



國家度量衡標準實驗室 105 年度計畫執行報告

建立及維持國家游離輻射標準 (2/4)

105 年度執行報告

計畫審議編號：105-1403-05-05-01

全程計畫：自 104 年 1 月至 107 年 12 月止

本年度計畫：自 105 年 1 月至 105 年 12 月止

執行單位：行政院原子能委員會核能研究所

委託單位：經濟部標準檢驗局

中華民國 106 年 1 月

一〇五年度計畫執行報告摘要記錄表

計畫名稱	建立及維持國家游離輻射標準(2/4)一〇五年度計畫		計畫編號：105-1403-05-05-01	
主辦單位	經濟部標準檢驗局	執行單位	行政院原子能委員會核能研究所	
計畫主持人	胡中興	電話：03-4711400-7600	傳真：03-471 1171	
協同主持人	朱健豪	電話：03-4711400-7741	傳真：03-471 3489	
計畫分類	<input type="checkbox"/> 研究發展類 <input checked="" type="checkbox"/> 技術推廣類 <input type="checkbox"/> 資訊服務類 <input type="checkbox"/> 行政配合類			
經費概算	全程計畫經費		51,719 千元	
	本年度預算	11,841 千元	本年度實支數	11,731 千元
計畫聯絡人	鄧菊梅	電話:03-4711400-7620	傳真：03-4713489	
綜合摘要： <p>一、年度預定工作項目</p> <p>(一)量測標準的維持與服務</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 提供符合 ISO 17025 品質標準的校正服務 2. 參與或主辦國際量測比對(主辦亞太中能量 X 射線劑量比對活動) <p>(二)量測標準的精進與新建</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 中能量 X 射線自由空氣游離腔收集電極遮蔽效應評估 2. 建立符合 IEC 61267 RQR X 射線射質劑量原級標準 3. 建立 Tc-99m 醫用射源活度原級量測標準 4. 石墨熱卡計量測技術精進 <p>(三)量測標準技術的推廣與應用</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 輻射計量標準業務推廣及參與 APMP 等相關國際會議 2. 提供游離輻射領域能力試驗標準追溯源。 				

一〇五年度計畫執行報告摘要記錄表

二、重要成果與目標達成情形

本年度重要成果、計畫目標與實際達成情形如下：

類	別	105 年度目標	105 年度實際達成情形
研究成果	論文	3 篇 (國外論文 2 篇)	● SCI 發表 2 篇 ● 國際會議論文 3 篇 達成預期目標。
	技術報告	17 篇	技術報告發表 18 篇；另發表出國報告 3 篇。 達成預期目標。
	專 利	1 項	獲得歐盟專利 1 項，達成預期目標
例行維持	舉辦研討會或說明會	2 場	2 場，達成預期目標。
	問卷調查	1 次	1 次，達成預期目標。
	技術服務收入	250 件	年度例行校正服務共 398 件，總收入為 3,734,030 元。超出預期目標。
	能力試驗	1 項	● 提供人員劑量計、低放射性廢棄物解除管制能力試驗之標準追溯源 達成預期目標。
	國際量測比對	2 項	● 主辦亞太中能量 X 射線空氣克馬比對 (代號：APMP.RI(I)-K3) ● 參與由 NMIJ 主辦的 Ir-192 參考空氣克馬率量測比對 (代號：APMP.RI(I)-K8) 達成預期目標。

三、重要檢討及建議

1. 本年度的所有工作項目皆如期達成計畫目標。
2. 本年度已結報之預算為99.08%，符合年度計畫預期目標。
3. 本年度所有量化績效產出皆達到年度預期目標。
4. 本年度例行校正服務共 398 件收入 3,734,030 元。例行校正服務超出原計畫目標(全年度 250 件，收入 245 萬元)，主要原因如下：(1)本年度執行人員劑量計能力試驗，受測實驗室送出較多的標準件要求校

一〇五年度計畫執行報告摘要記錄表

正。(2)原能會將電腦斷層攝影納入醫療曝露品保適用範疇，及本實驗室擴建 X 射線標準，使 X 射線標準相關校正服務量明顯增加。

5. 本計畫之後續工作係綜合考量國內科技政策、國內市場與法規需求、策略會議結論、國際發展趨勢、國際量測比對的結果等進行規劃，搭配科專計畫、學校與醫院共同進行，期使設備、人力、經費與標準之應用得到最大綜效，因此，建請計畫審查單位持續支持本計畫所規劃的未來工作項目。

目 錄

標 題	頁碼
壹、基本摘要	1
一、執行進度	1
二、經費支用	1
三、主要執行內容	2
四、計畫變更說明	8
五、落後原因分析	8
六、主管機關之因應對策(檢討與對策)	8
貳、年度經費一千萬元以上科技計畫成果效益事實報告表及自評表	9
一、年度經費一千萬元以上科技計畫成果效益事實報告表	9
(一) 計畫目的與內容	11
(二) 計畫經費與人力	12
(三) 計畫已獲得之主要成就與成果(output)	15
(四) 評估計畫主要成就及成果之價值與貢獻(outcome)	23
(五) 後續工作構想及重點	26
(六) 檢討與建議	45
二、年度經費一千萬元以上科技計畫成果效益自評表	47
(一) 計畫目的與執行內容是否符合	47
(二) 計畫已獲得之主要成就與成果(output)	47
(三) 評估計畫主要成就及成果之價值與貢獻(outcome)	48
(四) 計畫經費的適足性與人力運用的適善性	49

標 題	頁碼
(五) 後續工作構想及重點的妥適性	50
(六) 檢討與建議	52
參、報告內容	53
一、執行績效檢討	53
(一) 與計畫符合情形	53
1. 進度與計畫符合情形	53
2. 目標達成情形	58
(二) 資源運用情形	61
1. 人力運用情形	61
2. 設備購置與利用情形	62
3. 經費運用情形	63
(三) 人力培訓情形	65
(四) 標準維持情形	66
二、成果運用檢討	71
(一) 主要成果運用檢討表	71
(二) 研究成果統計	74
(三) 校正服務列表	75
1. 工服成果統計表	75
2. 量測標準系統與校正服務統計表	104
三、結論	108
肆、補充附件	109
補充附件1、顧客滿意度問卷調查統計表	109

標 題	頁碼
補充附件 2、本實驗室主辦之 APMP.RI(I)-K3 比對傳遞件及參與實驗室	110
補充附件 3、Ir-192 參考空氣克馬率量測比對(APMP.RI(I)-K8) 期程	111
補充附件 4、X 射線 ISO-4037 射質空氣克馬(APMP.RI(I)-K3) 比對結果	112
補充附件 5、自由空氣游離腔修正因子評估結果	113
補充附件 6、IEC 61267 RQR 射質量測結果	114
補充附件 7、Tc-99m 醫用射源活度原級標準不確定度評估表	115
補充附件 8、石墨熱卡計量測技術精進執行成果	116
補充附件 9、第十次人員及肢端劑量計能力試驗研討會	118
補充附件 10、105 年解除管制量測結果研討會	119
補充附件 11、APMP 2016 會議議程表及照片	120
補充附件 12、論文報告一覽表(摘要如附件 18)	121
補充附件 13、1999-2016 年 NRSL 參加國際比對之現況	124
補充附件 14、95-105 年本計畫與其他計畫之合作列表	126
補充附件 15、最近五年研究成果統計表	128
補充附件 16、研究報告摘要	129
伍、審查意見及回覆彙整表 (含期末報告審查暨驗收會議紀錄決議事項)	156

壹、基本摘要

計畫名稱：建立及維持國家游離輻射標準(2/4)

一〇五年度計畫

審議編號：105-1403-05-05-01 部會屬原計畫編號：

主管機關：經濟部標準檢驗局 執行單位：行政院原子能委員會核能研究所

計畫主持人：胡中興 聯絡人：鄧菊梅

聯絡電話：03-471 1400-7600 傳真號碼：03 - 471 1171

期 程： 104 年 1 月~ 107 年 12 月

經 費：(全程)： 51,719 千元 (年度)：11,841 千元

執行情形：

一、執行進度：

執行進度	預定(%)	實際(%)	比較(%)
本年度	100	100	0
全程	100	100	0

二、經費支用：

經費支用	預定(千元)	實際(千元)	支用比率(%)
本年度	11,841	11,731	99.08
全程	51,719	22,948	44.37

三、主要執行內容：

本計畫配合政府科技政策與國內需求，以實現完善的研發軟硬體基礎建設及永續發展的資(能)源與環境為主軸，投入研發資源，建立及維持我國游離輻射之國家級量測標準，建構國內游離輻射領域研發與檢測之基礎環境，並協助我國度量衡專責機關(經濟部標準檢驗局)執行檢校業務，完成憲法賦予專責機關之任務。目前游離輻射研發領域已擴展至放射醫學、非破壞性檢測、材料改質、環境監測、輻射防護、放射性廢棄物回收再利用等領域，透過產業科技發展，增加民生福祉、追求優質生活，善盡對環境與社會的責任；另外，研發資源與學校及產業合作，進行人才培育，增進實驗室研究能力，並與核研所科專計畫互相配合，落實量測技術及校正標準之應用與推廣，發揮計畫的整體效益。

本年度計畫主要執行內容，依量測標準的維持與服務、精進與新建、推廣與應用三方面加以說明：

(一)維持與服務

維持量測標準並提供校正服務，是標準實驗室的基本任務。在維持國家標準與國際標準一致性任務需求下，本年度持續主辦中能量 X 射線空氣克馬比對(代號：APMP.RI(I)-K3)，另參與由日本 NMIJ 主辦的 Ir-192 參考空氣克馬率量測比對(代號：APMP.RI(I)-K8)，達成參與 2 項以上國際比對之年度目標。其中由本實驗室主辦的中能量 X 射線空氣克馬比對，共有包括台灣 INER、日本 NMIJ、韓國 KRISS、大陸 NIM、澳洲 ARPANSA、紐西蘭 ESR、敘利亞 AEC、埃及 NIS、南非 NMISA、馬來西亞 Nuc. Malaysia、印尼 BATAN、巴西 LNMRI/IRD、**印度 BARC** 共 13 個國家實驗室參加，並使用 NE 2571、Exradin A3、PTW3001 共 3 支標準游離腔作為量測標準比對件，目前標準比對件**南非**、澳洲、印尼、日本、中國大陸、韓國、埃及量測完畢，預計將於 2017 年完成傳遞，並開始撰寫比對報告。Ir-192

參考空氣克馬率量測比對，參與實驗室有日本 NMIJ、加拿大 NRC、印度 BARC、南非 NMISA、馬來西亞 Nuc. Malaysia、台灣 INER、韓國 KRISST、國際原子能總署 IAEA 等 8 個國家實驗室，比對期程為 2016 年 9 月至 2017 年 10 月，預計將於 2017 年 6 月傳遞至本實驗室進行量測。參與國際間的比對活動，除可維持國家標準與國際標準的一致性，達成國際追溯外，同時藉此促進國家實驗室間的技术交流，提升實驗室的量測能力。

在校正服務方面，本年度除辦理能力試驗外，亦持續提供一般私人企業、長庚醫院、成大醫院、馬偕醫院、台電放射試驗室等，符合 ISO 17025 品質規範的一級校正服務達 398 件，總收入繳庫 3,734,030 元，達成全年服務 250 件的年度目標。透過這些校正服務，達成量測標準的國內傳遞，可增進國人接受輻射診療的安全、全國輻射工作人員的工作安全、核能電廠運轉的安全與環境輻射監測的品質。

在客戶滿意度方面，以不記名問卷方式調查本實驗室在儀器接收服務、儀器取回服務、收到校正報告的時間、實驗室人員提供的電話答覆、遊校服務共 5 項主要客服項目的滿意度，平均有 99% 以上的調查結果，皆在滿意或非常滿意。

(二)精進與新建

目前國際上 X 射線劑量通常是以自由空氣游離腔作為原級標準，本實驗室所採用的原級標準為圓筒形活塞式自由空氣游離腔，相較於傳統平行板形自由空氣游離腔，圓筒形游離腔可較精確定義腔體之體積，用以計算其絕對劑量，但圓筒形游離腔之中央電極也會因為遮蔽效應而造成一小部分訊號的損失，此損失量與 X 射線能量及自由空氣游離腔的腔體結構設計相關，且不易使用實驗方法獲得，因此需使用蒙地卡羅方法評估其損失量。評估方法是使用蒙地卡羅程式 EGS5，將射源假設為 5~300 keV 的單能量光子，計算單能量光子電極遮蔽效應修正因子。另外，再使用蒙地卡羅程

式 BEAMnrc 模擬 X 光機機頭，計算各射質於參考點位置的能譜，再將能譜代入單能量光子電極遮蔽效應修正因子中，計算各射質的電極遮蔽效應修正因子。本實驗室目前現有 BIPM、ISO-N、ISO-W、MIST-M、IEC-RQR 等常用的 32 個射質，皆已完成電極遮蔽效應修正因子計算，達成計畫目標，完成本項標準技術提升。

本實驗室過去以來的 X 射線標準主要以美國 NIST 射質及 ISO 4037-1 射質作為基礎，但目前國際上對於醫療診斷用 X 射線品質則以 IEC 61267 的規範為標準，IEC 61267 中的 RQR 射質是模擬源於 X 射線管組件的射束，RQA 射質是模擬 X 射線經過病患後的射束，而 RQC 及 RQT 則分別用於透視攝影及電腦斷層掃描。本實驗室今年度根據 IEC 61267 規範，量測 X 射線衰減曲線，據以製作 RQR 射質所需之純鋁過濾片，量測其半值層與規範差異均小於 5%，合乎規範要求。完成原級標準劑量量測及其各項修正因子計算，並評估其量測不確定度小於 1%，達成計畫目標。

Tc-99m 主要是 Tc-99 的介穩態，半衰期約 6 小時，是核醫藥物最常使用的核種之一，主要應用於如腎、心、肺等臟器功能之檢查與癌症腫瘤檢查等。Tc-99m 加馬躍遷(gamma transition)時，會釋放能量約 1.6 keV 至 140 keV 的鄂惹電子或內轉換電子、2 keV 至 21 keV 的 X 射線及 2 keV 至 142 keV 之加馬射線。本計畫同時使用 $4\pi\epsilon\text{-}\gamma$ 符合計測技術與 CIEMAT/NIST 技術，建立 Tc-99m 放射源活度原級標準，並相互比對驗證，確認標準之正確性。其中 $4\pi\epsilon\text{-}\gamma$ 方法量測結果為 $8.945 \text{ MBq/g} \pm 0.50\%$ ，CIEMAT/NIST 方法量測結果為 $8.957 \text{ MBq/g} \pm 0.66\%$ ，兩種方法之量測結果相當一致，差異僅 0.1%，小於量測不確定度。完成原級標準之建立，並達成量測不確定度小於 1.2% 之計畫目標。原級標準量測技術建立後，透過標準化之射源將標準傳遞至本實驗室之高氣壓井形游離腔，得出其校正因子為 $1.2450 \text{ pA/MBq} \pm 0.51\%$ ，利用此高氣壓井形游離腔提拱客戶即時之校正服務。

熱卡計為目前國際上各國游離輻射標準實驗室所新發展的輻射劑量原級標準。由於以往使用的空氣游離腔，作為量測光子輻射劑量的原級標準，有其能量上限(約 2 MeV)，超過此上限便只能使用各種議定書如美國 AAPM-51 號報告、IAEA-398 號報告，將游離腔量測結果延伸至更高能量之應用，但這些方法均會使標準不確定度增加；如使用熱卡計量測高能量輻射，則可依輻射吸收劑量的定義直接量測物質吸收之熱量，並轉換為該物質之輻射吸收劑量以作為原級標準，將可提升國家輻射劑量原級標準之量測能量上限與降低量測不確定度。本年度完成石墨熱卡計參數調整，經測試後已大幅縮短系統平衡所需的時間，且有效降低量測訊號的跳動。透過 Co-60 水吸收劑量量測系統，將石墨熱卡計量測結果聯結至 APMPRI(I)-K4 國際比對結果中，與國際平均值差異小於 0.5%，達成計畫目標。

(三) 推廣與應用

辦理輻射計量標準業務推廣方面：配合世界計量日活動，於 105 年 5 月 20 日於核能研究所國家游離輻射標準實驗室舉辦「第十次人員及肢端劑量計(試運轉)能力試驗研討會暨 105 年解除管制量測能力試驗研討會」。共計有來自原能會、全國認證基金會、清華大學、台電、核研所等共計 20 個單位參與，會中進行第十次人員及肢端劑量計能力試驗說明，以及解除管制法規介紹，及解除管制能力試驗結果報告。105 年 9 月 29 日在核能研究所國家游離輻射標準實驗室舉辦「105 年解除管制量測結果研討會」，參加單位有原能會輻防處、物管局、全國認證基金會、台電核後端處、台電核一、二、三廠保健物理組、台電放射試驗室、台電核三工作隊及本所解除管制量測實驗室共計 43 人參與。於會議中介紹低放射性廢棄物解除管制法規及執行現況，並進行 105 年度解除管制量測比對總結報告。

在實驗室參訪方面，105 年 2 月 26 日，國防大學約 80 人參訪國家游

離輻射標準實驗室。105年5月13日台灣大學師生計17名參觀國家游離輻射標準實驗室。由實驗室人員介紹游離輻射標準SI單位、國際追溯鏈、國內標準傳遞與標準應用與衍生效益。

人才培育與合作研究方面，本年度實驗室於縱向方面：提供嘉義大學電機系謝奇文教授及其研究生吳品樺、吳重毅進行游離腔之微小電流量測實驗，並共同開發可量測游離腔信號之電子電路與計讀儀。協助陽明大學醫放系進行以蒙地卡羅方法評估穿透式X光管球的能譜輸出，並與量測結果進行驗證，確認蒙地卡羅之粒子遷移計算評估模式。協助中央大學探測器中心及張富雄博士進行大範圍二維輻射探測器照野測試，該偵檢器可即時得知射束大小與位置，已用於長庚質子治療之射束調校。協助南京航空航天大學核工系劉淵豪教授及陳瑞芬博士進行蛋白質輻照實驗，利用鈷六十及高劑量丙胺酸系統進行蛋白樣品劑量依存評估研究。橫向方面：透過科專計畫、委託計畫、核研所之研究共同基金、實驗室間研討等方式，進行量測標準或技術的傳遞與擴，分述如下：

1. 透過原能會委託計畫

- A. 與核研所核種分析研究團隊合作，提供標準源並協助製作環境級核種分析能力試驗、中低強度級核種分析能力試驗、低階放射性廢棄物量測比對等標準樣品。另合作辦理相關能力試驗或比對，所有能力試驗參與實驗室皆通過測試。
- B. 與核研所輻射安全評估研究團隊合作，發展質子治療設施與其它高能輻射場的中子監測器劑量修正技術，針對市售的一般中子劑量偵檢器量測高能中子劑量時，依偵檢器的設計約會低估1-3倍之問題，進行傳統型與延伸能量型的緩速型式中子劑量偵測器對高能中子量測修正研究，建立工作場所高能中子指標評估技術，以估計高能中子所佔的比例，並據此得到適當的能譜修正因子。

2. 透過與法人機構（如：金工中心、中科院等）或產業界（如：和鑫、千才、台灣騰協等）之委託計畫、合作意向書、座談或技術諮詢，協助其建立放射醫材檢測設施或技術，目前金工中心已建置放射醫材檢測實驗室並通過 TAF 認證。

本計畫透過各式管道，期能以國家標準實驗室為中心，結合產、學、研界之力量，融合基礎標準量測能力，法規施行及臨床應用三方面的資源，有效提升學術研究及更積極的將標準擴散至民生用途。

四、計畫變更說明:

無

五、落後原因分析:

無

六、主管機關之因應對策(檢討與對策)

無

貳、年度經費一千萬元以上科技計畫成果效益事實報告表及自評表

一、105年度經費一千萬元以上之科技計畫成果效益事實報告表

(請由計畫主持人、執行人填寫)

領域別：31

計畫主持人 胡中興

計畫名稱(中文)『建立及維持國家游離輻射標準』(2/4)

(英文)『Establishment of National Standards for Ionizing Radiation』

(2/4)

審議編號：105-1403-05-05-01

全程期程：104年1月～107年12月

全程經費：51,719千元 年度經費11,841千元

執行機構：行政院原子能委員會核能研究所

計畫摘要：(中文)

本計畫之目的在於建立與維持我國游離輻射國家標準，執行追溯檢校業務與發展量測標準技術。本年度擬定執行之工作項目有：

一、量測標準的維持與服務

1. 提供符合 ISO 17025 品質標準的校正服務
2. 參與或主辦國際量測比對(主辦亞太中能量 X 射線劑量比對活動)

二、量測標準的精進與新建

1. 中能量 X 射線自由空氣游離腔收集電極遮蔽效應評估
2. 建立符合 IEC 61267 RQR X 射線射質劑量原級標準
3. 建立 Tc-99m 醫用射源活度原級量測標準
4. 石墨熱卡計量測技術精進

三、量測標準技術的推廣與應用

1. 輻射計量標準業務推廣及參與 APMP 等相關國際會議
2. 提供游離輻射領域能力試驗標準追溯源。

關鍵字:國家標準；游離輻射；原級標準；校正；能力試驗

計畫摘要：(英文)

Abstract

This project aims to establish and maintain national standards of ionizing radiation in Taiwan, perform tasks of calibration and testing, and develop related technologies of measurement standards. According to the work frame, tasks items planned in this year include:

1. Measurement standards maintenance and services
 - (1) Providing calibration services complying with ISO 17025
 - (2) APMP/TCRI comparisons or others
2. Measurement standards improvement and establishment
 - (1) Evaluation of shadow effect for medium energy X-ray free-air chamber.
 - (2) Establishment of X-ray dose primary standard for IEC 61267 RQR qualities.
 - (3) Establishment of primary standard of activity for medical radioactive source of Tc-99m.
 - (4) Improvement of graphite calorimeter measurement technology.
3. Measurement standards technology promotion and applications
 - (1) Promoting radiation metrology standards and participating international conferences such as the APMP meetings.
 - (2) Providing standard radioactive sources for proficiency testing in the ionizing radiation field.

