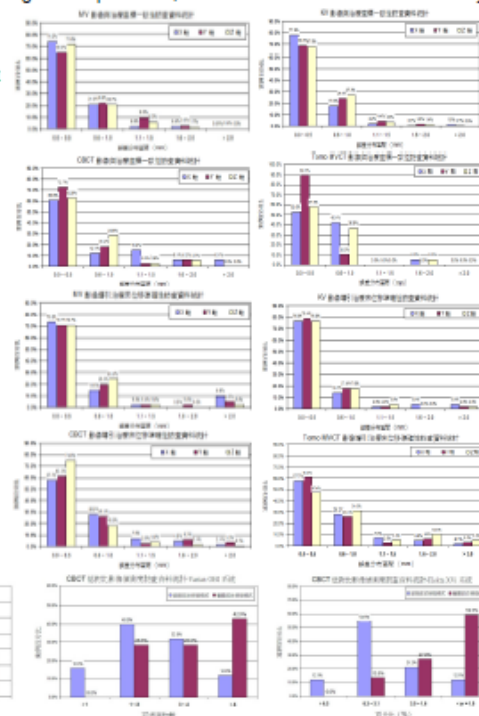
In the item of "Image Proportional Accuracy" and "Image Orientation Accuracy", all devices have good results, and the accuracy is within the tolerance value. In the item of imaging and treatment coordinate coincidence, the differences were less than 2 mm for all the survey data, and more than 85% of the 2D MV and 2D kV systems, and about 75% of the CBCT systems, the inspections shown the differences were within 1 mm for imaging angles of 0, 90, 180, and 270 degrees. For the item of IG positioning accuracy, according to the inspections, the CBCT system in the two commonly used scanning mode has more than 85% of the measurement data with displacement accuracy within 1.0 mm. Tomotherapy IG system may be limited to the poor MVCT image quality. The IG positioning accuracy is not as good as the Linac CBCT system. In the items of image quality, according to inspection data, if the recommended tolerance values of the high contrast (spatial) resolution for 2D kV system is set at ≥ 10.0 line pair / cm, and at ≥ 3.0 line pair / cm for CBCT system, approximate 88% and 95% of the device can meet his requirement, respectively. According to the poor image quality of 2D MV system, the recommended tolerance values of image quality were set to meet the baseline values acquired at the time of acceptance and commissioning. For the item of low contrast resolution, depending on different IG systems, if the recommended tolerance value for the 2D kV system is set to distinguish ≥ 12 low contrast inserts, nearly 95% of the devices meet this requirement. The same QA item, more than 85% of for Varian CBCT devices with the two commonly used scanning modes can distinguish ≥ 1 low contrast insert. The recommended tolerance value of low contrast resolution for Elekta XVI CBCT system with H&N scan mode and body scan mode were set at $\leq 6.3\%$ and $\leq 3.0\%$, respectively. Regarding that requirement, more than 85% of the two commonly used scanning modes can meet the requirements.

醫用直線加速器影像導引系統品質保證項目與誤差容許值

每日		
平面射線攝影電離輻射影像(包含 kV 及 MV)		
項目	適用範圍之誤差容許值	
	非立體定位放射半影(半影)	立體定位放射半影(半影)
I. 影像邊緣清晰度與對比	合格	
II. 影像與治療準中心一致性	2.0 毫米以下	1.0 毫米以下
每週		
平面射線攝影電離輻射影像(包含 kV 及 MV)		
項目	適用範圍之誤差容許值	
	非立體定位放射半影(半影)	立體定位放射半影(半影)
III. 影像邊緣清晰度與對比之評估	2.0 毫米以下	1.0 毫米以下
IV. 影像與治療準中心一致性	1.0 毫米以下	0.5 毫米以下
V. 影像邊緣清晰度與對比之評估	2.0 毫米以下	1.0 毫米以下
每週		
平面射線攝影電離輻射影像(包含 kV 及 MV)		
項目	適用範圍之誤差容許值	
	非立體定位放射半影(半影)	立體定位放射半影(半影)
VI. 高對比(空間)解析度	CBCT 影像: ≥ 3 line pairs/cm - kV 平面影像: ≥ 10 line pairs/cm - MV 平面影像: 基準值	
VII. 低對比影像判別度	CBCT 影像(DI4 系統): ≥ 12 個可識別物, CBCT 影像(XVI 系統): $\leq 5.0\%$ (Body scan mode), kV 平面影像: ≥ 12 個可識別物, MV 平面影像: 基準值	
IX. CBCT 影像均勻度及雜訊評估	1. 影像均勻度: $\leq$ 基準值或差異值 $\leq 4\%$ (在 $\pm 1.5\%$) 2. 雜訊: $\leq$ 基準值或差異值 $\leq 40\%$	
X. CBCT 影像 CT 值準確性	誤差值在 ± 33 HU 以下	