Keywords: national standards; ionizing radiation; primary standard; calibration; proficiency testing.

(一) 計畫目的與內容

標檢局於 80 年 7 月以(80)台貳字第三〇四二八六號委託書，正式委託核能研究所（本所）建立及維持國家游離輻射標準，並執行領域內之檢校追溯工作。本所每年度提送計畫申請書，由標檢局編列經費概算，雙方簽定年度合約後辦理該項業務。本所自 82 年度起執行本計畫，82~103 年度共執行五期的計畫。

105 年度為第六期四年計畫(104-107 年度)的第二年，繼續執行建立及維持國家游離輻射標準之業務，工作重點包括(1)持續量測標準的維持與服務，建構完整的量測追溯體系，(2)進行量測標準的精進與新建，滿足國內需求，(3)從事量測標準技術的推廣與應用，發揮技術擴散效益等三項工作目標。為達計畫目標，105 年計畫執行內容如下表。

計畫目標與 105 年計畫執行內容

計畫目標	105 年度執行內容
(1) 維持國家游離輻射標準與服務	<ul style="list-style-type: none">● 提供符合ISO 17025品質標準的校正服務● 參與或主辦國際量測比對(主辦亞太中能量X射線劑量比對活動)
(2) 量測標準的精進與新建，滿足國內需求	<ul style="list-style-type: none">● 中能量X射線自由空氣游離腔收集電極遮蔽效應評估● 建立符合IEC 61267 RQR X射線射質劑量原級標準● 建立Tc-99m醫用射源活度原級量測標準● 石墨熱卡計量測技術精進
(3) 量測技術的推廣與應用	<ul style="list-style-type: none">● 輻射計量標準業務推廣及參與APMP等相關國際會議● 提供游離輻射領域能力試驗標準追溯源

(二) 計畫經費與人力

1. 計畫經費

本年度預算總經費是11,841仟元，分配及支用狀況如下表。

105年度預算分配及支用狀況表

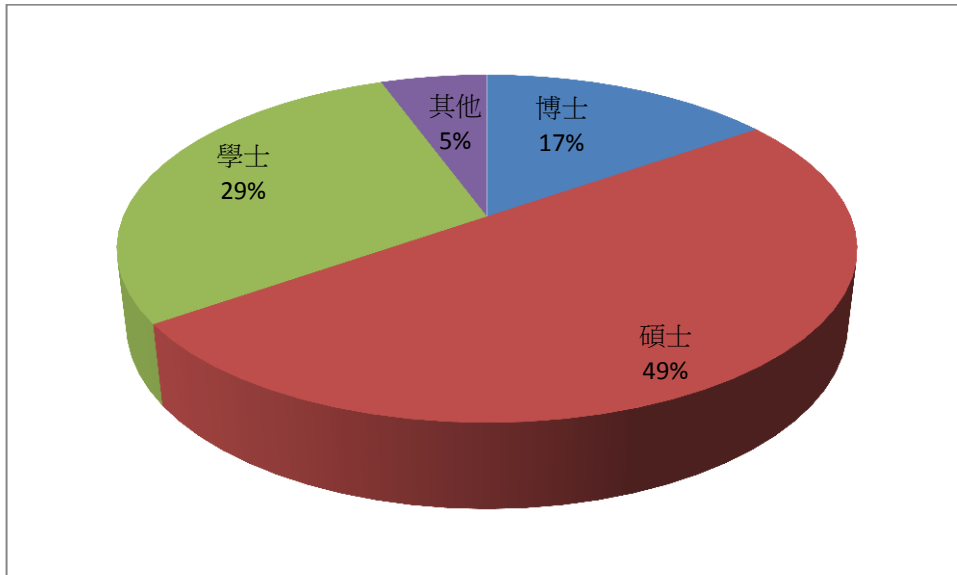
分配項目	預 算 (流用後)		支 用		
	金額(千元)	佔總額(%)	金額(千元)	佔總額(%)	佔分配(%)
人事費	0	0	0	0	0
業務費	9,741	82.27	9,741	82.26	100.00
設備費	2,100	17.73	1,991	16.81	94.81
合 計	11,841	100.00	11,731	99.08	99.08

105 年度各分項工作預算支用狀況表

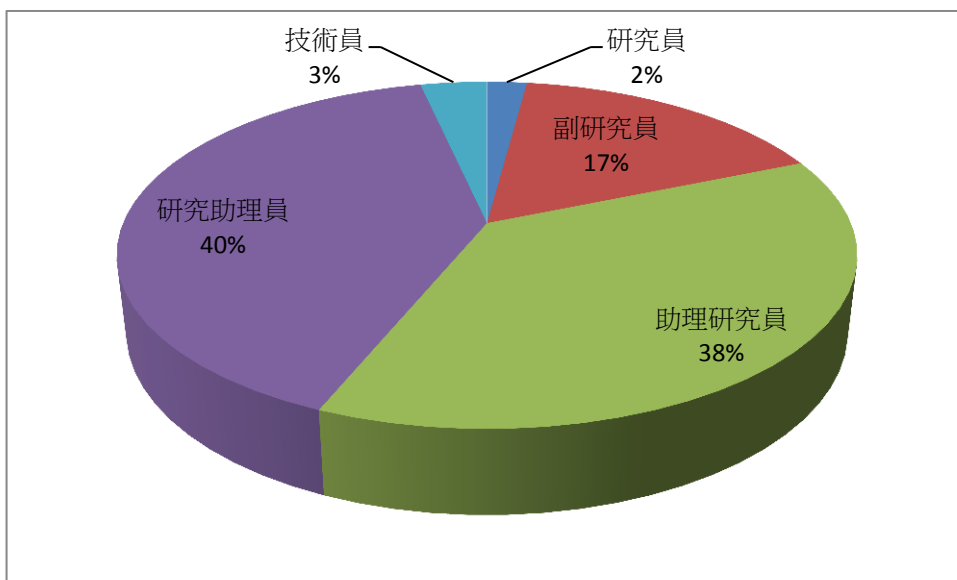
分項工作名稱	105 年 度預算	105 年度支用數						
	小計	小 計	經常支出			資本支出		
			人事 費	材料費	其它費 用	土地 建築	儀器設 備	其它 費用
1.量測標準的維持與服務	7,450	7,391	0	1,436	4,989	0	966	0
2.量測標準的精進與新建	3,510	3,519	0	635	1,859	0	1,025	0
3.量測標準技術的推廣與應用	881	821	0	185	636	0	0	0
總 計	11,841	11,731	0	2,256	7,484	0	1,991	0

2. 計畫執行人力

本年度計畫總人力是12.0人年（144人月）。人力學歷分佈如圖一，職級分佈如圖二。



圖一、學歷分佈圖



圖二、職級分佈圖

105 年度各分項工作使用人力

各分項工作名稱	105 年度	105 年度使用人力					
	預定人力	職 級					
	總人力	總人力	研究員級 (含)以上	副研究 員級	助理研 究員級	研究助 理級	技術人 員
量測標準的維持與服務	7.60	7.60	0.13	0.60	3.00	3.57	0.30
量測標準的精進與新建	3.00	3.00	0.10	1.30	1.30	0.30	0.00
量測標準技術的推廣與應用	1.40	1.40	0.02	0.10	0.20	0.96	0.12
合計	12.00	12.00	0.25	2.00	4.50	4.83	0.42

(三)、計畫已獲得之主要成就與成果(output)

本年度計畫執行之主要成果，依量測標準的維持與服務、精進與新建、推廣與應用三方面分述如下：

1.量測標準的維持與服務

(1)提供 ISO 17025 品質標準的校正服務

為確保實驗室校正標準之品質及各項校正服務作業均能符合 ISO 17025(2005)規範之要求，經由訂定 105 年度實驗室品質稽查計畫、執行稽核作業、品保檢測及顧客滿意度調查，並針對稽核結果及顧客滿意度調查意見進行檢視，提出矯正措施，且依 ISO 17025(2005) 規範之要求，每年檢討品質文件，嚴格品質管理，統計年度例行校正服務至 105 年 12 月底共 398 件收入 3,734,030 元，達成年度計畫目標。另完成年度顧客滿意度調查，其結果如補充附件 1，綜合而言滿意或非常滿意的比例達 98%。

(2)國際量測比對

A.持續主辦中能量 X 射線空氣克馬比對(代號：APMP.RI(I)-K3)，共有包括台灣 INER、日本 NMIJ、韓國 KRISS、大陸 NIM、澳洲 ARPANSA、紐西蘭 ESR、敘利亞 AEC、埃及 NIS、南非 NMISA、馬來西亞 Nuc. Malaysia、印尼 BATAN、巴西 LNMRI/IRD 及印度 BARC 共 13 個國家實驗室參加，並使用 NE 2571、Exradin A3、PTW3001 共 3 支標準游離腔作為量測標準比對件，完成標準傳遞件之穩定性測試作業後，目前標準比對件南非、澳洲、印尼、日本、中國大陸、韓國、埃及已量測完畢，目前傳遞至巴西的 LNMRI-IRD 實驗室進行量測，預計將於 2017 年 5 月完成所有量測作業，並開始撰寫比對報告。標準傳遞件特性及預定量測時程詳如補充附件 2。

B.參與由日本 NMIJ 主辦的 Ir-192 參考空氣克馬率量測比對(代號：

APMPRI(I)-K8), 參與實驗室有日本 NMIJ、加拿大 NRC、印度 BARC、南非 NMISA、馬來西亞 Nuc. Malaysia、台灣 INER、韓國 KRISST、國際原子能總署 IAEA 等 8 個國家實驗室，比對期程為 2016 年 9 月至 2017 年 10 月，預計將於 2017 年 6 月傳遞至本實驗室進行量測。
預定比對期程詳如補充附件 3。

C. 於 2013-2014 年間參加由澳洲 ARPANSA 主辦的 X 射線 ISO-4037 射質空氣克馬比對活動(代號：APMPRI(I)- S3)，其量測比對結果已於 2016 年的 TCRI/APMP 會議中公布，量測結果詳如補充附件 4，本實驗室結果良好，量測結果與國際平均值之差異皆在量測不確定度範圍內。

2. 量測標準的精進與新建

(1) 中能量 X 射線自由空氣游離腔收集電極遮蔽效應評估

目前國際上 X 射線劑量通常是以自由空氣游離腔作為原級標準，本實驗室所採用的原級標準為圓筒形活塞式自由空氣游離腔，相較於傳統平行板形自由空氣游離腔，圓筒形游離腔可較精確定義腔體之體積，用以計算其絕對劑量，但圓筒形游離腔之中央電極也會因為遮蔽效應而造成一小部分訊號的損失，此損失量與 X 射線能量及自由空氣游離腔的腔體結構設計相關，且不易使用實驗方法獲得，因此需使用蒙地卡羅方法評估其損失量。評估方法是先使用蒙地卡羅程式 EGS5，將射源假設為單能量光子，計算的 X 射線能量範圍為 5 keV 至 300 keV，約每 5 keV 做一次運算，計算時將自由空氣游離腔簡化為外殼、收集電極及腔體等三個部分，並分別計算光子於各部分的能量沉積，將光子於電極和腔體部分所沉積的能量相除，即得電極遮蔽效應修正因子，計算結果之不確定度均小於 0.1%。另外，再使用蒙地卡羅程式

BEAMnrc 模擬 X 光機的機頭，計算電子撞擊 X 光機鎢靶產生制動輻射及特性輻射，再經過鈹窗、準直儀、過濾片等組件後，於參考點位置的能譜。接著再將能譜代入單能量光子電極遮蔽效應修正因子中，計算出各射質的電極遮蔽效應修正因子。本實驗室目前現有的射質中，較常用的有 BIPM、ISO-N、ISO-W、MIST-M、IEC-RQR 等 32 個射質，目前皆已完成電極遮蔽效應修正因子評估，不確定度 0.05%，達成計畫目標，完成本項標準技術提升。自由空氣游離腔各項修正因子評估結果詳如補充附件 5。

(2) 建立符合 IEC 61267 RQR X 射線射質劑量原級標準

本實驗室之 X 射線標準主要以美國 NIST 射質及 ISO 4037-1 射質作為基礎，但目前國際上對於醫療診斷用 X 射線品質則以 IEC 61267 的規範為標準，IEC 61267 中的 RQR 射質是模擬源於 X 射線管組件的射束，RQA 射質是模擬 X 射線經過病患後的射束，而 RQC 及 RQT 則分別用於透視攝影及電腦斷層掃描。由於 RQR 射質為其他射質的基礎，因此本實驗室於今年度先建立 RQR 射質，之後再陸續建立其他系列之射質。根據 IEC 61267 規範，RQR 射質的建立需先量測 X 射線衰減曲線，再據以製作 RQR 射質所需之純鋁過濾片，量測結果 RQR 3 至 RQR10 所需鋁過濾片厚度依次為 2.343 mm、2.365 mm、2.628 mm、3.057 mm、3.121 mm、3.174 mm、3.673 mm、4.429 mm，量測各射質的半值層與均勻係數，量測結果與 IEC 61267 規範的差異均小於 5%，合乎規範要求。原級標準輻射場是以自由空氣游離腔進行量測，並需評估自由空氣游離腔的各項修正因子，包括空氣衰減、窗膜衰減、離子再結合、光子散射、電子損失及電極遮蔽效應等修正因子，完成原級標準劑量量測後評估其量測不確定度為 0.39%，達成計畫目標。半值層量測及劑量標定結果詳如補充附件 6。

(3) 建立 Tc-99m 醫用射源活度原級標準

Tc-99m 主要是 Tc-99 的介穩態，半衰期約 6 小時，是核醫藥物最常使用的核種之一，主要應用於如腎、心、肺等臟器功能之檢查與癌症腫瘤檢查等。Tc-99m 加馬躍遷(gamma transition)時，會釋放能量約 1.6 keV 至 140 keV 的鄂惹電子或內轉換電子、2 keV 至 21 keV 的 X 射線及 2 keV 至 142 keV 之加馬射線。本計畫同時使用 $4\pi\text{ex-}\gamma$ 符合計測技術與 CIEMAT/NIST 技術，建立 Tc-99m 放射源活度原級標準，並相互比對驗證，確認標準之正確性。其中， $4\pi\text{ex-}\gamma$ 符合計測技術方面，本計畫同時量測 140 keV 加馬能峰計數率、電子(含 X 射線)計數率及同步事件之計數率，並以量測效率方程式將量測結果作整合運算，最後得量測結果為 $8.945 \text{ MBq/g} \pm 0.50\%$ 。CIEMAT/NIST 方法，是以標準 H-3 放射源對液態閃爍計數器進行效率校正後，再配合 PTB 實驗室發展的 CN2003 軟體之運算，得出 Tc-99m 射源之活度，量測結果為 $8.957 \text{ MBq/g} \pm 0.66\%$ ，兩種方法之量測結果相當一致，差異僅 0.1% 小於量測不確定度。完成原級標準之建立，量測不確定度 0.5%，達成交量測不確定度小於 1.2% 之計畫目標。原級標準量測技術建立後，透過標準化之射源將標準傳遞至本實驗室之高氣壓井形游離腔，得出其校正因子為 $1.2450 \text{ pA/MBq} \pm 0.51\%$ ，利用此高氣壓井形游離腔提供客戶即時之校正服務。**不確定度分析表詳如補充附件 7。**

(4) 石墨熱卡計量測技術精進

熱卡計為目前國際上各國游離輻射標準實驗室所新發展的輻射劑量原級標準，主要用於高能粒子吸收劑量之量測。由於以往使用的空氣游離腔，作為量測光子輻射劑量的原級標準，有其能量上限(約 2 MeV)，超過此上限便只能使用各種議定書如美國 AAPM-51 號報告、IAEA-398 號報告，將游離腔量測結果延伸至更高能量之應用，但這些

方法均會使標準不確定度增加；如使用熱卡計量測高能量輻射，則可依吸收劑量的定義直接量測物質吸收之熱量，並轉換為該物質之吸收劑量以作為原級標準，可提升國家輻射劑量原級標準之能量上限與降低量測不確定度，無須再依 AAPM-51 號報告或 IAEA-398 號報告做能量上的轉換。本年度完成石墨熱卡計調整，包括 PID 參數、beam on 預測、電橋輸入電壓等調整，經測試後已大幅縮短系統平衡所需的時間，且有效降低量測訊號的跳動。此外，由於石墨熱卡計量測的溫度變化很小(每 Gy 約只有 10^{-3}°C 的變化)，因此石墨熱卡計容易受到環境溫度的影響，各國實驗室均嚴格控制實驗室溫度(例如:日本為 0.3°C)，以降低量測誤差。本實驗室溫控系統原本大約有 1°C 的跳動，經調整後已降低為 0.6°C 。透過 Co-60 水吸收劑量量測系統，將石墨熱卡計量測結果聯結至 APMPRI(I)-K4 國際比對結果中，與國際平均值差異小於 0.5%，達成計畫目標。詳如補充附件 8。

3.量測標準的推廣與應用

(1)輻射劑量標準業務推廣

本年度完成研討會 2 場、開放實驗室參觀 2 次總計 97 人次，推廣校正技術、服務業務、宣導校正追溯的正確觀念與國際宣傳，同時了解領域內的計量技術及其國內與國際發展現況與應用方向，並與國內其他科專計畫與機構進行分工與合作研究，使量測標準可直接支援或應用於其他計畫與機構，達到技術擴散的目的。詳細說明如下：

5 月 20 日於核能研究所國家游離輻射標準實驗室舉辦「第十次人員及肢端劑量計(試運轉)能力試驗研討會暨 105 年解除管制量測能力試驗研討會」。共計有來自原能會、全國認證基金會、清華大學、台電、核研所等共計 20 個單位參與，會中進行第十次人員及肢端劑量計能力

試驗說明，以及解除管制法規介紹，及解除管制能力試驗結果報告。
相關佐證資料如補充附件 9。

9 月 29 日在核能研究所國家游離輻射標準實驗室舉辦「105 年解除管制量測結果研討會」，共計有 5 個單位 43 人參與。於會議中介紹低放射性廢棄物解除管制法規及執行現況，並進行 105 年度解除管制量測比對總結報告。相關佐證資料如補充附件 10。

於 11 月 11 日至 11 月 19 日，赴越南參與 APMP 年會及 TCRI 技術研討會，並於會中報告本實驗室年度工作成果，以及本實驗室主辦亞太中能量 X 射線比對活動之進度。相關佐證資料如補充附件 11。

實驗室積極開放外界參觀，介紹游離輻射標準追溯鏈之重要性並推動量測標準追溯之觀念。2 月 26 日，國防大學約 80 人參訪國家游離輻射標準實驗室。105 年 5 月 13 日台灣大學師生計 17 名參觀國家游離輻射標準實驗室。由實驗室人員介紹游離輻射標準 SI 單位、國際追溯鏈、國內標準傳遞與標準應用與衍生效益。

(2)提供游離輻射領域能力試驗標準追溯源

本年度持續提供輻射偵測儀器校正、環境級核種分析、中低強度級核種分析能力試驗所需之標準射源，促進國內二級實驗室量測技術的能力與強化校正追溯鏈，並擴展未來本所與各相關單位的合作契機，達到業務推廣的目的。

(3)技術合作

人才培育與合作研究方面，本年度實驗室於縱向方面：提供嘉義大學電機系謝奇文教授及其研究生吳品樺、吳重毅進行游離腔之微小電流量測實驗，並共同開發可量測游離腔信號之電子電路與計讀儀。

協助陽明大學醫放系進行以蒙地卡羅方法評估穿透式 X 光管球的能譜輸出，並與量測結果進行驗證，確認蒙地卡羅之粒子遷移計算評估模式。協助中央大學探測器中心及張富雄博士進行大範圍二維輻射探測器照野測試，該偵檢器可即時得知射束大小與位置，已用於長庚質子治療之射束調校。協助南京航空航天大學核工系劉淵豪教授及陳瑞芬博士進行蛋白質輻照實驗，利用鈷六十及高劑量丙胺酸系統進行蛋白樣品劑量依存評估研究。橫向方面：透過科專計畫、委託計畫、核研所之研究共同基金、實驗室間研討等方式，進行量測標準或技術的傳遞與擴，分述如下：

1. 透過原能會委託計畫

- A. 與核研所核種分析研究團隊合作，提供標準源並協助製作環境級核種分析能力試驗、中低強度級核種分析能力試驗、低階放射性廢棄物量測比對等標準樣品。另合作辦理相關能力試驗或比對，所有能力試驗參與實驗室皆通過測試。
- B. 與核研所輻射安全評估研究團隊合作，發展質子治療設施與其它高能輻射場的中子監測器劑量修正技術，針對市售的一般中子劑量偵檢器量測高能中子劑量時，依偵檢器的設計約會低估1-3倍之問題，進行傳統型與延伸能量型的緩速型式中子劑量偵測器對高能中子量測修正研究，建立工作場所高能中子指標評估技術，以估計高能中子所佔的比例，並據此得到適當的能譜修正因子。

2. 透過與法人機構（如：金工中心、中科院等）或產業界（如：和鑫、友達、台灣騰協等）之委託計畫、合作意向書、座談或技術諮詢，協助其建立放射醫材檢測設施或技術，目前金工中心已建置放射醫材檢測實驗室並通過TAF認證。

本計畫透過各式管道，期能以國家標準實驗室為中心，結合產、

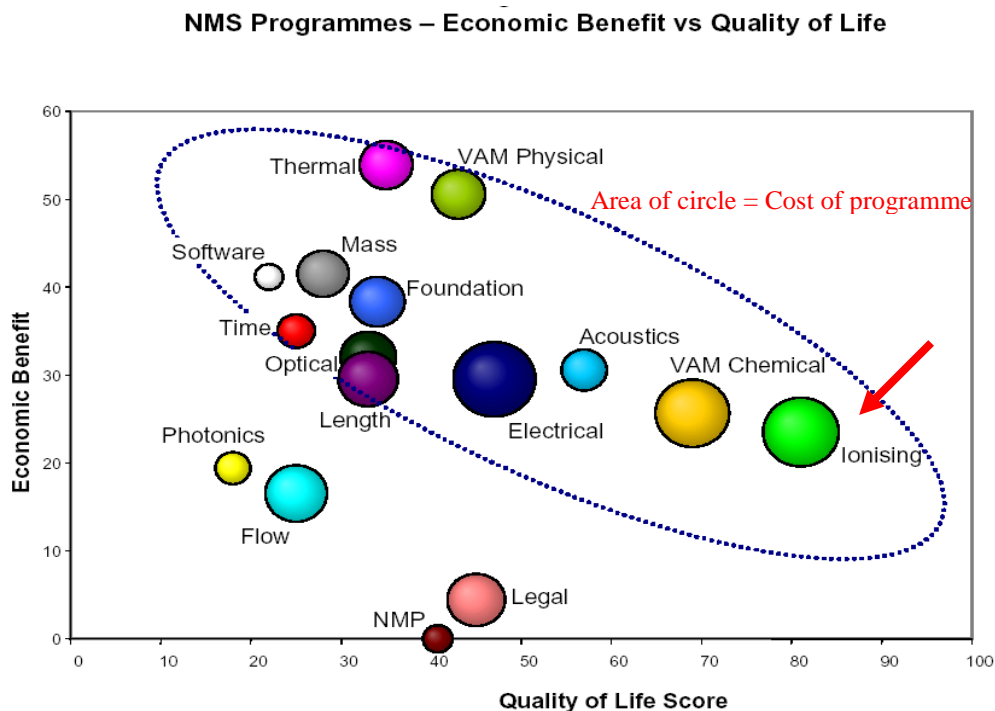
學、研界之力量，融合基礎標準量測能力、法規施行、臨床及產業應用三方面的資源，有效提升學術研究及更積極的將標準擴散至民生用途。

4.研究成果

本年度已發表 SCI 期刊 2 篇、國際會議論文 3 篇、技術報告 18 篇及出國報告 3 篇，共計發表 26 篇，詳如論文報告一覽表(補充附件 12)及研究報告摘要(補充附件 16)。

(四)、評估計畫主要成就及成果之價值與貢獻(outcome)

游離輻射標準的成就與成果之價值與貢獻，多屬社會效益，依據英國國家實驗室於 1999 年對各項標準類別所做的評估結果（如下圖）顯示，



游離輻射標準有最高的社會效益指標(Quality of Life Score)分數，經濟效益指標(Economic Benefit)則相對較低，此雖是英國的調查結果，但其間的相對關係在國內仍極具參考價值。

本計畫所建立標準的衍生效益說明如下：

1. 放射醫學效益

國內接受高能遠距放射治療之民眾，依據 104 年衛生福利部統計處之資料顯示約 126 萬人次。遠隔治療劑量之標準，直接追溯至本

實驗室的 Co-60 劑量標準。健保局對直線加速器遠隔照射治療每一視野的給付額約 1300 元，以此估算，國家健保支出給付約 16 億元。在放射診斷電腦斷層掃描方面，其診斷劑量標準直接追溯至本實驗室之劑量長度標準，依據 104 年衛生福利部統計處之資料顯示，接受電腦斷層掃描檢查的民眾約 207 萬人次，健保對此項掃描檢查的給付額約 3800 元，合計約 79 億元。在核子醫學方面，其核醫藥物活度標準追溯至本實驗室之活度標準，依據 104 年衛生福利部統計處之資料顯示，接受核子醫學(含正子)掃描檢查的民眾約 46 萬人次，健保對此項掃描檢查的給付額(以鎇-99m 甲狀腺掃描 Tc-99m thyroid scan 為例)約 1300 元，合計約 6 億元。本計畫現有的標準服務，在放射醫學領域，可促使每年數十億的健保支出更具品質，保障民眾獲得正確的輻射治療劑量，降低民眾的輻射診斷劑量。

2.輻防與環保效益

游離輻射量測標準的建立或不能直接解決原子能產業的環境、社會問題，但卻能提供正確的資訊，協助作出正確的判斷與作為，大幅提高原子能相關應用的範圍、效益與安全。如本計畫建立國內輻射防護與環境監測的各項標準，促使輻射防護主管機關(原子能委員會)，得以有效推行各項輻射防護法規，訂定各項量測限值，保障國內 4 萬 8 千名輻射從業人員之輻射安全，控制並確保國人生活環境不受放射性廢棄物之影響，促使核電產業得以安全運轉，同時在日本福島核災事件中，國內各能力試驗合格的第一線核種分析實驗室，皆加入環境、食品等樣品之分析，消除國人對輻射物質入侵台灣的疑慮。

3.經濟效益

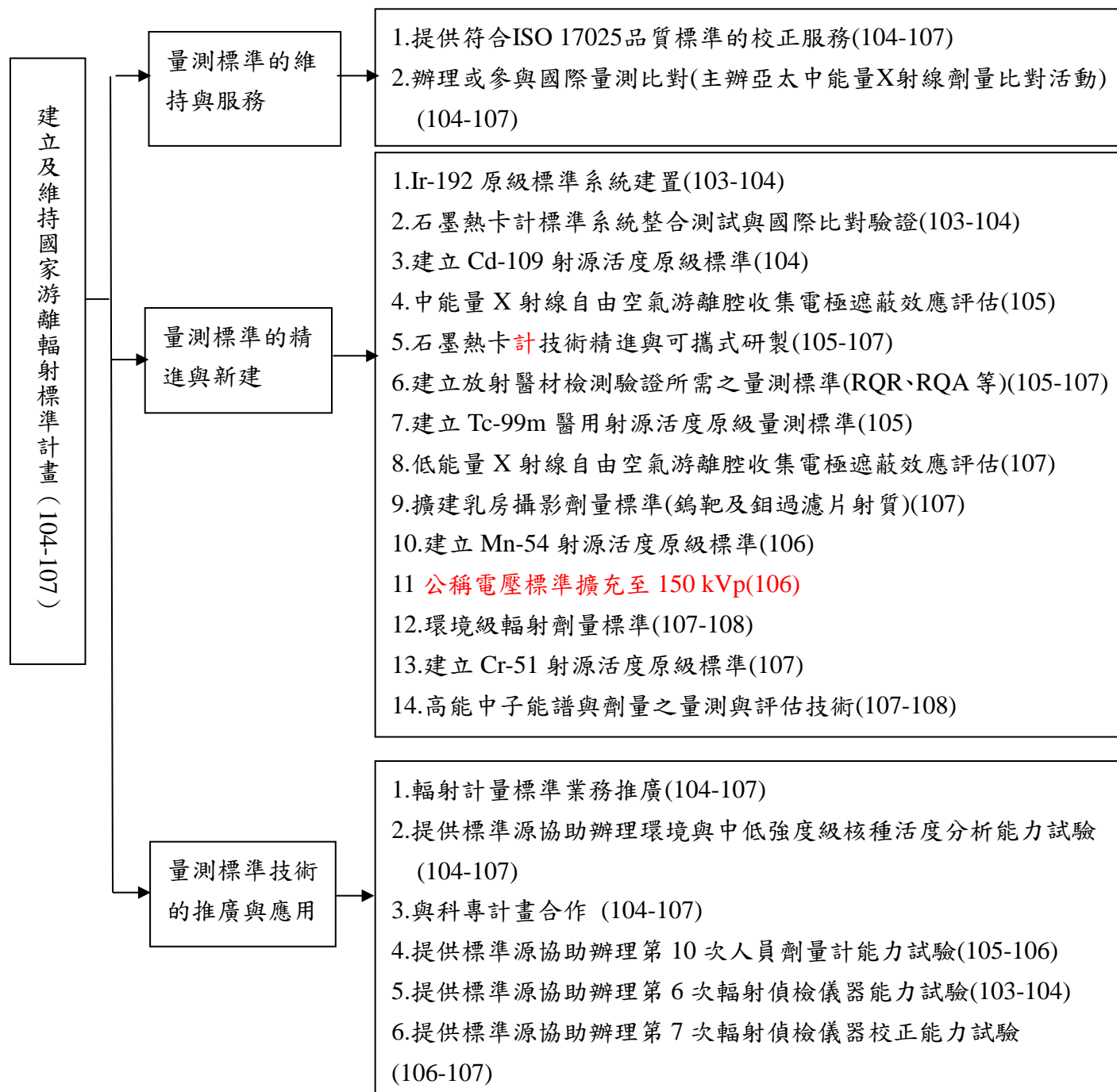
本計畫每年約完成 250 件校正服務，收入約 240 萬元，約佔年度計畫經費的 20%，比例看似無奇，但若將這些量測儀器送至國外校正，

其花費金額約是目前的3倍（約5萬元/件）以上，所花費的時間更是目前的5倍（約2個月/件）以上；因此本計畫之執行，除增加國庫收入外，無疑的亦替國內的標準使用客戶，節省了大量的時間與資金成本，同時提供即時的技術支援，支持標準使用客戶據以有效並即時發展各項產業活動，無形中擴大本計畫衍生之經濟效益。舉例而言，游離輻射領域各二級檢測實驗室，如台電放射試驗室、清華大學輻射儀器校正實驗室等，在近3年之送校金額約佔本實驗室校正收入的30%（約每年70萬），但其校正檢測業務年產值約7千萬元，單就此項，其經濟效益之放大倍率即達100倍。而在放射醫學方面，目前如台大醫院、長庚醫院、榮民總醫院、三軍總醫院、慈濟醫院、國泰醫院等各醫院放射腫瘤部門，皆將其標準件直接送至本實驗室校正，其送校量約佔本實驗室校正量的65%（約每年156萬元）；此標準件先用於校正其放射治療設備之輻射劑量，而後對病患施行照射治療；若無本計畫，此項操作將難以準確有保障的執行。國民健康的維護，不僅對社會安定產生影響，對後續國民經濟活動的產值、國家預算的支出皆有重大之影響。

(五)、後續工作構想及重點

本計畫的後續工作重點為：1. 持續量測標準的維持與服務，建構完整的量測追溯體系，2. 進行量測標準的精進與新建，滿足國內需求，3. 從事量測標準技術的推廣與應用，發揮技術擴散效益，

104-107 年度工作規劃架構如下：



有關各項工作重點的國內需求與問題評析如下：

1. 量測標準的維持與服務

(1) 校正追溯服務

國內目前有 6 家二級儀器校正實驗室(台電 2 家、學術機構 1 家、政府部門 2 家、軍方 1 家)，每年約提供全國 14,000 部輻射量測儀器的校正服務；人員劑量評估實驗室國內現有 9 家(4 家政府機構、1 家學術機構、2 家法人機構、2 家私人企業)，每年約提供全國 540,000 片人員劑量計的輻射劑量評估服務；核種分析實驗室有 9 家(皆屬政府機構)，負責國內環境、輻射作業場所、食品、商品等樣品之核種分析，基於原能會與實驗室認證規範的要求，此 24 家游離輻射領域的二級校正或測試實驗室的量測標準件，每年須送本實驗室校正，而各類實驗室量測能力試驗之標準源亦皆由本實驗室提供。醫院放射治療部門於原能會醫療曝露品質保證計畫的要求下，所有醫院的放射治療劑量標準，皆每年直接追溯至本實驗室；放射診斷部門所需標準，本實驗室目前已完成乳房攝影掃描之劑量與公稱電壓標準、電腦斷層掃描劑量標準及透視造影劑量標準，原能會於 97 年推動乳房攝影醫療品保、100 年推動電腦斷層掃描醫療品保，故目前醫院的乳房攝影劑量、電腦斷層掃描已陸續追溯至本實驗室；核子醫學部門於原能會定期抽查安檢要求下，其放射核種活度校準儀每年皆須校正，此項校正原由本實驗室執行，但因工作量太大，影響其他重要標準的維持與研發工作，而將此項業務移轉至核研所二級實驗室執行。依據檢校分級的原則及對照國外實驗室的分工，國家標準實驗室主要服務的對象應是二級校正實驗室或測試實驗室，然目前本實驗室服務的大宗卻是直接來自各級醫院(約佔總校正量的 65%)，此對實驗室儀器、人力皆是沈重的負擔與耗損，且相對擠壓標準系統精進與研發資源，在面

對國際同儕皆在大步向前提升技術、深植基礎科學能力的氛圍中，此現象對國家標準實驗室進行國際追溯、國際等同與國際競爭時，是不利的因素之一。在國內二級實驗室作業能量與能力許可情況下，如何將國家實驗室已發展成熟的校正技術逐步移轉至二級實驗室，應是未來可思考的課題。

(2) 標準維持與國際比對

簽署全球相互認可協定的資格，除了是米制公約的會員國外，國際度量衡大會(CGPM, General Conference of Weights & Measures)的仲會員亦可簽署全球 MRA(Mutual Recognition Arrangement)。本實驗室目前為 APMP 的正會員及 CGPM 的仲會員，並於 91 年 6 月 4 日由當時的標檢局林能中局長代表簽署 MRA。歷年來已建立 14 項標準系統，其中有 7 項為原級標準，所有原級標準與國際比對的結果均能在等同範圍內，至 105 年止，有 17 個項目的比對結果進入 KCDB，詳如**補充附件 13**。另外在量測校正能力(Calibration and Measurement Capabilities, CMC)表的審查上，本實驗室共送出 89 項，已於 95 年 10 月全數通過全球各大計量組織與 CIPM(International Committee for Weights and Measures)之審查，正式登錄 BIPM 附錄 C 資料庫。在實驗室品質認證上，90 年度依據 ISO 17025 修正實驗室的品質手冊，完成實驗室認證，並於 93、96 及 99、104 年度通過 TAF 再評鑑。在全球相互認可協定的議題上，本實驗室的 CMC 表雖已進入 BIPM 的資料庫，但其中自我宣告的量測能力佐證資料仍須由後續的國際量測比對活動加以支持，才能持續為國際社會所接受。因此對既有標準仍須持續精進，提升量測水準，並參與國際或區域組織辦理的國際量測比對活動加以確證完成國際追溯。由於我國非 CGPM 的正會員，無法

直接參與 BIPM 的量測比對活動完成國際追溯，因此國際量測比對的機會與佐證資料相對較少，所以對 APMP 的技術活動本計畫更應積極參與，期能藉由 APMP 的比對活動達到國際追溯之目的。

2. 量測標準的精進與新建

(1) 放射治療領域

國內接受遠隔放射治療的病人每年平均約達 100 萬人次以上，接受近接治療的病人，每年約 6,500 人次，目前本實驗室 Co(鈷)-60 加馬射線劑量標準，可提供遠隔治療劑量標準的校正，採用的原級標準件是球形空氣游離腔。以球形空氣游離腔作為劑量原級標準件，其量測之光子能量僅能達到 2 MeV，大於 2 MeV 之光子或高能荷電粒子(電子、質子、 $Z < 18$ 之重荷電粒子等)劑量則需依靠理論修正加以計算轉換，如 AAPM TG 21(1983)、AAPM TG 51(1999)、IAEA TRS-398(2006)報告即是目前國際廣為使用的轉換準則。時至今日，高能直線加速器(6 MV-15 MV)已是國內放射治療的主要設備，高能質子治療設施亦已引進國內，因此發展高能光子(荷電粒子)劑量直接度量技術應是未來實驗室需努力之方向。石墨熱卡計或水熱卡計技術，是目前國際上採用的高能光子(荷電粒子)原級標準劑量量測技術，本計畫於 100 年度開始建置此技術與量測系統，研製石墨熱卡計的核心元件，至 104 年初步建置完成，其對 Co-60 的水吸收劑量標準差異約 0.8%，標準不確定度約 0.5%，已達實用階段，但仍有許多部份需要精進，如提高石墨熱卡計的量測準確度、穩定度、降低對環境溫度的敏感度、縮小卡計的體積與重量，簡化量測電路等工作，並須設置醫用加速器設施與劑量量測標準，方可建立不必透過 Co-60 射源與繁雜之轉換因子的高能量光子劑量量測標準，並能將此技術延伸