電腦斷層治療影像導引系統品質保證項目與誤差容許值

每日		
MV 電腦斷層影像		
項目	適用範圍之誤差容許值	
非立體定位放射半影(半影)	立體定位放射半影(半影)	
I. 影像邊緣清晰度	2.0 毫米以下	1.0 毫米以下
II. 影像與治療準	2.0 毫米以下	1.0 毫米以下
中心一致性	1.0 毫米以下	0.5 毫米以下
每週		
MV 電腦斷層影像		
項目	適用範圍之誤差容許值	
非立體定位放射半影(半影)	立體定位放射半影(半影)	
III. 影像邊緣清晰度	2.0 毫米以下	1.0 毫米以下
IV. 影像與治療準	2.0 毫米以下	1.0 毫米以下
中心一致性	1.0 毫米以下	0.5 毫米以下
每週		
MV 電腦斷層影像		
項目	適用範圍之誤差容許值	
非立體定位放射半影(半影)	立體定位放射半影(半影)	
V. 高對比(空間)解析度	基準值	
VI. 低對比影像	基準值	
VII. MVCT 影像均	1. 影像均勻度: $\leq$ 基準值或差異值 ≤ 40 HU 2. 雜訊: $\leq$ 基準值或差異值 $\leq 40\%$	



Discussion and conclusions

The quality of the IG system is of great importance. This is the first study to complete the QA program for radiation therapy IG systems in Taiwan. Additionally, according to the statistical analysis data, the appropriate adjustment to the recommended tolerance value of each operation item was done. The results of this study will provide to the AEC as a reference to enhance the quality of medical care.

圖 A6: 研討會論文「Study of the image quality and the position accuracy of image-guided systems in Taiwan」, 發表於 2017 醫學物理學會年會



利用動態假體分析4D CT影像在移動腫瘤的影響

潘佳欣¹、李開群¹、蕭安成²

中國醫藥大學附設醫院放射腫瘤科¹ 中國醫藥大學附設醫院 癌症中心²

Purpose

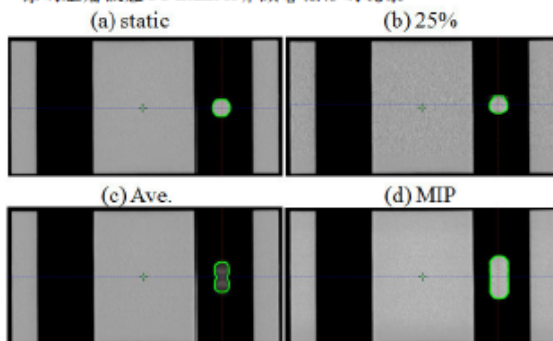
胸部腫瘤之放射線治療，由於呼吸運動造成腫瘤位移，增加腫瘤邊界定義及治療不確定性，藉由4D CT可評估腫瘤動態的移動情形。本研究使用動態肺部假體進行4D CT掃描，分析4D CT影像在腫瘤移動條件下的影響。