應用至質子治療劑量、電子劑量、小照野劑量等領域，符合國際潮流。

近接治療標準方面，於 104 年完成 Ir-192 參考空氣克馬標準之建置，後續需透過國際量測比對，將此標準與國際標準接軌。

質子治療方面，長庚醫院質子治療機已正式運轉，高能質子射束劑量，目前可由 Co-60 水吸收劑量標準，再透過 IAEA TRS-398 號報告進行轉換來量測質子劑量，但量測不確定度較大，因此原級標準量測技術與系統有待建置。高能質子誘發高能中子，是質子治療機的另一問題，目前本實驗室僅能提供 Cf-252 中子源標準劑量（平均中子能量約 2 MeV），如何量測能量超過 100 MeV 的中子，將會是另一議題。

(2) 放射診斷與核醫領域

游離輻射在放射診斷上的應用極為廣泛，如電腦斷層掃描(104 年約 207 萬人次)、核子醫學(含正子)掃描(104 年約 46 萬人次)等，目前本實驗室已建立乳房攝影 X 射線劑量原級量測標準(鉬靶及銻靶 X 光機)、公稱電壓標準、電腦斷層標準及血管攝影檢查採用的劑量與面積乘積校正標準，與 F(氟)-18、Tl(鉍)-201、Ga(鎳)-67、Re(銻)-188、I(碘)-131、In(銻)-111 與 I(碘)-123 核醫用射源系列之活度原級標準。醫療曝露品質保證計畫已在放射治療部分正式執行，且分別在 97 年則將乳房攝影，100 年將電腦斷層掃描品質保證納入此計畫中。乳房攝影標準劑量與公稱電壓標準，自 92 年建立至今，已漸不符使用，新的 X 射線乳房攝影儀，開始採用鎢靶 X 光機與鉬過濾片作為光源，而公稱電壓標準現階段只提供到乳房攝影的電壓範圍（50 kVp 以下），而其他的放射醫學影像設備亦有量測公稱電壓之需求(80 至 160 kVp)，本計畫有必要跟上使用者的腳步進行標準擴建。而核子醫學造影的劑量將是較可能列為下一波醫療曝露品保推行的對象。在核子醫學方面，核醫藥物活度的追溯標準已建立，然為降低其量測不確定度及增進標準

自主化，仍須建立其原級標準量測技術。

(3) 輻射防護與環保領域

在輻射防護與環保領域，目前有 6 家二級儀器校正實驗室、9 個人員劑量評估實驗室與 9 家核種分析實驗室，進行第一線的檢校業務，確保人員、設施與環境之輻射安全。在環境劑量標準方面，目前本實驗室標準輻射場可產生之劑量率約(300mGy/h)，無法直接提供各二級實驗室環境級劑量標準游離腔(大體積>3000 cc)校正，而是校正體積較小 (<1000 cc) 的游離腔，再由二級實驗室自行依據其品保程序將劑量率標準延伸至環境級，其延伸的準確度難以精確認定。此外現有二級實驗室的環境級標準輻射場最低只能到約 10 μ Sv/h(實際的環境劑量約 0.2 μ Sv/h)仍不夠低。在 2011 年的福島事件中，國內的各式環境劑量偵測儀器被大量使用，然其讀值差異頗大，容易引起不必要的爭議與疑慮，因此本實驗室擬規劃建置環境級標準輻射場與量測校正技術，以消除此項爭議。在人員劑量標準方面，因應新的人員劑量計能力試驗的推行，本計畫於 100 年完成中能量 X 射線劑量、低能量 X 射線劑量與貝他劑量標準的擴建與能力試驗技術之建立。在核種分析實驗室標準追溯方面，國內目前使用於這方面量測設備校正的標準射源，皆定期自國外進口，國內並無產製校正用標準射源，本實驗室除須持續擴建核種活度標準，使能滿足核種分析實驗室之需求外，亦於 96 年度起提供標準源予能力試驗主辦實驗室，推廣本實驗室標準的使用。

環境輻射的監測與分析，不僅是為輻射從業人員工作環境，更是為全民生活環境把關的重要工作，於 2011 年的日本福島事件可見一斑。而於福島事故後，2012 年衛生福利部打算放寬食品中的輻射

污染容許量，而引起媒體與環保團體反彈，可見國人對進口食品輻射含量極為關注。目前國內 9 個核種分析實驗室，可分析環境或食品的核種與活度，其部分標準追溯至國外，本計畫後續將針對核種分析儀器校正用射源標準、CODEX 規範中指定的放射核種活度量測標準等進行建置，以保障民眾飲食安全。

因應國內核能電廠即將除役，在放射性廢棄物外釋、低階放射性廢棄物量測分析等的校正追溯需求勢必增加，對此類實驗室所須的量測技術、量測標準、標準參考物質、能力試驗與品質保證方案等需求，亦是本計畫需注意的重點。

(4) 工業應用領域

輻射加工主要應用於 PE 發泡材料、聚苯乙烯管、半導體材料、光電材料、光纖材料、絕緣耐熱材料、熱敏可復式電阻、絕緣閘雙載子電晶體(IGBT)等特性改善應用及生醫材料、人工合成骨材、創傷敷材之滅菌消毒等，同時，國內醫院在輸給免疫缺乏症病人各種血品之前，必須先施以 15~25 Gy 輻射照射，破壞血品中淋巴球之免疫能力，以避免發生移植物反宿主病(GVHD)，所以輻射照射劑量的評估與管控，將對病人的健康與安全，具有正面的助益。本計畫已於 97 年度建立高劑量的量測標準，並於 100 年技轉相關量測技術予國內輻射加工廠，滿足業界之需求。

在高階放射醫材領域，本計畫於 96-99 年間，陸續建置符合 IEC 規範的 X 射線標準，可提供部分高階放射醫材領域檢測實驗之標準追溯，然國內空有放射醫材的製造商，卻無檢測實驗室與相關檢測技術，國內協助此類輻射產品之特性或安全檢測的技術不足，亟需專業實驗室提供相關檢測服務，協助其產品符合國內或國際 IEC 規範，

以便進軍國內或國際市場。

(5) 微劑量學領域

以往實驗室的量測標準技術發展，主要集中在巨觀的輻射劑量的量測技術上，而在輻射品質的量化上鮮少著墨，而輻射品質的量化，主要依靠微劑量或奈米劑量學相關的量測技術，在國際發展的趨勢中，微米或奈米劑量亦是重要課題之一，在國內陸續引進新的放射治療設施與技術的情況下，如質子治療機、重粒子治療機、硼中子捕獲治療技術等，已愈來愈突顯輻射品質量化標準的需求性，藉由輻射品質的量化，可較準確的連結物理劑量與生物劑量，使放射治療的效果更為提升，亦可使工作人員的輻射防護更為落實。本實驗室將參考國際發展的進程，逐步建置相關技術。

(6) 實驗室技術提升

本計畫自 82 年度起，採用當時國際間普遍使用的標準方法，著手建立以氣態偵檢器為主的放射源活度絕對量測技術，設立 $4\pi\beta\text{-}\gamma$ 符合計測系統，國際量測比對的成效良好。然此技術對純 β 粒子發射核種如 ^{89}Sr (銻)、 ^{90}Sr (銻)、 ^3H (氚)等，或 γ 粒子延遲發射核種，如 ^{137}Cs (銫)、 ^{85}Sr (銻)、 ^{67}Ga (鎳)等的量測結果有較大的量測不確定度且量測樣品之製作程序複雜，量測時間長，因此國際上已有越來越多的國家建立以液態閃爍偵檢器為主的放射核種活度絕對量測技術(CIEMAT/NIST 或 TDCR)，儼然有標準量測技術世代交替的趨勢，本計畫亦規劃建立此系統，期跟上國際發展的脚步。

根據國際發展的現況與國內對高能光子(荷電粒子)的應用狀況，熱卡計量測技術將是未來研發的重點之一，本計畫於 100 年開始著手建立此技術，同時配合蒙地卡羅模擬技術，對難以實驗方式獲得的修

正參數進行評估，未來熱卡計技術與蒙地卡羅模擬技術，將可延伸至更高能量的質子絕對劑量或重粒子絕對劑量之量測上，使劑量標準的量測，跳脫以往以氣體游離的方式來量測，躋身一流實驗室的行列。

3.量測標準技術的推廣與應用

(1) 能力試驗

能力試驗是實驗室認證重要的一環，可確實了解各二級實驗室的技術能力，同時強化整個校正追溯鏈，使標準能真正落實到最終使用者。

人員劑量計能力試驗，在美國是依據 ANSI N13.11 (2001)之標準執行，在國內，核能安全主管機關原子能委員會，為增進輻射從業人員的劑量安全、符合 ICRP 60 號報告之輻射劑量定義，提升人員劑量評估實驗室之能力，於 95 年亦提出更新人員劑量計校正與能力試驗標準之需求。國家游離輻射標準實驗室限於人力、經費等因素，結合核研所二級實驗室人力、核研所科專計畫與本計畫之資源，歷時 4 年新擴建各項標準，終於 99 年依據新的能力試驗規範，輔導二級實驗室參與人員劑量計能力試驗試運作，並於 100 年完成新能力試驗規範之人員劑量計能力試驗，所有參與者皆通過測試。目前最新的人員劑量計能力試驗規範為 ANSI N13.11 (2009)，國內的測試標準何時跟進仍有待觀察，而環境劑量計、肢端劑量計能力試驗目前尚未納入本實驗室提供的能力試驗範圍內，未來可視二級實驗室的接受程度，配合輻射主管機關的要求，逐步推展此兩項能力試驗。

在環境輻射保護領域的中低強度核種能力試驗、環境試樣放射性核種能力試驗與放射性廢棄物解除管制能力試驗，目前皆由核研所保健物理組執行，但由於我國並無產製放射源，因此這三項能力試驗之

樣品於 96 年之前大多追溯至美國 NIST，使本計畫標準的追溯與推展於此領域不易執行。因此於 96 年起，本計畫與核研所中低強度核種分析實驗室、環境試樣放射性核種分析實驗室、放射性廢棄物解除管制量測實驗室、低階放射性廢棄物分析實驗室合作，逐步建立其能力試驗所需之標準源，推展國家標準至環境輻射保護領域的校正追溯鏈，然目前尚無法完全滿足其需求，本計畫仍須持續擴大核種活度標準範圍，建立標準參考物質製作技術，並提供參考物質予環境輻射保護領域。

(2) 放射診療的應用

在放射治療領域，醫療曝露品質保證計畫已正式執行，國內亦已有學術機構發展可檢視各醫院之輻射劑量輸出、量測或評估其技術能力的稽核技術，然相關規範與準則尚待建立。在乳房攝影方面，劑量的量測標準已建立，乳房攝影品質保證的整體架構在國健局、原能會、放射醫學會、放射師學會與本實驗室的努力下已形成，然我國婦女體型與歐、美比較有相當之差異，目前以美國的研究結果評估國內婦女接受乳房攝影時的乳腺劑量並不準確，因此建立適用於國人的乳腺劑量評估模式與參數亦是另一重要議題，且隨著儀器的進步，本計畫建立的量測標準已漸不符使用，有必要作進一步的擴建。在核子醫學方面，核醫藥物的活度標準已建立，然放射藥物活度準確度的品質查核技術、規範與機制則尚待建立。

(3) 輻射防護與環保的應用

各核能設施的事業廢棄物，皆因有解除管制與外釋之需求而成立解除管制量測實驗室，此類實驗室的品質認證技術規範、能力試驗規範、能力試驗技術與方法等目前已初步建置，然尚不成熟（如測試樣

品的複雜度與實際樣品有相當的差異)，仍有改善精進的空間。在人員劑量計能力試驗方面，99年起已依 ANSI 13.11(2001)版本執行能力試驗，國內新的人員劑量計能力試驗相關程序已建立，未來仍須注意國際規範的修正動向，適時引進國內，跟上國際腳步。核能電廠除役已是政府施政方向，針對除役產生的放射性廢棄物，有相當的部分屬低階放射性廢棄物，此類放射性廢棄物需被分析、分類及儲存，針對放射性廢棄物分析儀器所須的標準校正源、校正技術等，在未來逐步規劃於計畫中。

(4) 業務推廣會或研討會

隨著網際網路資訊的流通與以往推廣成效的展現，國家游離輻射標準實驗室之業務內容，已被大多數游離輻射業者或工作人員所了解，而過去本實驗室人員常受邀至其他游離輻射相關訓練機構擔任講員，宣導游離輻射量測標準、輻射量測技術或輻射防護相關知識與校正追溯之觀念，目前國內已有相當多的合法訓練機構，這些訓練機構已培訓出足夠的講師擔任講員並持續散播游離輻射標準與校正追溯之觀念。未來，屬實驗室一般性內容介紹的業務推廣會或基本輻射防護及量測技術介紹，其宣導功能應可由網站的設立與一般民間訓練機構來滿足，本計畫將朝舉辦較具專業性質的研討會、工作討論會、訓練課程與校園人才培育等方向作規劃。

(5) 與其他計畫或機構間的合作

本計畫為使所建立之標準量測技術可快速有效的進行技術擴散，透過其他科專計畫、核研所研究共同基金及本計畫之委外計畫等方式與其他機構合作（詳如**補充附件 17**），由本計畫建置或提供其他計畫所需之量測標準，發揮計畫間的綜合效益。另外開放實驗室部分設施與技

術，與學術機構共同研究，達到人才培育、技術引進及資源有效利用之目的。游離輻射標準是相當專業的學門，在各大學相關學系陸續轉變研究方向的情況下，與學術界合作研究的空間相對狹小。105 年度將續與核研所科專計畫、原能會委託計畫及清華大學、長庚大學、中央大學、東海大學等機構合作，在質子治療機輸出劑量、散射劑量、中子劑量之量測驗證、實驗室技術規範修訂、健康照護產業標準、輻射醫療品保、核安與環保等相關議題上，強化計畫或機構間的合作與分工，發揮綜合效益。

(6) 國際合作與宣傳

本實驗室目前是亞太計量組織(Asia Pacific Metrology Programme, APMP)與國際放射核種計量委員會(International Committee for Radionuclide Metrology, ICRM)的會員，皆定期參加其會議，發表技術論文或參與其舉辦的國際性量測比對活動，並視需要與其他實驗室進行雙邊量測比對或互訪，達到國際合作與宣傳之目的。國際活動或國際論文之發表，首重人才之養成，於 98-99 年度本實驗室已培訓內部同仁 3 人取得博士學位，並於 99-104 年間，有 4 位曾參與於本實驗室工作之研究生或替代役，通過高考回到本實驗室工作，另聘用碩士級以上人力，彌補人力缺口。而在 98-100 年度亦主辦亞太地區 Co-60 水吸收劑量量測比對活動與擔任亞太計量組織游離輻射技術委員會主席，促進國際間的技術交流與合作，另外，亦參與中國、日本、泰國及馬來西亞等亞太地區游離輻射相關之實驗室的同儕評鑑，藉由互訪與技術研討增加國際合作交流之機會，提升本實驗室人員的國際視野與技術影響力。

4.國際發展趨勢

依據 2013 年國際度量衡委員會(CIPM)的游離輻射技術諮詢委員會(Consultative Committee for Ionizing Radiation ,CCRI)，在其” CCRI Strategic plan for the period 2013 - 2023”的報告中，規劃出至 2023 年，游離輻射標準發展的策略計畫與方向，可重點歸納如下：

輻射劑量(Dosimetry)方面：

- 近程方向包括：
 - 放射診斷的劑量標準與追溯
 - 高能光子劑量的國際追溯
 - 輻射防護操作量
 - 定義新的物理常數($W_{\text{air}} = 33.97 \text{ eV} \pm 0.32\%$ 修訂為 $33.72 \text{ eV} \pm 0.08\%$ for Co-60)
 - 公眾安全健康與工業需求
 - 中能量 X 射線吸收劑量
 - 小照野劑量學等
- 中長程方向包括：
 - 於 BIPM 建置醫用直線加速器設施，以維持與傳遞高能 X 射線吸收劑量國際標準
 - IMRT 小照野 ($\psi = 5 \text{ mm}$) 劑量
 - 推廣吸收劑量於放射治療領域(如 Ir-192、I-125)
 - 質子、重粒子治療劑量
 - 近接治療劑量 (LDR) 國際比對
 - 針對微劑量學領域，定義新的物理量與量測標準
 - 開發新的劑量量測儀器(如半導體偵測器、液體填充式游離腔、小型卡計等)，發展高階的量測標準技術

- 引進新的生物醫學相關物理量
- 抗輻射材料評估

在放射核種活度方面：

➤ 近程方向包括：

- 量測不確定度調和、
- 核醫診斷的劑量標準需求、
- 短半化期核種比對
- 重新評估核種衰變結構資料(如半化期、衰變形式、衰變分支比、各種粒子的發射比例等
- 純 α 、 β 放射核種國際參考系統建置
- 環境污染所需標準、公眾安全健康與工業需求
- 核鑑識

➤ 中長程方向包括：

- 放射核種國際參考系統
- 分子影像量測需求
- 近接治療劑量 (LDR) 國際比對
- 因應環境變遷的低階(low level)量測標準與示蹤劑
- 單一原子量測技術因應活度與質量之連結
- 新核種活度標準
- 非反應器製造核種方法評估

中子標準方面：

➤ 近程方向包括：

- 個人等效劑量比對、輻射防護操作量需求
- 核融合的標準需求

- 高能(>20 MeV)中子標準
- 公眾安全健康與工業需求
- 中子的輻射生物效應
- 中長程方向包括：
 - 生物效應相關物理量
 - 質子、重粒子治療劑量
 - 研發新的量測設備
 - 非反應器製造核種方法評估。
 - 抗輻射材料評估

在國際量測比對方面，2011 年游離輻射技術諮詢委員會 (CCRI)，針對 CIPM 的相互認可協議有關量測比對的有效性期限有下列規定：

- 輻射劑量：輻射劑量的量測比對有效期為 10 年
- 放射活度：考量放射核種為數眾多，其活度量測比對的有效期為 20 年，但在 2020 年後，有效期調整為 10 年。
- 中子量測：中子量測比對有效期為 10 年。

歐洲計量組織在 2011 年的游離輻射技術委員會報告中，其計量組織正進行近接治療射源劑量標準的相關合作研究，其中對 I-125 低強度射源劑量，德國發展等水腔壁之大型外推式游離腔，法國 LNE-LNHB 實驗室發展等水球形假體與環形空氣游離腔組，義大利 ENEA 實驗室則發展大角度可變體積游離腔並於石墨假體中運作，共同建立對 I-125 低強度射源劑量的量測技術。而對高強度近接治療射源吸收劑量方面，英國 NPL 與義大利 ENEA 皆發展環形石墨卡計系統，德國則使用水卡計系統，共同來建立距高強度近接治療射源 1 公

分處的水吸收劑量標準，另外亦開始規劃包括小照野劑量、標靶治療劑量、放射治療計畫劑量驗證、質子治療劑量、微米及奈米劑量等主題之研究。

在亞太國家中，先後有 4 個國家設置醫用直線加速器，並建立熱卡計劑量量測技術，以建立高能光子的劑量標準，如澳洲於 2008 年、日本於 2009 年、韓國及中國大陸於 2011 年。在放射核種方面韓國、澳洲、日本、中國等在 2005 至 2011 年間已先後完成 TDCR 系統之建置。