Methods and Materials

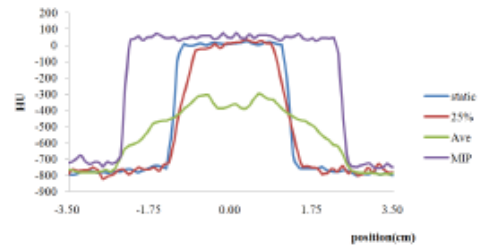
使用搭配Varian RPM系統的CT針對胸腔動態假體進行4D CT掃描。胸腔假體內含直徑2cm壓力均質球體，使用正弦波規則運動模式，設定頭頸向移動範圍為 ± 1.5 cm，模擬肺部腫瘤的動態變化。分析4D CT影像切割成10個與20個相位，腫瘤假體在各相位的位置準確性；比較重建MIP及AVG影像的腫瘤假體其形狀及CT number差異；利用EBT3 film量測腫瘤假體在靜態狀況下，於假體內接受6 MV-FFF射束照射的劑量，分別使用IMRT及Arc技術照射與Eclipse AAA治療計畫比較其劑量差異。以film QA pro軟體進行分析，採Gamma-index method 2%/1mm 計算通過率。

Results and Discussion

在切割成10個與20個相位的4D CT影像上，腫瘤假體中心位置在0、25、50及75%相位與實際位置的誤差分別為0.3、3.0、0.8、3.6mm及0.3、3.3、0.8、3.8mm。顯示4D CT相位影像在移動速度較快的25%及75%相位具有較大的位置誤差。比較靜態CT影像、4D CT 25%相位影像、AVG與MIP影像，其腫瘤假體於影像中之形狀變化如圖一所示。而平均CT number分別為-58、-56、-428及2.3 HU(圖二)，顯示AVG影像的腫瘤假體CT number有顯著低估的現象。

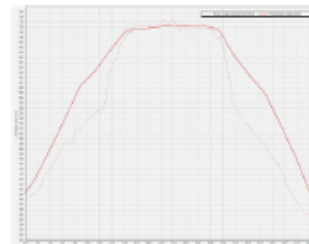


圖一、腫瘤假體於各相影像之幾何差異(a) 靜態CT影像、(b) 4D CT 25%相位影像、(c) AVG與(d) MIP影像



圖二、腫瘤假體分別於靜態CT影像、4D CT 25%相位影像、AVG與MIP影像沿移動軸向之CT number。

治療計畫劑量量測的結果顯示，腫瘤假體的劑量與治療計畫相近。於IMRT及Arc照射下，腫瘤假體區域劑量通過率分別為90.4%及91.3%；然而於腫瘤邊緣與外側低密度肺組織假體的區域，則呈現治療計畫劑量計算值顯著高估的情形，如圖三所示。



圖三、EBT3 film量測腫瘤假體接受6 MV-FFF之IMRT射束照射與Eclipse AAA治療計畫之切面劑量比較(粗線為治療計畫，細線為EBT3 film量測)。

Conclusions

4D CT相位影像在移動速度較快的相位具有較大的位置誤差。動態CT重建的AVG及MIP影像，其腫瘤假體CT number與實際腫瘤差異可達6倍。AAA治療計畫在腫瘤假體區域可得到準確計算劑量值，然而於腫瘤邊緣與外側低密度區域則呈現顯著高估的情形。未來將進一步量測在動態狀況下之劑量差異。

1. Report of AAPM Task Group 76, 2005
2. M. Schneider et al., *Physica Medica* 36 (2017) 126–139
3. Carri K., *Journal of Thoracic Disease*, Vol 6 (2014) No 4 April
4. Leon Dunn et al., *Physica Medica* 31(2015) 435–441



Dose inspection and risk assessment on radiation safety for the use of non-medical X-ray machines in Taiwan



Fang-Yuh Hsu^{a,*}, Shih-Ming Hsu^b, Jiunn-Hsing Chao^a

^a Nuclear Science and Technology Development Center, National Tsing Hua University, Hsinchu, Taiwan, ROC

^b Department of Biomedical Image and Radiological Sciences, National Yang Ming University, Taipei, Taiwan, ROC