本期計畫除持續提供合於 ISO 17025 規範的標準校正服務與參加國際量測比對外，游離輻射量測標準的新建、擴建或精進，可依不同應用領域歸納如下：

應用領域	需求標準或技術	依據	效益
放射治療領域	1. 光子及電子劑量標準擴建至 20 MeV(石墨熱卡計技術)	國際發展趨勢 策略會議結論 國內需求	將光子劑量標準，延伸至醫用加速器能量等級，提供醫用加速器劑量量測設備的直接校正服務，免除使用 Co-60 標準校正需再配合 AAPM TG21 或 TG51 號報告作運算的繁複程序，降低輻射劑量於轉換運算過程中出錯的風險，同時提高劑量量測的準確度，造福每年超過 100 萬人次接受放射治療的癌症病患。
	1. Ir-192 近接治療原級標準	國際發展趨勢 國內需求	Ir-192 近接治療，是將放射源直接送入腫瘤位置進行治療，國內平均每年約 6500 人次病患接受近接治療。目前本實驗室所能提供的校正其量測不確定度約 2.5%，對放射治療而言，總體的不確定度需小於 5%，若標準就佔 2.5% 顯然太高，因此有必要進行技術提升，提升治療劑量的準確度。
	2. 質子劑量原級標準量測技術	國際發展趨勢 策略會議結論 國內需求	質子治療機主要用於癌症治療，且近年來在全球放射治療市場有逐漸增多的趨勢，國內長庚醫院的質子治療機，預計在 103 年開始提供服務，短

			期內，其治療劑量的量測儀器，可用現有 Co-60 標準校正後，經 IAEA TRS 398 號報告建議方法作轉換，長期而言，仍須建立直接量測方法，準確量測質子劑量，保障病人權益。由於質子治療的效果優於醫用加速器，因此國內除長庚醫院外、台大、榮總、義大等醫院皆有意引進，其量測標準的建立實有必要。
	3. 小照野劑量標準量測技術	國際發展趨勢 國內需求	使用醫用加速器治療腫瘤，目前仍是國內放射治療的主力，全國約有 120 部醫用加速器治療機，提供超過 100 萬人次的放射治療服務。目前本實驗室的校正，只能提供射束大小為 10 cm * 10 cm 情況下的劑量校正，但醫院實際執行治療時可能使用較小的射束，其輻射劑量的量測結果則可能失真而影響治療。小照野劑量的原級標準量測技術的建立則可解決此問題，增進醫療品質。
	4. 高能醫用加速器劑量標準與校正設施建立	國際發展趨勢 策略會議結論	高能醫用加速器劑量標準與校正設施的建立，主要提供醫用加速器劑量量測設備的校正，同時提供本表項次 1、項次 4 兩項標準技術所須的高能光子場，作為技術建立與標準傳遞的主要設備。
放射診斷 與核醫領域	5. 擴建乳房攝影劑量標準	國內需求	乳房攝影標準劑量與公稱電壓標準，自 92 年建立至今，已漸不符使用，新的 X 射線乳房攝影儀，開始採用鎢靶 X 光機與鉬過濾片作為光源，而目前公稱電壓的服務能量範圍亦有擴大的必要，才能跟上國內的需求。乳房攝影檢查已列為健保給付項目，在 102 至 103 年共有 149.8 萬人接受檢查。
	6. 核醫藥物系列核種活度原級標準	國際發展趨勢 策略會議結論 國內需求	核醫藥物使用頻繁且日新月異，國內各醫院約有 150 部相關的核醫照影設備，提供腫瘤、心臟功能、腦血流等檢查或評估，每年約服務 50 萬人次的病患。核醫藥物活度的準確度關係到病人的輻射安全，準確的藥物劑量給予，才能提供好的醫療品質。
輻射防護 與環保領域	7. 環境級輻射劑量	策略會議結論 國內需求	目前國內各級輻射偵測儀器校正實驗室，對輻射偵測器的校正，最低只

域	標準		能達到約背景劑量率的 50 倍（背景劑量率約 0.2 $\mu\text{Sv/h}$ ），因此，造成各儀器間對同一時空的輻射背景劑量量測差異可達數倍之多，此常成為一般民眾、核能設施業者與政府管制單位間的爭論點，與互不信任的來源。若能將標準劑量向下延伸至約 0.1 $\mu\text{Sv/h}$ ，應可完全解決此爭議。
	8. 核種分析儀器校正用射源活度原級標準與參考物質（共計約 20 個核種）	策略會議結論 國內需求	目前國內 9 個核種分析實驗室，可分析環境、食品、放射性廢棄物等樣品的核種與活度，另外因應國內核能電廠即將除役，在放射性廢棄物外釋、低階放射性廢棄物量測分析等皆有放射性核種活度的校正追溯需求，放射核種活度量測標準的建置，關係到民眾飲食安全與環境安全。
	9. 高能中子能譜與劑量之量測與評估技術	國際發展趨勢 國內需求	國內引進質子治療機，提供腫瘤患者新的治療選項，但質子治療機會引出高能中子(~200 MeV)，造成新的輻射安全議題。目前本實驗室的中子標準乃針對核能電廠設計，最高中子能量約 20 MeV，基於防護與保護質子治療機週邊操作人員、病患與社會大眾的安全，建立高能中子劑量的量測與評估技術實有必要。
工業應用領域	10. 放射醫學造影設備檢測所須標準源	策略會議結論 國內需求	全球醫學影像市場預估於 2015 年將達 413 億美元，其中放射影像類達 215 億美元。龐大市場吸引加上政策推動，目前國內已有多家業者相繼投入放射影像醫材開發。然國內傳統產業轉型初期，廠商對放射成像、輻射劑量等技術經驗不足，又國內尚缺乏符合國際標準的放射醫材輻射檢測驗證機構與相關技術能力，亟需政府提供協助，打造泛用型放射造影醫材檢測驗證環境，建置符合國際標準檢測能量。
實驗室技術提升	11. 液態偵檢器放射活度原級標準量測系統研製 (TDCR)	國際發展趨勢 策略會議結論 國內需求	跟上國際發展腳步，同時拓展放射源活度原級標準量測技術，至純貝他粒子或阿伐粒子發射的核種，以因應未來核能電場除役時，核種活度分析之校正追溯需求。

	12. 蒙地卡羅評估技術應用於各量測標準系統之修正參數分析	國內需求	跟上國際發展腳步，將蒙地卡羅評估技術應用於各量測標準系統之修正參數分析，克服實驗操作條件上的限制，使各項標準的精準度與量測不確定度得到良好的提升與評估。
--	-------------------------------	------	--

上表各項需求標準或技術，將陸續規劃於後續的計畫中。

(六)、檢討與建議

1. 本年度計畫之執行，承蒙經濟部標準檢驗局及各評審委員不吝指導以及核研所各級長官暨同仁的協助，各項工作與預算執行皆符合預期目標。
2. 例行校正服務：本年度共完成例行校正 398 件，超越年度目標(250 件)。在人力調度、系統維持與效能上、皆已做了最大的協調，使能滿足服務量增加與客戶之需求。
3. 技術建立與發展：本年度計畫之技術建立內容主要分為兩部份：一是放射治療及診斷劑量原級標準：石墨熱卡計技術精進、IEC 61267 RQR 射質擴建及電極遮蔽效應評估。另一為放射核種活度標準：Tc-99m 活度原級標準。在放射治療方面，國內接受放射性治療的民眾，每年超過 120 萬人次，放射診斷方面，國內接受電腦斷層掃描檢查的民眾年年增加，104 年接受電腦斷層掃描的民眾超過 200 萬人次，精進劑量標準可有效保障國人健康安全與就醫安全，另因應國內引進高能質子放射治療設備，石墨熱卡計的研製未來可應用於質子治療臨床劑量追溯之需求。放射核種活度標準的建立，主要應用於國人生活環境、飲食、飲水之安全檢測，確保國人之生活品質。
4. 國際事務上：本年度計畫參與多項國際比對事務，過去在國際度量衡局關鍵比對附錄 B 資料庫(KCDB)的比對結果成效良好；另外，由本實驗室主辦亞太地區 Co-60 水吸收劑量國際比對及中能量 X 射線國際量測比對；及於 APMP/TCRI 會議中，受邀主持亞太游離輻射技術委員會會員實驗室現況與會來規畫報告與討論，顯示實驗室的量測技術、比對與主導參與國際事務之能力。
5. 技術推廣與應用上：本年度與其他科專計畫相互配合，辦理多項國內游離輻射領域的能力試驗活動，促進標準與量測技術之傳遞，同

時將實驗室之技術觸角伸往放射醫學設備檢測領域，協助國內法人機構建立放射醫材檢測技術並通過 TAF 認證。未來可借助法人的影響力，將標準更有效的傳遞至工業界。

6. 本計畫之後續工作係考量國際發展趨勢、策略會議結論、國內市場與法規需求、國際量測比對的結果等進行規劃，搭配科專計畫、學校與醫院共同進行，期使設備、人力、經費與標準之應用得到最大的綜效，因此，建請計畫審查單位持續支持本計畫規劃的未來工作項目。

本份資料經本人同意授權國科會科資中心提供各界檢索利用

計畫主持人(親筆簽名)：_____

聯絡電話：03-4711400 ext.7600

FAX NO：03 471 1171

二、105 年度經費一千萬元以上或全程結束之科技計畫成果效益自評表

(請由計畫主持人、執行人填寫，再由主管部會署初核)

領域別： 31

計畫主持人 胡中興

計畫名稱(中文) 『建立及維持國家游離輻射標準 (2/4)』

(英文) 『Establishment of National Standards for Ionizing Radiation (2/4)』

審議編號 105-1403-05-05-01

計畫期程 104 年 1 月 -- 107 年 12 月

全程經費 51,719 千元 年度經費 11,841 千元

執行機構 原子能委員會核能研究所

(一) 計畫目標與執行內容是否符合(如有差異，請說明)

實際執行內容與成果符合原計畫設定目標

(二) 計畫已獲得之主要成就與成果(output)

本年度計畫執行成果自評如下：

- 1.例行校正服務與品質維持：適時將研發成果應用於例行校正服務，使本年度完成例行校正 398 件，已超越年度目標(250 件)。本計畫在人力調度、系統維持與效能上、亦皆已做了最大的調整，使能客戶之需求，並維持高技術品質。
- 2.技術建立與發展：完成中能量 X 射線自由空氣游離腔收集電極遮蔽效應評估、建立符合 IEC 61267 RQR X 射線射質劑量原級標準、建立 Tc-99m 醫用射源活度原級量測標準、石墨熱卡計量測技術精進，所有系統皆經驗證無誤，完成各項標準建立。
- 3.國際事務：本年度計畫參與或主導多項國際比對事務，過去在國際度

量衡局關鍵比對附錄 B 資料庫(KCDB)的比對結果，成效良好；另外，本實驗室主辦亞太地區中能量 X 射線空氣克馬比對，並參與多項國際比對，皆成效良好，顯示實驗室的量測比對能力。

4.於各項研發成果如期刊、技術報告、專利、技術服務收入等量化績效指標，皆達成預期目標，顯見計畫執行人員之努力與計畫管理之成效。

(三) 計畫主要成就及成果之價值與貢獻(outcome)

- 1.本計畫最主要之目的是維持有品質的國家一級量測標準與國際追溯，透過品質系統與國家的追溯校正體系，將量測標準正確無誤的傳遞至全國，因此計畫影響所及，是全體輻射從業人員個人的輻射安全，全民生活環境的輻射安全、全民飲食飲水的輻射安全、全民就醫診療的輻射安全，與政府執行游離輻射相關法規的技術後盾，間接促進各核能設施的運轉安全，因此執行本計畫所帶來的社會效益，實不可忽視。
- 2.本實驗室自建立以來，多次主導亞太地區的關鍵比對、歷年參與國際比對結果皆與國際標準一致，且實驗室主要技術負責人多次獲邀擔任其他國家的國際技術評審，此實是實驗室技術能力與歷年國際比對成果展現的最佳肯定。
- 3.本年度與原能會委託計畫合作，執行多項國內游離輻射領域能力試驗活動，除將國家標準有效傳遞至各二級實驗室外，各參與測試的實驗室，亦獲得技術交流與提升的機會，同時亦讓輻射主管機關了解各二級實驗室之技術能量，必要時可作適度的輔導。

(四) 計畫經費的適足性與人力運用的適善性

本年度經費 11,841 千元，人力 12 人年，於新技術持續發展，原有校正系統穩定維持，以此人力、經費完成各項計畫目標，對人力與經費的安排實已作了最佳的調配。

(五) 後續工作構想及重點的妥適性

後續工作研擬的妥適性以下列幾個工作方向加以評估：

1. 計量標準的建立、提供與應用

游離輻射領域之計量標準，於前面四期計畫中已建立起良好的基礎，因此後續除持續提供既有標準校正與追溯外，對於既有標準的精進與新標準之建立與提供，本計畫已依國際量測比對結果、國際發展趨勢及國內需求之迫切性、策略會議結論為導向進行規劃，以使設備、人力、經費與標準之應用得到最大的發揮，因此，此部份後續工作之規劃應為適切。

2. 實驗室認證、規範研擬與能力試驗

此部份的工作主要考量全國認證基金會、原子能委員會及國家標準之政策或法規需求，配合推動實驗室認證、能力試驗、醫療曝露品質保證計畫及協助研擬相關規範，促成國家量測標準的有效傳遞與堅實檢校追溯鏈，對於後續工作之規劃應是適切的。

3. 標準量測比對與推廣

此部份工作規劃的重點，主要在確保國家標準與國際標準之一致性，及國內使用標準之追溯性，使標準得以落實至最基層用戶，並以進入 KCDB 為目標，因此，此部份後續工作之規劃應是適切且必須加以執行的。

4. 學研合作

本計畫規畫開放實驗室部分設施與技術，與學術機構共同研究，達到人才培育、技術引進及資源有效利用之目的。游離輻射標準是相當專門的課題，在各大學相關學系陸續轉變研究方向的情況下，與學術界合作研究的空間相對狹小，但更顯重要，後續仍將持續與其他計畫與單位合作，發揮計畫間的最大效益。

5. 與科專計畫配合

本計畫建立及提供所需之量測標準，科專計畫建立量測與檢證技術，學

術機構研發創新應用，發揮計畫間的加乘效應，協助醫療體系與主管機關提升全民醫療品質。而在輻防與環保議題上，則與核研所科專計畫合作進行各類二級實驗室之能力試驗、廢棄物解除管制量測技術發展、人員劑量計新認證規範、高能中子量測技術等，由科專計畫開發所需之量測儀具等硬體設施，本計畫建立所需之量測標準，而本實驗室人員亦協助建立由科專計畫開發之量測儀具的特性評估技術與校正量測技術，使開發出的產品或技術可實際應用於輻射防護與環境保護。

(六) 檢討與建議

1. 游離輻射在放射醫學方面的應用廣泛，尤其放射治療領域對量測標準之精準度需求尤高，近年高能光子治療使用量逐年攀升，而國內亦引進高能質子治療機，相關量測標準的建置應投入更多資源，如引進醫用直線加速器、熱卡計的劑量量測技術與實驗室空間、人力的增置等。
2. 國內放射醫材產業有逐漸成形之趨勢，而醫材檢測、驗證相關的量測標準、檢測技術、認證規範等皆不足，需國家標準實驗室投入資源，完善產業發展環境。
3. 105 年預算 11,841 千元，略低於上年度預算，然由於近幾年預算相較於已往的預算減少許多，已顯著降低了本計畫與核研所內其他計畫之競爭力，造成投入人力與其他資源供應之縮減，已影響整個標準計畫之運作。如何因應此局面，需標準業務主管機關與執行實驗室共同面對。
4. 105 年度執行成果，符合計畫目標，參與國際事務與國際比對、建構完整量測追溯體系、精進及新建與產業相關的量測標準、從事量測標準技術的推廣與應用等，強化原子能科技在醫療、環保與工業應用安全與效益之推廣，並落實輻射標準應用於社會民生之福祉。
5. 建請計畫審查單位持續支持本計畫規劃的未來工作項目。

計畫主持人： 胡中興

填表人： 黃增德 聯絡電話： (03)4711400-7721

參、報告內容

一、執行績效檢討

(一) 與計畫符合情形

1. 進度與計畫符合情形

依計畫三大目標，各個工作項目的進度與計畫符合情形列表說明如下：

工作進度與計畫符合情形說明表

計畫工作項目	查核點	工作進度	符合情形
一、量測標準的維持與服務			
提供符合 ISO 17025 品質標準的校正服務	10506: 1-6 月完成例行校正服務累計達 90 件。 10512: 1-12 月完成例行校正服務累計達 250 件。	105 年 6 月：提供校正服務 1~6 月累計達 171 件，收入繳庫 1,746,830 元。 105 年 12 月：提供校正服務累計達 398 件，收入繳庫 3,734,030 元。	超前預定進度
國際量測比對			符合預定進度
<ul style="list-style-type: none"> ● 主辦亞太中能量 X 射線劑量比對活動 (代號：APMP.RI(I)-K3) ● 參與 Ir-192 參考空氣克馬率量測比對 (代號：APMP.RI(I)-K8) 	10509: 中能量 X 射線比對標準游離腔，完成傳遞澳洲、印尼、日本 3 個國家標準實驗室。 10512: 完成比對議定書的量測時程與議定書內容確定。	105 年 9 月：完成傳遞澳洲、印尼、日本、中國大陸及韓國，並送回核能研究所進行穩定性測試。 105 年 11 月：完成傳遞澳洲、印尼、日本、中國大陸、韓國和埃及，並送往巴西的 LNMRI-IRD 進行量測。 105 年 11 月：參與由日本 NMIJ 主辦的 Ir-192 參考空氣克馬率量測比對(代號：APMP.RI(I)-K8)，參與實驗室有日本 NMIJ、加拿大 NRC、印度 BARC、南非 NMISA、馬來西亞 Nuc. Malaysia、台灣 INER、韓國 KRISS、國際原子能總署 IAEA 等 8 個國家實驗室，比對期程為 2016 年	

計畫工作項目	查核點	工作進度	符合情形
		9月至2017年10月,預計將於2017年6月傳遞至本實驗室進行量測。	
二、量測標準的精進與新建			
中能量X射線自由空氣游離腔收集電極遮蔽效應評估	<p>10503： 完成中能量自由空氣游離腔 EGS5 程式輸入檔撰寫。</p> <p>10509： 完成單能光子電極遮蔽效應計算(不確定度<0.1%)</p> <p>10512： 完成 BIPM、ISO-N、ISO-W、NIST-M、IEC-RQR 系列共 32 個射質之電極遮蔽效應計算(不確定度<0.2%)。</p>	<p>105年3月：完成電極遮蔽效應模擬計算之程式輸入檔撰寫，計算方法是使用蒙地卡羅程式 EGS5，射源假設為 5~300 keV 的單能量光子。計算時將自由空氣游離腔簡化為外殼、收集電極及腔體等三個部分，並分別計算光子於各部分的能量沉積。</p> <p>105年9月：完成單能量光子電極遮蔽效應計算，計算結果之不確定度 0.01%。</p> <p>105年11月：完成 X 光機機頭模擬，獲得各射質於參考點位置的能譜，並將能譜代入單能量光子電極遮蔽效應修正因子，完成 BIPM、ISO-N、ISO-W、MIST-M、IEC-RQR 等 32 個常用射質的電極遮蔽效應計算，不確定度 0.05%。達成計畫目標。</p>	符合預定進度
建立符合 IEC 61267 RQR X 射線射質劑量原級標準	<p>10506： 完成 RQR 射質過濾片製作組配。</p> <p>10512： 完成 IEC 61267 RQR X 射線射質劑量原級標準，不確定度小於 1%。</p>	<p>105年6月：完成中能量X射線的衰減曲線量測，並據以完成RQR各射質所需的純鋁過濾片製作，量測其半值層及均勻係數，與IEC 61267規範差異均小於5%，符合規範之要求。並完成空氣衰減、光子散射、電子損失及電極遮蔽效應等自由空氣游離腔修正因子評估。</p> <p>105年10月：完成窗膜衰減、離子再結合等自由空氣游離腔修正因子評估，完成原級標準劑量量測，評估其量測不確定度為0.39% (k=1)，達成量測不確定度小於1%之計畫目標。於10月28日辦理中能量X射</p>	符合預定進度