ARTICLE INFO

Keywords:

Dose inspection
Risk assessment
Radiation safety
Open-beam X-ray
Handheld X-ray unit
Cabinet X-ray unit

ABSTRACT

The subject of this study is the on-site visits and inspections of facilities commissioned by the Atomic Energy Council (AEC) in Taiwan. This research was conducted to evaluate the possible dose and dose rate of cabinet-type X-ray equipment with nominal voltages of 30–150 kV and open-beam (portable or handheld) equipment, taking both normal operation and possibly abnormal operation conditions into account. Doses and dose rates were measured using a plastic scintillation survey meter and an electronic personal dosimeter. In total, 401 X-ray machines were inspected, including 139 units with nominal voltages of 30–50 kV X-ray equipment, 140 units with nominal voltages of 50–150 kV, and 122 open-beam (portable or handheld) X-ray equipment. The investigated doses for radiation workers and non-radiation workers operating cabinet-type X-ray equipment under normal safety conditions were all at the background dose level. Several investigated dose rates at the position of 10 cm away from the surface of open-beam (portable or handheld) X-ray equipment were very high, such X-ray machines are used by aeronautical police for the detection of suspected explosives, radiation workers are far away (at least 10 m away) from the X-ray machine during its operation. The doses per operation in X-ray equipment with a 30–50 kV nominal voltage were less than 1 mSv in all cases of abnormal use. Some doses were higher than 1 mSv per operation for X-ray equipment of 50–150 kV nominal voltage X-ray. The maximum dose rates at the beam exit have a very wide range, mostly less than 100 μ Sv/s and the largest value is about 3.92 mSv/s for open-beam (portable or handheld) X-ray devices. The risk induced by operating X-ray devices with nominal voltages of 30–50 kV is extremely low. The 11.5 mSv dose due to one operation at nominal voltage of 50–150 kV X-ray device is equivalent to the exposure of taking 575 chest X-rays. In the abnormal use of open-beam (portable or handheld) X-ray equipment, the effective dose of 3.92 mSv/s is equivalent to taking 196 chest radiographs within 1 s. This work assessed the annual doses (equivalent and effective doses) and risks of X-ray operator staff as reasonably as possible. The results of this research are helpful to the AEC (competent authority of ionization radiation) to improve the management and perform the safe control of X-ray equipment.

1. Introduction

X-ray machines are the most widespread application of radiation sources, in Taiwan. There are approximately 9000 X-ray machines in industry, including in the manufacture of semiconductor components, electronic component quality control tests, analysis/judgment of material elements, etc. The Atomic Energy Council (AEC) is the competent authority for ionizing radiation sources. The AEC asks that radiation safety testing be carried out for each radiation source at least once every five years, and test reports should be retained for future reference. A certain percentage of X-ray machines are selected by the AEC each year, for radiation safety inspection testing. This is to compel facility operators to implement the self-management of radiation safety to protect both

their workers and the general public (IAEA, 2011, 2014; ICRP, 1997). The characteristics of X-ray machines are usually indicated based on their nominal voltage or radiation energy. In some cases, although X-ray machines have the same nominal voltage or energy output, X-ray machines designed in different manners, used for different purposes, and produced by different manufacturers may create the different radiation doses and thus present different safety risks to radiation workers. Therefore, by means of on-site visits and surveys, investigating X-ray machine types and performance data could help assess the causes of radiation doses and risks. Based on the dose limitation requirements of “as low as reasonably achievable” (ALARA) for occupational and public exposures recommended by the International Commission on Radiological Protection (ICRP) (ICRP, 1991, 1997, 2007), many national

* Corresponding author.

E-mail address: fyhsu@mx.nthu.edu.tw (F.-Y. Hsu).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.radphyschem.2017.02.039>

Received 30 September 2016; Received in revised form 13 February 2017; Accepted 17 February 2017

Available online 20 February 2017

0969-806X/© 2017 Elsevier Ltd. All rights reserved.

圖 A9：論文「A RECENT SURVEY ON THE IMAGE QUALITY AND POSITION ACCURACY OF IMAGE-GUIDED RADIATION THERAPY SYSTEMS IN TAIWAN」，發表於 Radiation Physics and Chemistry 國際期刊

Conference Proceedings

January 19-21, 2017

Hokkaido, Japan

ACENS

Asian Conference on Engineering and Natural
Sciences

ICAS

International Conference on Applied Sciences

ICAS-279
**Dose Survey and Risk Assessment for the Uses of Handheld X-Ray
Equipment**

Fang-Yuh Hsu^{*} and Jiunn-Hsing Chao

¹Nuclear Science and Technology Development Center,
National Tsing Hua University, Taiwan
Email: fyhsu@mx.nthu.edu.tw

The use of x-ray machine is the most widely application in using radiation sources, in Taiwan. The radiation safety for handheld X-ray equipment is more concerned by the competent authority (Atomic Energy Council, AEC) in Taiwan than the other X-ray units (such as cabinet X-ray units) due to its open-beam. This study was conducted to evaluate the possible occupational dose and dose rate of the handheld X-ray equipment, taking into account normal operation and possibly abnormal operation conditions. This work considered the abnormal situation of X-ray irradiation which was caused by the failure of the infrared safety sensor; enable the hand held X-ray unit can emit the X-ray arbitrarily. An X-ray survey meter was used to measure the dose (rate) at the beam exit, to measure the maximum possible dose (rate) resulting from the exposure of the X-ray equipment in the assumed abnormal situation. The doses at hands, body of the worker were also evaluated. A total of 122 handheld X-ray machines were surveyed. For normal use, some investigated dose rates at the position of 10 cm apart from the surface of the handheld X-ray equipment were very high, these x-ray machines are used by aeronautical police for the detection of suspected explosives, radiation worker is far away (at least 10 m away) from the X-ray machine when operation. For abnormal use of handheld X-ray equipment, maximum effective dose rate of 3.92 mSv/s was measured. This work assessed the annual doses (equivalent and effective doses) and risks of the X-ray operator staffs as reasonably as possible. Results of this research are helpful to the AEC (competent authority of ionization radiation) to improve the management and perform the safety control of X-ray equipment.

Key Words: dose survey, risk assessment, radiation safety, handheld X-ray

圖 A10：論文「Dose Survey and Risk Assessment for the Uses of Handheld X-ray Equipment」，發表於 Asian Conference on Engineering and Natural Sciences (2017 ACENS)

【B、研究報告】

研究報告

透視攝影 X 光機訪查與研究：

101~106 年的訪查結果趨勢分析

劉信顯¹、廖于萱¹、黃怡璇²、蔡惠予^{1,2}

¹ 長庚大學醫學影像暨放射科學系

² 林口長庚醫院影像診療科

圖 B1：透視攝影 X 光機訪查研究報告：101~106 年的訪查結果趨勢分析

研究報告

固態偵檢器應用於電腦斷層品質保證劑量量測之可行性評估

邱立得¹、廖英蘭²、陳俊宇¹、楊若寅¹、黃怡璇³、蔡惠予^{1,3}

¹長庚大學醫學影像暨放射科學系

²核能研究所 保健物理組

³林口長庚醫院影像診療科

一、前言

電腦斷層掃描儀品質保證法規規範項目當中，電腦斷層劑量指標(computed tomography dose index, CTDI)一直以來都是非常重要的參考依據。CTDI反應了在臨床上執行電腦斷層掃描的輻射劑量輸出。現今常使用作為測量電腦斷層劑量指標的測量工具為筆型游離腔，它能在軸狀掃描模式下量測劑量後，經由計算得到CTDI。

然而，臨床使用螺旋掃描模式越來越多，依據105-106年品保作業檢查數據統計，約300台CT掃描儀在常規成人腹部檢查時，96%(289台)儀器皆使用螺旋掃描模式。在執行品保時我們需要將螺旋掃描先轉換成軸狀掃描，才能使用筆型游離腔完成測量。