計畫工作項目	查核點	工作進度	符合情形
		線校正系統實地查證會議，邀請林口長庚醫院葉健一主任、陽明大學許世明副教授、清華大學許芳裕副教授擔任評審，並通過查證。	
建立 Tc-99m 醫用射源活度原級量測標準	<p>10503： 完成 Tc-99m 衰變結構分析與文獻收集</p> <p>10509： 取得 Tc-99m 射源</p> <p>10512： 完成 Tc-99m 醫用射源活度原級量測標準，不確定度$<1.2\%$</p>	<p>105 年 3 月：完成 Tc-99m 衰變結構及衰變參數分析，完成相關參考文獻收集，整理出符合計測系統對 Tc-99m 計測時所需相關的方程式。並著手進行 VYNS 薄膜基底的撈膜以及真空蒸鍍系統的試運作。</p> <p>105 年 9 月：取得 Tc-99m 射源，約 10 mCi，並開始進行稀釋等配置實品樣品之工作。</p> <p>105 年 11 月：完成 $4\pi\text{ex-}\gamma$ 符合計測與 CIEMAT/NIST 方法之量測，其中 $4\pi\text{ex-}\gamma$ 方法量測結果為 $8.945 \text{ MBq/g} \pm 0.50\%$，CIEMAT/NIST 方法量測結果為 $8.957 \text{ MBq/g} \pm 0.66\%$，兩種方法之量測結果相當一致，差異僅 0.1% 小於量測不確定度。量測不確定度 0.5%，達成計畫目標。</p>	符合預定進度
石墨熱卡計量測技術精進	<p>10506： 完成石墨熱卡計熱敏電阻篩選及組配</p> <p>10512： 完成石墨熱卡計技術精進，與實驗室標準值量測差異$<0.5\%$</p>	<p>105 年 6 月：完成新版石墨熱卡計本體及電路設計，新版卡計將體積縮小為直徑 17 公分、高度 17 公分的圓柱體，並將外殼改為鋁，使所能達到的真空度更高。完成石墨熱卡計熱敏電阻篩選及組配，使熱卡計同一部件內的熱敏電阻值較為相近，提升加熱的均勻性及溫度量測的準確度。</p> <p>105 年 12 月：完成石墨熱卡計調整，經測試後已大幅縮短系統平衡所需的時間，且有效降低量測訊號的跳動。透過 Co-60 水吸收劑量量測系統，將石墨熱卡計量測結果聯結至</p>	符合預定進度

計畫工作項目	查核點	工作進度	符合情形
		APMP.RI(I)-K4 國際比對結果中，與國際平均值差異小於 0.5%，達成計畫目標。	
(三)量測標準技術的推廣與應用			
輻射計量標準業務推廣及參與 APMP 等相關國際會議	<p>10506：召開能力試驗說明會一場。</p> <p>10512 完成研討會或說明會累計 2 場次。</p>	<p>105 年 5 月 20 日於核能研究所國家游離輻射標準實驗室舉辦「第十次人員及肢端劑量計(試運轉)能力試驗研討會暨 105 年解除管制量測能力試驗研討會」。共計有來自原能會、全國認證基金會、清華大學、台電、核研所等共計 20 個單位參與，會中進行第十次人員及肢端劑量計能力試驗說明，以及解除管制法規介紹，及解除管制能力試驗結果報告。</p> <p>105 年 9 月 29 日在核能研究所國家游離輻射標準實驗室舉辦「105 年解除管制量測結果研討會」，共計有 5 個單位 43 人參與。於會議中介紹低放射性廢棄物解除管制法規及執行現況，並進行 105 年度解除管制量測比對總結報告。完成舉辦研討會累計 2 場次</p> <p>於 105 年 11 月 11 日至 105 年 11 月 19 日，赴越南參與 APMP 年會及 TCRI 技術研討會，並於會中報告本實驗室年度工作成果，以及本實驗室主辦亞太中能量 X 射線比對活動之進度。</p> <p>105 年 2 月 26 日，國防大學約 80 人參訪國家游離輻射標準實驗室。105 年 5 月 13 日，台灣大學師生計 17 名參觀國家游離輻射標準實驗室。合計 2 場次 97 人參與，達成計畫目標。</p>	符合預定進度
提供游離輻射領域能力試驗標準追溯	10512：完成放射性廢棄物	105 年 9 月：提供標準追溯源，完成放射性廢棄物解除管制能力試驗，	符合預定進度

計畫工作項目	查核點	工作進度	符合情形
源。	解除管制實驗室能力試驗	並於 105 年 9 月 29 日在核能研究所國家游離輻射標準實驗室舉辦「105 年解除管制量測結果研討會」，進行 105 年度解除管制量測比對總結報告。	

2.目標達成情形

年度目標達成度說明表

計畫目標	目標達成度	差異檢討
<p>(1) 量化指標</p> <ul style="list-style-type: none"> ● SCI 期刊 2 篇 ● 技術報告或其他論文 18 篇 ● 專利 1 項 ● 舉辦研討會或業務說明會 2 場 ● 問卷調查 1 次 ● 全年完成標準校正服務累計達 250 件 ● 參與國際量測比對 2 項 ● 博碩士培育 1 人 	<p>發表 2 篇。</p> <p>發表 24 篇。</p> <p>獲得歐盟專利 1 項。</p> <p>完成研討會 2 場次，並開放實驗室參訪 2 場次。</p> <p>完成 1 次</p> <p>例行校正服務共完成 398 件收入 3,734,030 元。</p> <p>主辦國際比對 1 項，參與 1 項。</p> <p>中央大學物理系博士研究生江昆嶸 清華大學電機系碩士研究生吳品樺 嘉義大學電機系碩士研究生吳重毅 陽明大學醫放系碩士生陳文慶 長庚大學放射系碩士生陳妍希 合計共 5 人</p>	<p>達到目標。</p> <p>達到目標。</p> <p>達到目標。</p> <p>達到目標。</p> <p>達到目標。</p> <p>達到目標。</p> <p>達到目標。</p> <p>達到目標。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● 標準精進及擴建完成 4 項 	<p>完成中能量 X 射線自由空氣游離腔收集電極遮蔽效應評估、建立符合 IEC 61267 RQR X 射線射質劑量原級標準、建立 Tc-99m 醫用射源活度原級量測標準、石墨熱卡計量測技術精進，共 4 項</p>	<p>達到目標。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● 技術活動 2 項 	<p>參與亞太計量組織會議、參與亞太計量組織游離輻射技術委員會會議，共 2 項</p>	<p>達到目標。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● 問卷調查 1 次 	<p>完成問卷調查 1 次，共計回收 113 份問卷，滿意及非常滿意的比例平均達 98%。</p>	<p>達到目標。</p>

計畫目標	目標達成度	差異檢討
<p>(2) 其他計畫工作目標</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 提供游離輻射領域能力試驗標準追溯源 	<p>人員劑量計能力試驗、低放射性廢棄物解除管制量測能力試驗，由國家游離輻射標準實驗室提供標準源並擔任能力試驗的主辦單位，提供參考值，推廣放射性核種活度標準之使用。</p>	<p>無差異。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● 完成 BIPM、ISO-N、ISO-W、NIST-M、IEC-RQR 系列共 32 個射質之電極遮蔽效應計算，不確定度小於 0.2%。 	<p>完成單能量光子電極遮蔽效應計算，以及參考點位置的能譜計算，將能譜代入計算得 BIPM、ISO-N、ISO-W、NIST-M、IEC-RQR 系列共 32 個射質的電極遮蔽效應修正因子，不確定度 0.05%。達成計畫目標。</p>	<p>無差異。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● 完成 IEC 61267 RQR X 射線射質劑量原級標準，不確定度小於 1%。 	<p>根據 IEC 61267 規範，量測 X 射線衰減曲線，據以製作 RQR 射質所需之純鋁過濾片，量測其半值層與規範差異均小於 5%，合乎規範要求。完成原級標準劑量量測及其各項修正因子計算，量測不確定度 0.39%，達成計畫目標。</p>	<p>無差異。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● 完成 Tc-99m 醫用射源活度原級量測標準，不確定度 < 1.2%。 	<p>同時使用 $4\pi\text{ex-}\gamma$ 符合計測技術與 CIEMAT/NIST 方法，其中 $4\pi\text{ex-}\gamma$ 方法量測結果為 $8.945 \text{ MBq/g} \pm 0.50\%$，CIEMAT/NIST 方法量測結果為 $8.957 \text{ MBq/g} \pm 0.66\%$，兩種方法之量測結果相當一致，差異僅 0.1% 小於量測不確定度。完成原級標準之建立，量測不確定度 0.5%，達成計畫目標。</p>	<p>無差異。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● 完成石墨熱卡計技術精進，與實驗室標準值量測差異 < 0.5%。 	<p>完成石墨熱卡計參數調整，經測試後已大幅縮短系統平衡所需的時間，且有效降低量測訊號的跳動。透過 Co-60 水吸收劑量量測系統，將石墨熱卡計量測結果聯結至</p>	<p>無差異。</p>

計畫目標	目標達成度	差異檢討
	APMP.RI(I)-K4 國際比對結果中，與國際平均值差異小於 0.5%，達成計畫目標。	

(二) 資源運用情形

1. 人力運用情形

(1) 人力配置

主持人	分項計畫 (分項及主持人)	子計畫 (名稱及主持人)	預計人年	實際人年	差異(註)
胡中興			0.25	0.25	0%

註：差異若超過 15% 請略說明理由

(2) 計畫人力

狀況 年度	分類	職 稱					學 歷					合計
		研究員級	副研究員級	助理研究員級	研究助理員級	研究助理員級以下	博士	碩士	學士	專科	其他	
105	預計 (人年)	0.25	2.00	4.50	4.83	0.42	2.00	5.83	3.50	0.67	0	12.00
	實際 (人年)	0.25	2.00	4.50	4.83	0.42	2.00	5.83	3.50	0.67	0	12.00

2、設備購置與利用情形

105 年度歲出概算申購單價新臺幣 三百萬元以上科學(或醫療)儀器設備彙總表

機關(學校)名稱原子能委員會核能研究所

單位：新臺幣千元

編號	儀器名稱	使用單位	單位	數量	單價	總價	優先 次序	備註
	本年度無購 置三百萬元 以上設備							

國家標準實驗室計畫新台幣一百萬元以上儀器設備清單

儀器設備名稱	主要功能規格	單價	數量	總價	備註
本年度無購置一 百萬元以上設備					

3、經費運用情形

依計畫逐項檢討各會計科目之運用情形。

(1) 歲出預算執行情形

會計科目	預 算 (流用後)		決 算		差異說明
	金額(千元)	佔預算(%)	金額(千元)	佔決算(%)	
人事費	0	0	0	0	
業務費	9,741	82.27	9,741	83.03	
設備費	2,100	17.73	1,991	16.97	
合 計	11,841	100.00	11,731	100.00	

(2) 歲入繳庫情形

科 目	本年度預算數	本年度實際數	差異說明
財產收入			
不動產租金			
動產租金			
廢舊物資售價			
技術移轉			
權利金			
技術授權			
製程使用			
其他			
罰金罰鍰收入			
罰金罰鍰			
其他收入			
供應收入— 資料書刊費			
服務收入— 教育學術服務 技術服務		3,734,030 元	
審查費—			
業界合作廠商配合			
收回以前年度歲出			
其他雜項			
合 計		3,734,030 元	

(三) 人力培訓情形：

國家標準實驗室計畫國外受訓人員一覽表

□長期訓練

類別：

計畫名稱：建立及維持國家游離輻射標準

V 參加會議

出差性質	主要內容	出差機構及國家	期 間	參加人員姓名	在本計畫擔任之工作	對本計畫之助益
開會	參加 2016 年亞太計量組織會議及游離輻射技術委員會	峴港/越南	1051111-1051119	朱健豪 袁明程 黃增德	協同主持人 執行放射活度標準技術相關工作 X 射線及光子劑量標準技術之建立與維持相關工作	發表論文、收集國際發展趨勢、討論國際比對結果、規劃國際比對活動。
開會	參加 2016 年第 2 屆國際劑量量測及其應用會議 (International Conference on Dosimetry and its Applications, ICDA)	薩里大學/英國	1050702-1050710	林怡君	負責並執行光子、中子標準技術之建立、維持與國際比對相關工作	發表技術論文、收集國際發展趨勢、進行技術研討，或參訪歐、美相關實驗室。
開會	參加 2016 年第 9 屆國際放射核化學研討會(9th International Conference on Nuclear and Radiochemistry, NRC9)	赫爾辛基大學/芬蘭	1050827-1050904	黃珮吉	光子輻射場劑量蒙地卡羅評估	發表技術論文、收集國際發展趨勢、進行技術研討，或參訪歐、美相關實驗室。

(四) 標準維持情形

目前本計畫維持之游離輻射量測標準可分類如下：

1. 加馬射線空氣克馬率標準：使用 ^{241}Am (60 keV)、 ^{137}Cs (662 keV)與 ^{60}Co (1.25 MeV)，提供 3 種核種之加馬射線。
2. 加馬射線水吸收劑量標準：使用 ^{60}Co (1.25 MeV)加馬射線，並提供水下 5cm 之標準吸收劑量。
3. X 射線空氣克馬率標準：於 50-300 kVp 能量範圍內，提供 BIPM、NIST、ISO 等系列射質之標準劑量。於 10-50 kVp 能量範圍內，提供 BIPM、ISO、乳房攝影等系列射質之標準劑量。
4. 近接治療參考空氣克馬率標準：提供 Ir-192 射源加馬射線標準參考空氣克馬率
5. 貝它劑量標準：提供 $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ 核種貝它射線標準劑量
6. 放射源活度標準：提供 55 個核種的比活度(Bq/g)或總活度(Mq)校正，與大面積 α 或 β 發射源粒子發射率校正。
7. 中子劑量標準：提供 ^{252}Cf 、 ^{252}Cf +重水球與 $^{241}\text{Am}/\text{Be}$ ，3 種中子能譜的空間等效劑量與人員等校量校正

各類標準所提供的量測範圍與量測不確定度詳如下表：

Calibration or Measurement Service			Measurand Level or Range		Measurement Conditions / Independent Variable		Expanded Uncertainty			Reference Standard used in calibration	
NMI Service Identification	Quantity	Units	Minimum value	Maximum value	Parameter	Specifications	Value	Units	Coverage Factor	Standard / Source of traceability	系統驗證(達成年度)

Calibration or Measurement Service			Measurand Level or Range		Measurement Conditions / Independent Variable		Expanded Uncertainty			Reference Standard used in calibration	
INER-1001	air kerma rate	mGy h ⁻¹	1.98E+03	2.30E+04	⁶⁰ Co	ISO-4037-1	1	%	2	primary standard ionization chamber / INER	與澳洲 ARPANSA 雙邊比對(2003)。 最近：APMP.RI(I)-K1.1 國際比對(2010-2011)、通過 TAF 再評鑑(2010)
INER-1002	air kerma rate	mGy h ⁻¹	6.12E+00	1.58E+03	¹³⁷ Cs	ISO-4037-1	1	%	2	primary standard ionization chamber / INER	與日本 NMIJ、澳洲 ARPANSA 三邊比對(2002)。 最近：APMP.RI(I)-K5 國際比對(2013-2015)、通過 TAF 再評鑑(2010)。
INER-1003	air kerma rate	mGy h ⁻¹	6.10E+02	1.51E+03	X-ray, 50 kV to 300 kV	BIPM, NIST(M) ISO(N, W)	1	%	2	free air chamber / INER	APMP/TCRI 關鍵比對(2003)。 最近：APMP.RI(I)-K3 國際比對(2015-2017)、通過 TAF 再評鑑(2010)
INER-1004	air kerma rate	mGy h ⁻¹	2.30E+01	5.04E+03	X-ray, 10 kV to 50 kV	NIST(M) Mammogram ISO(N, W)	2	%	2	free air chamber / INER	追溯至 NIST(2002)。 與澳洲或日本雙邊比對(2006)。 最近：APMP.RI(I)-K2 國際比對(2008-2010)、通過 TAF

Calibration or Measurement Service			Measurand Level or Range		Measurement Conditions / Independent Variable		Expanded Uncertainty			Reference Standard used in calibration	
											再評鑑(2010)
INER-1005	absorbed dose rate to water	Gy s ⁻¹	5.50E-04	6.40E-03	⁶⁰ Co	AAPM TG-51	1	%	2	primary standard ionization chamber / INER	與澳洲 ARPANSA 雙邊比對(2003)。 最近：APMP.RI(I)-K4 國際比對(2009-2011)
INER-1006	absorbed dose rate to tissue	mGy h ⁻¹	4.28E+00	4.28E+00	⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y	ISO-6980	2	%	2	calibrated source / PTB	通過 TAF 認證(2004)。 最近：APMP.RI(I)-S2 國際比對(2011-2014)、通過 TAF 再評鑑(2010)
INER-1007	Reference air kerma rate	mGy h ⁻¹	50	0.5	¹⁹² Ir		1.5	%	2	Calibrated source / PTB	追溯至 PTB(2005) 最近：與 PTB 雙邊比對(2014)、通過 TAF 再評鑑(2010)
INER-1008	air kerma rate	μGy h ⁻¹	170	0.55	Am-241		1.2 ~2.8	%	2	INER	通過 TAF 再評鑑(2010)
INER-2001	activity per unit mass	Bq g ⁻¹	1.00E+05	5.00E+05	Single nuclide solution source	NCRP-58	1	%	2	4πβ-γ absolute measurement, set of standard weights / INER	與日本 NMIJ 雙邊比對 ¹³⁴ Cs(2005)、APMP/TCRI 比對 ¹³⁹ Ce(2004)。 最近：APMP.RI(II)-K2.Fe-59

Calibration or Measurement Service			Measurand Level or Range		Measurement Conditions / Independent Variable		Expanded Uncertainty			Reference Standard used in calibration	
											國際比對(2014)、通過 TAF 再評鑑(2010)
INER-2002	activity	Bq	4.14E+06	8.27E+09	Single nuclide solution source	1 g to 5 g solution in 5 mL glass ampoule	1	%	2	high pressure well type ionization chamber / NPL	APMP/TCRI ⁶⁰ Co 輔助性比對(2004)。 最近：APMP.RI(II)-K2.Fe-59 國際比對(2014、通過 TAF 再評鑑(2010)
INER-2003	emission rate	s ⁻¹	1.00E+02	1.00E+04	Large area surface source	electroplate, active area>10 cm by 10 cm	3	%	2	proportional counter / INER	中、日、韓、美、德、南非、俄 ³⁶ Cl 多邊國際比對(2002)。 最近：通過 TAF 再評鑑(2010)
INER-3001	ambient dose equivalent rate, personal dose equivalent rate	mSv h ⁻¹	6.41E-06	1.78E-04	²⁵² Cf source	ISO-8529-3	5	%	2	calibrated source / NIST	通過 TAF 認證(2004)。 最近：APMP.RI(III)-S1 國際比對(2011-2012)、通過 TAF 再評鑑(2010)

Calibration or Measurement Service		Measurand Level or Range		Measurement Conditions / Independent Variable		Expanded Uncertainty			Reference Standard used in calibration		
INER-3002	ambient dose equivalent rate, personal dose equivalent rate	mSv h ⁻¹	1.44E-06	5.83E-06	²⁴¹ Am/ ⁹ Be source	ISO-8529-3	5	%	2	calibrated source / NPL	通過 TAF 認證(2004)。