近年來固態偵檢器發展趨近成熟，適合CT劑量量測之固態偵檢器有數種，固態偵檢器可以在螺旋掃描模式下量測掃描範圍內的劑量分佈，利用劑量分佈曲線計算螺旋掃描模式下的CTDI。以固態偵檢器在臨床檢查模式下進行品保作業劑量量測，更接近實際檢查時的輻射輸出情形。

本研究目的為評估固態偵檢器在臨床檢查模式下測量CTDI之可行性，測量結果與游離腔在軸狀掃描模式之量測結果進行比較。

圖 B2：固態偵檢器應用於電腦斷層品質保證劑量量測之可行性評估研究報告

行政院原子能委員會研究計畫 106 年度委託研究計畫結案報告

計畫名稱：**105至108年放射治療設備之輻射安全與醫療曝露品保作業研究**

報告名稱：**立體定位放射手術/治療使用之小照野射束劑量校驗研究報告**

計畫編號：AEC10409030L

GRB 編號：PG10506-0022

計畫期程：☐一年期計畫；☒多年期計畫，共 4 年，本年度為第 2 年

執行期間：106 年 1 月 1 日至 106 年 12 月 31 日

執行機構：中華民國醫學物理學會

計畫主持人：蕭安成

共同主持人：劉明祥，許世明

計畫參與人員：鄭秀成，陳合興，陳秋萍，黃佩筠，楊程鈞，塗芷軒

中華民國 106 年 12 月 6 日

（本報告內容純係作者個人之觀點，不應引申為本機關之意見）

圖 B3：放射治療立體定位放射手術/治療使用之小照野射束劑量校驗研究報告

行政院原子能委員會
委託研究計畫 106 年期末成果報告

105 至 106 年度計畫曝露量測規範建立與輻射安全風險
評估研究
(勞務採購案)

2016-2017 project on establish the measurement guide of Planned exposure
situation, and assessment of radiation safety and risk

計畫編號：AEC10501003L

受委託機關(構)：國立清華大學

計畫主持人：許芳裕

聯絡電話：(03)5715131 分機 62096

計畫參與人員：趙君行、劉衛蒼、陳宗源、黃峰運、劉育容、張馥謙、
葛潔、葉莉鈴、賴美楹、楊宜蓁

報 告 日 期：1 0 6 年 1 2 月 1 日

圖 B4：105 至 106 年度計畫曝露量測規範建立與輻射安全風險評估研究_106 年期末成果報告

【C、實作訓練】

106 年度電腦斷層掃描儀醫療曝露品質保證實作訓練（年度品保項目） 課程表

主辦單位：行政院原子能委員會、中華民國醫學物理學會、台北醫學大學附設醫院、中華民國醫事放射師公會全國聯合會、中華民國醫事放射學會、台灣社區醫院協會

協辦單位：中華民國放射線醫學會、台灣放射腫瘤學會、中華民國核醫學學會

上課時間：106 年 3 月 19 日（星期日）

上課地點：台北醫學大學附設醫院

類別：診斷

課程表：

時 間	課程內容	講師/助理講師
09：00～09：10	報 到	葉美好/蔣詩偉
09：10～10：30	電腦斷層掃描儀年度品保測試項目介紹	
10：30～12：00	實作：系統安全評估；檢查床與機頭之對位	
12：00～13：00	午 餐	
13：00～14：00	實作：切片位置準確性；切片厚度準確性	
14：00～15：00	實作：CT 值準確度與線性度；水假體影像評估；影像均勻度、雜訊、與假影評估	
15：00～15：40	實作：空間解析度；低對比偵測度	
15：40～16：00	休 息	
16：00～17：00	實作：劑量評估；輻射寬度	
17：00～17：30	實作：影像顯示器評估	
17：30～18：00	問題與討論	

圖 C1：106 年度電腦斷層掃描儀醫療曝露品質保證實作訓練課程表（台北醫學大學附設醫院）

106 年度電腦斷層掃描儀醫療曝露品質保證實作訓練(年度品保項目)

課程表

主辦單位：行政院原子能委員會、中華民國醫學物理學會、醫療財團法人徐元智先生醫藥基金會亞東紀念醫院、中華民國醫事放射師公會全國聯合會、中華民國醫事放射學會、台灣社區醫院協會
 協辦單位：中華民國放射線醫學會、台灣放射腫瘤學會、中華民國核醫學學會
 上課時間：106 年 6 月 17 日(星期六)
 上課地點：醫療財團法人徐元智先生醫藥基金會亞東紀念醫院
 類別：CT-SIM
 課程表：

時 間	課 程 內 容	講 師 / 助 理 講 師
09：00～09：10	報 到	葉 芯 貝 / 張秋涵
09：10～10：30	電腦斷層模擬定位掃描儀品質保證作業項目講解	
10：30～12：00	實作：每日品保項目。 (旋轉臂雷射及定位雷射與影像切面之相對位置關係一致性，影像均勻度，水假體影像 CT 值準確度，影像雜訊，假影評估，檢查室屏蔽門安全連鎖，對講機與監視器功能)	
12：00～13：00	午 餐	
13：00～14：00	實作：每月品項目-I。 (旋轉臂雷射及定位雷射與影像切面之相對軸向關係一致性，定位雷射與旋轉臂雷射間隔長度準確性，檢查床與影像切面軸向吻合性)	
14：00～15：00	實作：每月品項目-II。 (檢查床垂直與縱向移動位置準確性，4~5 種不同物質之 CT number 準確性)	
15：00～15：10	休 息	
15：10～16：10	實作：年度品保項目-I。 (影像切面位置準確性，影像切面厚度準確性，影像高對比(空間)解析度，影像低對比解析度)	
16：10～17：10	實作：年度品保項目-II。 (掃描電子密度假體 CT number 準確性，電腦斷層劑量)	
17：10～18：00	問題與討論	

圖 C2：106 年度電腦斷層掃描儀醫療曝露品質保證實作訓練課程表(亞東紀念醫院)

106 年度電腦斷層掃描儀醫療曝露品質保證實作訓練(年度品保項目)
課程表

主辦單位：行政院原子能委員會、中華民國醫學物理學會、「上課醫院」、中華民國醫事放射師公會全國聯合會、中華民國醫事放射學會、台灣社區醫院協會

協辦單位：中華民國放射線醫學會、台灣放射腫瘤學會、中華民國核醫學學會

上課時間：106 年 8 月 6 日（星期日）

上課地點：高雄榮民總醫院

類 別：診斷

課程表：

時 間	課程內容	講師
09：00～09：10	報 到	劉亦齊/廖英蘭
09：10～10：30	電腦斷層掃描儀年度品保測試項目介紹	
10：30～12：00	實作：系統安全評估；檢查床與機頭之對位	
12：00～13：00	午 餐	
13：00～14：00	實作：切片位置準確性；切片厚度準確性	
14：00～15：00	實作：CT 值準確度與線性度；水假體影像評估；影像均勻度、雜訊、與假影評估	
15：00～15：40	實作：空間解析度；低對比偵測度	
15：40～16：00	休 息	
16：00～17：00	實作：劑量評估；輻射寬度	
17：00～17：30	實作：影像顯示器評估	
17：30～18：00	問題與討論	