二、成果運用檢討

(一) 主要成果運用檢討表

執行項目	成果運用
國際量測比對	<p>藉由國際比對達成國際追溯、國際宣傳與全球相互認可，並藉此建立或驗證新的量測技術，或作為人員技術傳承之檢驗，是參與國際量測比對活動的主要目的。然在全球相互認可協定的議題上，本實驗室的CMC表雖已進入BIPM的資料庫，但其中自我宣告的量測能力佐證資料仍須由後續的國際量測比對活動加以支持，才能持續為國際社會所接受。因此對既有標準仍須持續精進，提升量測水準，並參與國際或區域組織辦理的國際量測比對活動加以確證完成國際追溯。由於我國非聯合國會員，無法直接將標準件送BIPM達成國際追溯，因此國際量測比對的機會與佐證資料相對較少，所以對APMP的技術活動本計畫更應積極參與，期能藉由APMP的比對活動達到國際追溯之目的。</p>
協助推動能力試驗	<p>在環境輻射保護領域的中低強度核種分析能力試驗、環境試樣放射性核種分析能力試驗，以往是由核研所的環境核種分析實驗室與中低強度核種分析實驗室分別執行，但由於我國並無產製放射源，因此這兩項能力試驗之樣品大多追溯至美國NIST，使本計畫標準的追溯與推展於此領域不易執行。因此於96年起，本計畫與核研所中低強度核種分析實驗</p>

執行項目	成果運用
	<p>室、環境試樣放射性核種分析實驗室合作，逐步建立其能力試驗所需之標準源，另外與科專計畫合作建立放射性廢棄物解除管制實驗室與低階放射性廢棄物檢測實驗室之能力試驗技術，推展國家標準及於環境輻射保護領域的校正追溯鏈，然目前尚無法完全滿足其需求，本計畫仍須持續擴大核種活度標準範圍，建立標準參考物質製作技術，並提供參考物質予環境輻射保護領域。</p>
<p>中能量X射線自由空氣游離腔電極遮蔽效應評估</p>	<p>一般胸腹部放射診斷攝影、透視攝影以及電腦斷層掃描皆屬於中能量X射線的範圍，依游離輻射防護法第十七條及輻射醫療曝露品質保證標準規定，醫療機構使用診斷用電腦斷層掃描儀須擬訂醫療曝露品質保證計畫，並須定期對X光機進行輻射輸出的品質保證工作。根據衛生福利部網站之統計資料，104年全國共有372台電腦斷層掃描儀，以及207萬使用人次。本實驗室所建立之中能量X射線系統負責校正各醫院的X射線劑量量測設備(游離腔)，直接影響207萬人次放射診斷的醫療品質，因此提升其劑量標準之準確度，可確保國人醫療安全。</p>
<p>建立符合 IEC 61267 RQR X射線射質劑量原級標準</p>	<p>IEC 61267 RQR系列X射線射質是模擬一般醫用X光機之原始輸出能譜，廣泛作為IEC 62494-1數位放射攝影裝置之曝露指標系統、IEC 62220-1數位放射攝影裝置之量子偵測效率、與IEC 60601系列醫材安規等放射醫材設備相關國際規範之標準測試射源，作</p>

執行項目	成果運用
	<p>為上述相關測試技術發展之基礎能力。放射醫材製造商於設備設計與開發完成後，需藉由檢測單位校驗其設備是否符合相關之國際規範，使得以進入國際市場。本系統完成後，可建立相關放射醫材檢測能量，以形成由上下游完整的產業鏈。</p>
<p>建立Tc-99m醫用射源活度原級量測標準</p>	<p>Tc-99m之核醫藥物一直是核子醫學領域最常用的造影劑之一。雖然2009年曾因發生短缺，促成國內積極以F-18等正子發射核醫藥物取代某些檢查項目，然而洽詢業者這幾年的經驗，其供給量至今仍維持自2010年以來平穩的數量。核醫藥物劑量之判定係以活度計(Dose Calibrator)為之，其相對應各種核種有不同的校正因子，需要追溯及維持。因此，本系統可成為維繫業界使用該項核醫藥物劑量準確性、一致性的追溯標準源。</p>
<p>石墨熱卡計量測技術精進</p>	<p>本年度完成石墨熱卡計量測技術精進，未來若能進一步建置醫用加速器設施，或將石墨卡計縮小及可攜化，則可將高能粒子吸收劑量標準直接傳遞至醫院，無須再使用各種議定書進行修正，可使醫院治療劑量的計算推導過程大幅縮減，降低誤差與失誤的機率。</p>

(二) 研究成果統計

研究成果統計表

成果 項目 分項計 畫名稱	專利權 (項數)	著作權 (項數)	論文 (篇數)		一般研究報告 (篇數)			技術創新 (項數)				技術引進 (項數)	技術移 轉		技術服務		研討會			
			國內 發表	國外 發表	技術	調查	訓練	產品	製程	應用 軟體	技術		項數	廠家	項數	廠家	場次	人數	日數	
游離輻射國 家標準之建 立計畫(2/4)	1		0	5	18													2		
小 計	1		0	5	18													2		
合 計	1		5		18													2		

註：(1)技術創新一欄中所謂產品係指模型機、零組件、新材料等。

(2)專利權及著作權項數以當年度核準項目為主，若為申請案件則於次年度中列報。

(三) 校正服務列表

1. 工服成果統計表

行政院原子能委員會核能研究所

工服成果月報表

中華民國一〇五年一月一日至一〇五年十二月三十一日止

計畫名稱：建立及維持國家游離輻射標準（105 年度）

校正系統	報告編號	儀器名稱	數量	送校單位	填單日期	收費日期	實收金額	等級	校正者
KK1005	NRSL-104395	PTW TM31010 校正	1	寶建醫療財團法人寶建醫院	104.11.20	105.01.14	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-104396	PTW TM31010 校正	1	寶建醫療財團法人寶建醫院	104.11.20	105.01.14	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-104393	PTW TM30013 校正	1	寶建醫療財團法人寶建醫院	104.11.20	105.01.14	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-104394	PTW TM30013 校正	1	寶建醫療財團法人寶建醫院	104.11.20	105.01.14	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-104398	Standard Imaging AISL 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	104.12.04	105.01.08	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-104397	Standard Imaging AISL 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	104.12.04	105.01.08	9,600	一級	王思文

KK1001	NRSL-104404	PTW TW30013 校正	1	華霖股份有限公司	104.12.04	105.01.08	9,600	一級	王思文
KK1007	NRSL-104421	PTW TW33004 校正	1	高雄榮民總醫院	104.12.04	105.01.14	14,000	一級	謝宗佑
KK1001	NRSL-104420	Wellhofer FC65P 校正	1	高雄榮民總醫院	104.12.15	105.01.14	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-104419	Wellhofer FC65P 校正	1	高雄榮民總醫院	104.12.15	105.01.14	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-104390	PTW TW30013 校正	1	醫世紀健康管理顧問(股)公司	104.11.20	105.01.08	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-104391	PTW TW30013 校正	1	醫世紀健康管理顧問(股)公司	104.11.20	105.01.08	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-104407	EXRADIN AISL 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	104.12.04	105.01.08	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-104406	EXRADIN AISL 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	104.12.04	105.01.08	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-104370	EXRADIN A4 校正	1	台灣電力公司股份有限公司	104.11.19	105.01.14	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-104371	EXRADIN A5 校正	1	台灣電力公司股份有限公司	104.11.19	105.01.14	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-104372	EXRADIN A6 校正	1	台灣電力公司股份有限公司	104.11.19	105.01.14	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-104374	PTW TW32002 校正	1	台灣電力公司股份有限公司	104.11.19	105.01.14	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-104376	NE 2575C 校正	1	台灣電力公司股份有限公司	104.11.19	105.01.14	9,600	一級	王思文
KK1002	NRSL-104367	EXRADIN A4 校正	1	台灣電力公司股份有限公司	104.11.19	105.01.14	9,600	一級	王思文
KK1002	NRSL-104368	EXRADIN A5 校正	1	台灣電力公司股份有限公司	104.11.19	105.01.14	9,600	一級	王思文
KK1002	NRSL-104369	EXRADIN A6 校正	1	台灣電力公司股份有限公司	104.11.19	105.01.14	9,600	一級	王思文
KK1002	NRSL-104373	PTW TW32002 校正	1	台灣電力公司股份有限公司	104.11.19	105.01.14	9,600	一級	王思文
KK1002	NRSL-104375	NE 2575C 校正	1	台灣電力公司股份有限公司	104.11.19	105.01.14	9,600	一級	王思文

KK1006	NRSL-104377	NE 2575C 校正	1	台灣電力公司股份有限公司	104.11.09	105.01.14	60,000	一級	王思文
KK1001	NRSL-104417	PTW N30013 校正	1	馬偕紀念醫院	104.12.15	105.01.14	9,600	一級	王思文
KK1008	NRSL-105009	Thermo NRD-H2 校正	1	銳昕科技有限公司	105.01.11	105.01.21	9,600	一級	謝宗佑
KK1005	NRSL-104387	PTW TN31014 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚 紀念醫院	104.11.19	105.01.28	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-104414	IBA FC65-P 校正	1	佛教慈濟醫療財團法人台北 慈濟醫院	104.12.14	105.02.04	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-104415	IBA FC65-P 校正	1	佛教慈濟醫療財團法人台北 慈濟醫院	104.12.14	105.02.04	9,600	一級	王思文
KK1008	NRSL-104386	Thermo RADEYE NL 校正	1	中龍鋼鐵股份有限公司	104.12.25	105.02.19	9,600	一級	謝宗佑
KK1005	NRSL-104435	Standard Imaging AISL 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	104.12.31	105.02.16	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-104434	Standard Imaging AISL 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	104.12.31	105.02.16	9,600	一級	王思文
KK1008	NRSL-105209	BF-3 9900305 校正	1	臺灣新吉美碩股份有限公司	105.01.21	105.02.23	9,600	一級	謝宗佑
KK1005	NRSL-105002	IBA FC65-P 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚 紀念醫院	105.01.30	105.02.16	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105004	PTW TN30013 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚 紀念醫院	105.01.30	105.02.16	9,600	一級	王思文
KK1008	NRSL-104378	Thermo FHT752 校正	1	台灣電力公司股份有限公司	105.01.08	105.02.23	9,600	一級	王思文

KK1001	NRSL-105012	PTW TM30013 校正	1	醫世紀健康管理顧問(股)公司	105.01.30	105.02.23	9,600	一級	王思文
KK1004	NRSL-104440	Radcal MOD 10x5-6M-3 校正	1	長庚大學	105.01.14	105.02.24	9,600	一級	王思文
KK1004	NRSL-104441	Radcal 10x6-6M 校正	1	長庚大學	105.01.14	105.02.24	9,600	一級	王思文
KK1004	NRSL-104442	Radcal 10x6-6M 校正	1	長庚大學	105.01.14	105.02.24	9,600	一級	王思文
KK1004	NRSL-104443	Radcal 40x9-Mo 校正	1	長庚大學	105.01.14	105.02.24	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-104444	Radcal10x6-3CT 校正	1	長庚大學	105.01.14	105.02.24	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-104445	Radcal10x6-6 校正	1	長庚大學	105.01.14	105.02.24	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-104431	PTW TM30013 校正	1	汐止國泰綜合醫院	104.12.31	105.02.24	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-104428	Standard Imaging AISL 校正	1	汐止國泰綜合醫院	104.12.31	105.02.24	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-104429	Standard Imaging AISL 校正	1	汐止國泰綜合醫院	104.12.31	105.02.24	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105013	PTW TM30013 校正	1	華霖股份有限公司	105.01.30	105.03.07	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105014	PTW TM30013 校正	1	華霖股份有限公司	105.01.30	105.03.07	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-105030	Radcal10x6-3CT 校正	1	老達利貿易股份有限公司	105.02.02	105.03.07	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-105031	Radcal10x6-180 校正	1	老達利貿易股份有限公司	105.02.02	105.03.07	9,600	一級	王思文
KK1007	NRSL-105006	Standard Imaging HDR 1000Plus 校正	1	醫療財團法人辜公亮基金會 和信治癌中心醫院	105.01.14	105.03.07	14,000	一級	謝宗佑

KK1004	NRSL-105027	Fluke kVp Divider 35080B 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限 公司	105.01.25	105.03.07	9,600	一級	施成霖
KK1004	NRSL-104446	Radcal 40x5-Mo 校正	1	長庚大學	105.01.14	105.03.03	9,600	一級	施成霖
KK1003	NRSL-104447	Radcal 10x5-6 校正	1	長庚大學	105.01.14	105.03.03	9,600	一級	施成霖
KK1003	NRSL-104448	Radcal 10x5-60 校正	1	長庚大學	105.01.14	105.03.03	9,600	一級	施成霖
KK1003	NRSL-104449	Radcal10x5-3CT 校正	1	長庚大學	105.01.14	105.03.03	9,600	一級	施成霖
KK1008	NRSL-105026	LUDLUM12-4 校正	1	施蘭卜吉有限公司	105.01.28	105.03.08	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-104425	IBA FC65P 校正	1	佛教慈濟醫療財團法人台中 慈濟醫院	104.12.31	105.03.15	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-104426	IBA FC65P 校正	1	佛教慈濟醫療財團法人台中 慈濟醫院	104.12.31	105.03.15	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-104424	IBA PPC05 校正	1	佛教慈濟醫療財團法人台中 慈濟醫院	104.12.31	105.03.15	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-104423	IBA PPC05 校正	1	佛教慈濟醫療財團法人台中 慈濟醫院	104.12.31	105.03.15	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-105008	Vacu TEC DAP-DEM 校正	1	長庚大學	105.02.02	105.03.08	9,600	一級	施成霖
KK1005	NRSL-104402	PTW TW31010 校正	1	台北榮民總醫院	104.12.04	105.03.09	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-105063	Radcal 10x5-6 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚 紀念醫院	105.02.23	105.03.15	9,600	一級	施成霖
KK1003	NRSL-105064	Radcal 10x5-60 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚	105.02.23	105.03.15	9,600	一級	施成霖

紀念醫院

KK1003	NRSL-105065	Radcal10x5-3CT 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚 紀念醫院	105.02.23	105.03.15	9,600	一級	施成霖
KK1004	NRSL-105066	Radcal 10x6-6M 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚 紀念醫院	105.02.23	105.03.15	9,600	一級	施成霖
KK1007	NRSL-105084	PTW TM33004 校正	1	醫世紀健康管理顧問(股)公司	105.03.01	105.03.22	14,000	一級	謝宗佑
KK1007	NRSL-105040	Standard Imaging HDR 1000Plus 校正	1	中國醫藥大學附設醫院	105.02.18	105.03.22	14,000	一級	謝宗佑
KK1001	NRSL-105038	PTW TN30013 校正	1	中國醫藥大學附設醫院	105.03.10	105.03.22	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105037	PTW TN30013 校正	1	中國醫藥大學附設醫院	105.03.10	105.03.22	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105034	IBA FC65-P 校正	1	洽太企業有限公司	105.03.10	105.04.08	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105032	IBA FC65-P 校正	1	洽太企業有限公司	105.03.10	105.04.08	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105035	IBA FC65-P 校正	1	洽太企業有限公司	105.03.10	105.04.08	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105033	IBA FC65-P 校正	1	洽太企業有限公司	105.03.10	105.04.08	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-105090	Radcal 20x6-0.6 校正	1	克馬企業有限公司	105.03.17	105.04.08	9,600	一級	施成霖
KK1007	NRSL-105070	Nucletron 077094 校正	1	量子輻射科技有限公司	105.02.26	105.04.13	14,000	一級	謝宗佑
KK1008	NRSL-105074	CARDINAL/RP-N 校 正	1	義大醫療財團法人義大醫院	105.03.01	105.04.13	9,600	一級	施成霖
KK1005	NRSL-105068	PTW TM30013 校正	1	量子輻射科技有限公司	105.03.22	105.04.12	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105067	PTW TM30013 校正	1	量子輻射科技有限公司	105.03.22	105.04.12	9,600	一級	王思文

KK1008	NRSL-105079	Thermo/Radeye-N 校正	1	輻新企業股份有限公司	105.03.17	105.04.01	9,600	一級	施成霖
KK1001	NRSL-105086	PTW TM30013 校正	1	阮綜合醫療社團法人阮綜合醫院	105.03.22	105.04.01	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-105088	Standard Imaging A101 校正	1	阮綜合醫療社團法人阮綜合醫院	105.03.17	105.04.01	9,600	一級	王思文
KK1007	NRSL-105085	PTW TM33002 校正	1	阮綜合醫療社團法人阮綜合醫院	105.03.01	105.04.01	14,000	一級	謝宗佑
KK1008	NRSL-105103	Thermo/FHT751 校正	1	恩斯特生物科技股份有限公司	105.03.17	105.04.18	9,600	一級	施成霖
KK1004	NRSL-105071	Gammex 245 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.03.07	105.04.21	9,600	一級	施成霖
KK1004	NRSL-105072	Gammex 245 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.03.07	105.04.21	9,600	一級	施成霖
KK1004	NRSL-105073	RTI Electronics AB Piranha 301 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.03.07	105.04.21	9,600	一級	施成霖
KK1005	NRSL-105096	STANDARD IMAGING 校正	1	華霖股份有限公司	105.04.06	105.04.21	9,600	一級	王思文
KK1002	NRSL-105060	NE2571 校正	1	台電放射試驗室核三工作隊	105.03.22	105.04.22	9,600	一級	王思文
KK1002	NRSL-105061	NE2530 校正	1	台電放射試驗室核三工作隊	105.03.22	105.04.22	9,600	一級	王思文
KK1002	NRSL-105062	NE2575 校正	1	台電放射試驗室核三工作隊	105.03.22	105.04.22	9,600	一級	王思文

KK1001	NRSL-105091	PTW TM30013 校正	1	久和醫療儀器(股)公司	105.04.06	105.04.22	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105092	PTW TM30013 校正	1	久和醫療儀器(股)公司	105.04.06	105.04.22	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105075	IBA FC65P 校正	1	財團法人羅許基金會羅東博 愛醫院	105.03.22	105.04.20	9,600	一級	王思文
				阮綜合醫療社團法人阮綜合 醫院 溢繳費用			30		
KK1005	NRSL-105101	PTW TN30013 校正	1	台中榮民總醫院嘉義分院	105.04.06	105.05.11	9,600	一級	王思文
KK1007	NRSL-105115	Nucletron 077091 校正	1	台華醫網股份有限公司	105.04.15	105.05.24	14,000	一級	謝宗佑
KK1001	NRSL-105116	PTW TN30013 校正	1	台華醫網股份有限公司	105.05.09	105.05.24	9,600	一級	王思文
KK1008	NRSL-105126	INOVISION/RP-N 校 正	1	貝克西弗股份有限公司	105.04.21	105.05.27	9,600	一級	施成霖
KK1011	NRSL-105052	放射源粒子發射率校 正	1	台電放射試驗室核三工作隊	105.05.02	105.05.19	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-105053	放射源粒子發射率校 正	1	台電放射試驗室核三工作隊	105.05.02	105.05.19	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-105054	放射源粒子發射率校 正	1	台電放射試驗室核三工作隊	105.05.02	105.05.19	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-105055	放射源粒子發射率校 正	1	台電放射試驗室核三工作隊	105.05.02	105.05.19	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-105056	放射源粒子發射率校	1	台電放射試驗室核三工作隊	105.05.02	105.05.19	12,000	一級	張修亞