圖 C3：106 年度電腦斷層掃描儀醫療曝露品質保證實作訓練課程表（高雄榮民總醫院）

106 年度透視攝影 X 光機輻射醫療曝露品質保證實作訓練 課程表

主辦單位：行政院原子能委員會、中華民國醫學物理學會、中山醫學大學附設醫院、
中華民國醫事放射師公會全國聯合會、中華民國醫事放射學會、台灣社區
醫院協會

協辦單位：中華民國放射線醫學會

上課日期：106 年 5 月 7 日（星期日）

上課地點：中山醫學大學附設醫院

課程表：

時 間	課程內容	講師/ 講師助理
09：00～09：10	報 到	葉美好/ 黃怡璇
09：10～10：30	品保測試項目與流程說明	
10：10～11：00	品保項目實作：系統單元組件檢查、準直儀評估	
11：10～12：00	品保項目實作：射束品質的評估	
12：00～13：00	午 餐	
13：00～13：50	品保項目實作：入射曝露(率)評估	
14：00～14：50	品保項目實作：參考點累積空氣克馬之確認	
15：00～15：50	品保項目實作：空間解析度、對比度評估	
16：00～16：50	品保項目實作：假影評估、影像顯示器評估、影像增強管輸入曝露率	
17：00～17：50	品保項目實作：管電壓準確性及再現性、照相模式之曝露時間準確性及再現性、照相模式之曝露再現性及線性度、照相模式之自動曝露控制系統評估	

圖 C4：106 年度透視攝影 X 光機醫療曝露品質保證實作訓練課程表（中山醫學大學附設醫院）

106 年度透視攝影 X 光機輻射醫療曝露品質保證實作訓練 課程表

主辦單位：行政院原子能委員會、中華民國醫學物理學會、台北醫學大學附設醫院、
中華民國醫事放射師公會全國聯合會、中華民國醫事放射學會、台灣社區
醫院協會

協辦單位：中華民國放射線醫學會

上課日期：106 年 9 月 10 日（星期日）

上課地點：台北醫學大學附設醫院

課程表：

時 間	課程內容	講師/ 講師助理
09：00～09：10	報 到	葉美好/ 蔣詩偉
09：10～10：30	品保測試項目與流程說明	
10：10～11：00	品保項目實作：系統單元組件檢查、準直儀評估	
11：10～12：00	品保項目實作：射束品質的評估	
12：00～13：00	午 餐	
13：00～13：50	品保項目實作：入射曝露(率)評估	
14：00～14：50	品保項目實作：參考點累積空氣克馬之確認	
15：00～15：50	品保項目實作：空間解析度、對比度評估	
16：00～16：50	品保項目實作：假影評估、影像顯示器評估、影像增強管輸入曝露率	
17：00～17：50	品保項目實作：管電壓準確性及再現性、照相模式之曝露時間準確性及再現性、照相模式之曝露再現性及線性度、照相模式之自動曝露控制系統評估	

圖 C5：106 年度透視攝影 X 光機醫療曝露品質保證實作訓練課程表（台北醫學大學附設醫院）

**106 年度乳房 X 光攝影儀醫療曝露品質保證實作訓練
(年度品保項目) 課程表**

主辦單位：行政院原子能委員會、中華民國醫學物理學會、三軍總醫院、中華民國醫事放射師公會全國聯合會、中華民國醫事放射學會、台灣社區醫院協會

協辦單位：中華民國放射線醫學會

上課時間：106 年 07 月 16 日（星期日）

上課地點：中山醫學大學附設醫院

操作儀器：數位式乳房 X 光攝影儀

課程表：

時 間	課程內容	講師
08：50～09：00	報 到	葉美好/廖英蘭
09：00～11：00	年度品管檢測內容之測試步驟說明	
11：00～12：00	乳房攝影品管檢測作業： 準直儀評估	
12：00～13：00	午 餐	
13：00～14：00	乳房攝影品管檢測作業： kVp 準確度與再現性的檢測、X 光品質的評估 (半值層計測) 乳房入射劑量	
14：00～15：00	乳房攝影品管檢測作業： AEC 的再現性、平均乳腺劑量、輸出功率	
15：00～16：00	乳房攝影品管檢測作業： 乳房攝影系統設備的評估、系統解析度評估、 假體影像品質評估	
16：00～17：30	乳房攝影品管檢測作業： 訊號雜訊比及對比雜訊比測量、診斷閱片工作 站的品保、偵測器殘影測試	
17：30～18：00	乳房攝影品管檢測作業： 報告內容及問題討論	

圖 C6：106 年度乳房 X 光攝影機醫療曝露品質保證實作訓練課程表（中山醫學大學附設醫院）