正

KK1011	NRSL-105057	放射源粒子發射率校正	1	台電放射試驗室核三工作隊	105.05.02	105.05.19	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-105058	放射源粒子發射率校正	1	台電放射試驗室核三工作隊	105.05.02	105.05.19	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-105059	放射源粒子發射率校正	1	台電放射試驗室核三工作隊	105.05.02	105.05.19	12,000	一級	張修亞
KK1003	NRSL-105125	IBA DCT-10 校正	1	供群科技股份有限公司	105.04.19	105.05.25	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-105140	Unfors 8202011-B XiR/F 校正	1	友信行股份有限公司	105.05.04	105.05.19	9,600	一級	王思文
KK1008	NRSL-105042	BERTHOLD / LB6411 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚 紀念醫院	105.02.15	105.05.24	9,600	一級	施成霖
KK1008	NRSL-105043	BERTHOLD / LB6411 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚 紀念醫院	105.02.15	105.05.24	9,600	一級	施成霖
KK1008	NRSL-105044	BERTHOLD / LB6411 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚 紀念醫院	105.02.15	105.05.24	9,600	一級	施成霖
KK1008	NRSL-105045	BERTHOLD / LB6411 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚 紀念醫院	105.02.15	105.05.24	9,600	一級	施成霖
KK1001	NRSL-105123	PTW TW30013 校正	1	富特茂股份有限公司	105.05.09	105.06.06	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105122	PTW TW30013 校正	1	富特茂股份有限公司	105.05.09	105.06.06	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105129	PTW TN30013 校正	1	馬偕紀念醫院新竹分院	105.05.09	105.06.06	9,600	一級	王思文

KK1005	NRSL-105128	PTW TN30013 校正	1	馬偕紀念醫院新竹分院	105.05.09	105.06.06	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105132	STANDARD IMAGING A1SL	1	久和醫療儀器股份有限公司	105.05.09	105.06.06	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105133	STANDARD IMAGING A1SL	1	久和醫療儀器股份有限公司	105.05.09	105.06.06	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105134	STANDARD IMAGING A1SL	1	久和醫療儀器股份有限公司	105.05.09	105.06.06	9,600	一級	王思文
KK1008	NRSL-105112	Bonner Sphere LUDLUM	1	國立清華大學	105.05.16	105.06.01	9,600	一級	謝宗佑
KK1008	NRSL-105121	Thermo NRD	1	奇異亞洲醫療設備股份有限 公司	105.04.21	105.06.06	9,600	一級	謝宗佑
KK1005	NRSL-105108	PTW TN30013	1	華霖股份有限公司	105.05.09	105.06.07	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105104	PTW TN30013	1	華霖股份有限公司	105.05.09	105.06.07	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105107	TPW TN323343	1	華霖股份有限公司	105.05.09	105.06.07	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105105	TPW TN31010	1	華霖股份有限公司	105.05.09	105.06.07	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105106	TPW TN31013	1	華霖股份有限公司	105.05.09	105.06.07	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-105192	IBA DCT-10 Lemo	1	奇異亞洲醫療設備股份有限 公司	105.05.16	105.06.06	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105193	IBA DCT-10 Lemo	1	奇異亞洲醫療設備股份有限 公司	105.05.16	105.06.06	9,600	一級	施承霖
KK1004	NRSL-105141	Inovision 35080B	1	奇異亞洲醫療設備股份有限	105.04.27	105.06.06	9,600	一級	施承霖

			公司						
KK1004	NRSL-105142	Inovision 35080B	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.04.27	105.06.06	9,600	一級	施承霖
KK1004	NRSL-105143	Inovision 35080B	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.04.27	105.06.06	9,600	一級	施承霖
KK1004	NRSL-105144	Inovision 35080B	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.04.27	105.06.06	9,600	一級	施承霖
KK1004	NRSL-105145	Inovision 35080B	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.04.27	105.06.06	9,600	一級	施承霖
KK1004	NRSL-105146	Keithley 35080A	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.04.27	105.06.06	9,600	一級	施承霖
KK1004	NRSL-105147	Keithley 35080A	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.04.27	105.06.06	9,600	一級	施承霖
KK1004	NRSL-105148	Fluke 35080B	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.04.27	105.06.06	9,600	一級	施承霖
KK1008	NRSL-105178	Thermo NRD	1	義大醫療財團法人義大醫院	105.05.10	105.06.13	9,600	一級	謝宗佑
KK1007	NRSL-105189	PTW TM33004	1	高雄醫學大學附設中和紀念醫院	105.05.25	105.06.01	14,000	一級	謝宗佑
KK1005	NRSL-105136	PTW TM31010	1	義大醫療財團法人義大醫院	105.05.09	105.06.13	9,600	一級	王思文
KK1007	NRSL-105190	Standard Imaging HDR 1000 Plus 90008	1	洽泰企業有限公司	105.05.25	105.06.06	14,000	一級	謝宗佑

KK1005	NRSL-105127	STANDARD IMAGING A1SL	1	亞東紀念醫院	105.05.09	105.06.03	9,600	一級	王思文
KK1007	NRSL-105131	Nucletron 077092	1	馬偕紀念醫院新竹分院	105.05.17	105.06.07	14,000	一級	謝宗佑
KK1008	NRSL-105113	LUDLUM 2241-4	1	國立中央大學	105.04.13	105.06.13	9,600	一級	謝宗佑
KK1001	NRSL-105153	PTW TN30013	1	佛教慈濟醫療財團法人花蓮 慈濟醫院	105.06.06	105.06.23	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105154	PTW TN30013	1	佛教慈濟醫療財團法人花蓮 慈濟醫院	105.06.06	105.06.23	9,600	一級	王思文
KK1008	NRSL-105149	Thermo NRD	1	佛教慈濟醫療財團法人花蓮 慈濟醫院	105.04.27	105.06.23	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105150	Radcal 10X6-3CT	1	佛教慈濟醫療財團法人花蓮 慈濟醫院	105.04.27	105.06.23	9,600	一級	施承霖
KK1004	NRSL-105151	Radcal 10X6-6M	1	佛教慈濟醫療財團法人花蓮 慈濟醫院	105.04.27	105.06.23	9,600	一級	施承霖
KK1004	NRSL-105152	Radcal 40X9-Mo	1	佛教慈濟醫療財團法人花蓮 慈濟醫院	105.04.27	105.06.23	9,600	一級	施承霖
KK1007	NRSL-105164	PTW TW33004	1	戴德森醫療財團法人嘉義基 督教醫院	105.05.17	105.06.23	14,000	一級	謝宗佑
KK1003	NRSL-105114	Standard Image Exradin A20	1	美德醫療器材股份有限公司	105.05.19	105.06.20	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105114	Standard Image Exradin A20	1	美德醫療器材股份有限公司	105.05.19	105.06.20	2,000	一級	施承霖

KK1007	NRSL-105138	Standard Imaging HDR 1000 Plus 90008	1	佛教慈濟醫療財團法人台北 慈濟醫院	105.05.17	105.06.20	14,000	一級	謝宗佑
KK1003	NRSL-105194	PTW TM30009	1	西門子醫療設備股份有限公 司	105.05.16	105.06.22	9,600	一級	施承霖
KK1001	NRSL-105181	PTW TM30013	1	光田醫療社團法人光田綜合 醫院	105.06.06	105.06.20	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105187	PTW TN30013	1	高雄醫學大學附設中和紀念 醫院	105.06.06	105.06.20	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105161	PTW TW30013	1	戴德森醫療財團法人嘉義基 督教醫院	105.06.06	105.06.28	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105162	PTW TW30013	1	戴德森醫療財團法人嘉義基 督教醫院	105.06.06	105.06.28	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-105236	IBA DCT10 Lemo	1	友信行股份有限公司	105.06.08	105.06.23	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105165	Radcal 20X6-3	1	奇異亞洲醫療設備股份有限 公司	105.05.09	105.06.27	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105166	Radcal 20X6-6	1	奇異亞洲醫療設備股份有限 公司	105.05.09	105.06.27	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105167	Radcal 10X5-6	1	奇異亞洲醫療設備股份有限 公司	105.05.09	105.06.27	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105172	Radcal 20X6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份有限 公司	105.05.09	105.06.27	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105173	Radcal 20X6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份有限	105.05.09	105.06.27	9,600	一級	施承霖

		公司								
KK1003	NRSL-105174	Radcal 10X5-180	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.05.09	105.06.27	9,600	一級	施承霖	
KK1004	NRSL-105175	Radcal 20X6-6M	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.05.09	105.06.27	9,600	一級	施承霖	
KK1004	NRSL-105176	Radcal 20X6-6M	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.05.09	105.06.27	9,600	一級	施承霖	
KK1004	NRSL-105177	Radcal 10X5-6M	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.05.09	105.06.27	9,600	一級	施承霖	
KK1005	NRSL-105179	STANDARD IMAGING A12S	1	欣耕股份有限公司	105.06.01	105.07.06	9,600	一級	王思文	
KK1001	NRSL-105183	PTW TN30013	1	九和生物科技股份有限公司	105.06.06	105.07.06	9,600	一級	王思文	
KK1005	NRSL-105184	PTW TN30013	1	九和生物科技股份有限公司	105.06.06	105.07.06	9,600	一級	王思文	
KK1005	NRSL-105185	PTW TN31010	1	九和生物科技股份有限公司	105.06.06	105.07.06	9,600	一級	王思文	
KK1005	NRSL-105157	STANDARD IMAGING A1SL	1	臺中榮民總醫院	105.06.06	105.07.12	9,600	一級	王思文	
KK1005	NRSL-105159	PTW TM31010	1	華霖股份有限公司	105.06.06	105.07.06	9,600	一級	王思文	
KK1003	NRSL-105196	Fluke 500-100	1	馬偕紀念醫院台北院區	105.06.08	105.07.06	9,600	一級	施承霖	
KK1003	NRSL-105227	PTW TM30009	1	國泰綜合醫院	105.06.14	105.07.14	9,600	一級	施承霖	
KK1007	NRSL-105276	Standard Imaging 90008	1	國泰綜合醫院	105.06.29	105.07.14	14,000	一級	謝宗佑	

KK1005	NRSL-105222	PTW TW23343	1	國泰綜合醫院	105.06.29	105.07.14	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105218	PTW TM31010	1	國泰綜合醫院	105.06.29	105.07.14	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105219	PTW TM31014	1	國泰綜合醫院	105.06.29	105.07.14	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105223	IBA CC01	1	國泰綜合醫院	105.06.29	105.07.14	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105225	IBA CC01	1	國泰綜合醫院	105.06.29	105.07.14	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105219	IBA FC65-P	1	國泰綜合醫院	105.06.29	105.07.14	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105223	IBA FC65-P	1	國泰綜合醫院	105.06.29	105.07.14	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105225	EXRADIN A12	1	國泰綜合醫院	105.06.29	105.07.14	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105217	EXRADIN A12	1	國泰綜合醫院	105.06.29	105.07.14	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105170	PTW TN30010	1	澄清綜合醫院中港分院	105.06.06	105.07.11	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105168	PTW TM30013	1	臺灣愛可芮股份有限公司	105.06.06	105.07.14	9,600	一級	王思文
KK1002	NRSL-105195	PTW TM32002	1	國立清華大學	105.06.06	105.07.22	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105228	PTW TM31010	1	醫世紀健康管理顧問股份有限公司	105.06.29	105.07.22	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105198	PTW TM30013	1	醫世紀健康管理顧問股份有限公司	105.06.30	105.07.22	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105197	PTW TM30013	1	醫世紀健康管理顧問股份有限公司	105.06.30	105.07.22	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-105216	Radcal 10X6-3CT	1	西門子醫療設備股份有限公司	105.06.08	105.07.27	9,600	一級	施承霖

KK1007	NRSL-105201	PTW TN33004	1	久和醫療儀器股份有限公司	105.06.29	105.07.27	14,000	一級	謝宗佑
KK1008	NRSL-105306	Polimaster Inc. / PM1703GN	1	台塑石化股份有限公司	105.07.13	105.07.22	9,600	一級	謝宗佑
KK1005	NRSL-105231	IBA PPC05	1	洽泰企業有限公司	105.06.29	105.07.28	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105230	IBA PPC05	1	洽泰企業有限公司	105.06.29	105.07.28	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105210	IBA FC65-P	1	童綜合醫療社團法人童綜合醫院	105.07.19	105.07.25	9,600	一級	王思文
KK1007	NRSL-105235	Standard Imaging HDR 1000 Plus 90008	1	彰化基督教醫療財團法人彰化基督教醫院	105.06.01	105.08.09	14,000	一級	謝宗佑
KK1001	NRSL-105232	PTW TW30013	1	彰化基督教醫療財團法人彰化基督教醫院	105.06.30	105.08.09	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105233	PTW TW23343	1	彰化基督教醫療財團法人彰化基督教醫院	105.06.30	105.08.09	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-105244	IBA DCT-10 Lemo	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.06.14	105.08.04	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105202	Radcal 20X6-6	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.06.06	105.08.04	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105203	Radcal 20X6-6	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.06.06	105.08.04	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105204	Radcal 20X6-6	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.06.06	105.08.04	9,600	一級	施承霖

KK1003	NRSL-105205	Radcal 20X3-3	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.06.06	105.08.04	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105206	Radcal 20X6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.06.06	105.08.04	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105207	Radcal 20X6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.06.06	105.08.04	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105208	Radcal 20X6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.06.06	105.08.04	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105209	Radcal 20X6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.06.06	105.08.04	9,600	一級	施承霖
KK1001	NRSL-105214	WELLHOFER FC65-P	1	高雄榮民總醫院	105.06.30	105.08.09	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105242	PTW TM30013	1	東霖儀器股份有限公司	105.07.19	105.08.04	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105247	PTW TW30013	1	醫世紀健康管理顧問股份有限公司	105.07.19	105.08.04	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105248	PTW TW30013	1	醫世紀健康管理顧問股份有限公司	105.07.19	105.08.04	9,600	一級	王思文
KK1007	NRSL-105267	PTW TW33004	1	三軍總醫院	105.06.29	105.08.03	14,000	一級	謝宗佑
KK1003	NRSL-105284	IBA DCT-10 Lemo	1	洽泰企業有限公司	105.07.13	105.08.09	9,600	一級	施承霖
KK1001	NRSL-105212	IBA FC65-P	1	方泰貿易有限公司	105.07.19	105.08.04	9,600	一級	王思文
KK1008	NRSL-105351	Thermo RADEYE N/NL	1	中國鋼鐵股份有限公司	105.07.19	105.08.15	9,600	一級	謝宗佑

KK1008	NRSL-105357	中子 TLD 佩章照射	1	台灣電力股份有限公司放射 試驗室	105.07.27	105.08.10	2,400	一級	謝宗佑
KK1008	NRSL-105357	中子 TLD 佩章照射	1	台灣電力股份有限公司放射 試驗室	105.07.27	105.08.10	2,400	一級	謝宗佑
KK1008	NRSL-105357	中子 TLD 佩章照射	1	台灣電力股份有限公司放射 試驗室	105.07.27	105.08.10	2,400	一級	謝宗佑
KK1008	NRSL-105357	中子 TLD 佩章照射	1	台灣電力股份有限公司放射 試驗室	105.07.27	105.08.10	2,400	一級	謝宗佑
KK1008	NRSL-105357	中子 TLD 佩章照射	1	台灣電力股份有限公司放射 試驗室	105.07.27	105.08.10	2,400	一級	謝宗佑
KK1001	NRSL-105245	IBA FC65-P	1	長庚醫療財團法人嘉義長庚 紀念醫院	105.07.20	105.08.08	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105240	STANDARD IMAGING	1	多模式股份有限公司	105.07.19	105.08.12	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105238	STANDARD IMAGING	1	多模式股份有限公司	105.07.19	105.08.17	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105239	STANDARD IMAGING	1	多模式股份有限公司	105.07.19	105.08.17	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105270	PTW TN30013	1	富特茂股份有限公司	105.08.02	105.08.17	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105269	PTW TN30013	1	富特茂股份有限公司	105.08.02	105.08.17	9,600	一級	王思文
KK1008	NRSL-105383	Thermo FHT751	1	聯然有限公司	105.08.11	105.08.12	9,600	一級	謝宗佑

KK1005	NRSL-105265	STANDARD IMAGING A19	1	三軍總醫院	105.08.02	105.08.12	9,600	一級	王思文
KK1009	NRSL-105382	PTW TM33004	1	長庚醫療財團法人嘉義長庚 紀念醫院	105.08.03	105.08.15	14,000	一級	謝宗佑
KK1003	NRSL-105340	Radcal 10X6-3CT	1	長庚大學	105.08.03	105.08.15	9,600	一級	施承霖
KK1001	NRSL-105277	PTW TM30013	1	東霖儀器股份有限公司	105.08.02	105.08.19	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105280	PTW TM30013	1	東霖儀器股份有限公司	105.08.02	105.08.19	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105278	PTW TM23343	1	東霖儀器股份有限公司	105.08.02	105.08.19	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105279	PTW TM23343	1	東霖儀器股份有限公司	105.08.02	105.08.19	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105282	PTW TM30013	1	東霖儀器股份有限公司	105.08.02	105.08.19	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105285	IBA FC65-P	1	洽泰企業有限公司	105.08.02	105.08.19	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105286	IBA FC65-P	1	洽泰企業有限公司	105.08.02	105.08.19	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105272	IBA FC65-P	1	國泰綜合醫院	105.08.02	105.08.25	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105273	IBA FC65-P	1	國泰綜合醫院	105.08.02	105.08.25	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-105407	Radcal 20X6-6	1	和鑫生技開發股份有限公司	105.08.09	105.08.25	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105408	Radcal 20X6-6	1	和鑫生技開發股份有限公司	105.08.09	105.08.25	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105406	RTI R100	1	和鑫生技開發股份有限公司	105.08.09	105.08.25	9,600	一級	施承霖
KK1005	NRSL-105264	STANDARD IMAGING	1	和鑫生技開發股份有限公司	105.08.02	105.08.29	9,600	一級	王思文

KK1003	NRSL-105390	Unfors Xi 8202041-B	1	西門子醫療設備股份有限公司	105.08.03	105.08.29	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105288	Radcal 20X6-6	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.07.12	105.08.29	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105289	Radcal 20X6-6	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.07.12	105.08.29	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105290	Radcal 20X6-6	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.07.12	105.08.29	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105291	Radcal 20X6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.07.12	105.08.29	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105292	Radcal 20X6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.07.12	105.08.29	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105293	Radcal 20X6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	105.07.12	105.08.29	9,600	一級	施承霖
KK1005	NRSL-105260	PTW TN30013	1	中國醫藥大學附設醫院	105.08.03	105.08.29	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105259	PTW TN30013	1	中國醫藥大學附設醫院	105.08.03	105.08.29	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105262	PTW TM30013	1	新霖生物科技股份有限公司	105.08.03	105.08.24	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105258	Alanine AWM230	1	中國生化科技股份有限公司	105.08.10	105.08.26	30,000	一級	王思文
KK1007	NRSL-105332	PTW TW33004	1	久和醫療儀器股份有限公司	105.08.03	105.08.30	14,000	一級	謝宗佑
KK1003	NRSL-105409	Radcal 10X6-6	1	和鑫生技開發股份有限公司	105.08.18	105.08.30	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105410	Radcal 10X6-6	1	和鑫生技開發股份有限公司	105.08.18	105.08.30	9,600	一級	施承霖

KK1003	NRSL-105411	Radcal 10X6-6	1	和鑫生技開發股份有限公司	105.08.18	105.08.30	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105417	Standard Image Exradin A600	1	盛泰和有限公司	105.08.23	105.08.31	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105417	Standard Image Exradin A600	1	盛泰和有限公司	105.08.23	105.08.31	2,000	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105417	Standard Image Exradin A600	1	盛泰和有限公司	105.08.23	105.08.31	2,000	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105417	Standard Image Exradin A600	1	盛泰和有限公司	105.08.23	105.08.31	2,000	一級	施承霖
KK1008	NRSL-105412	ATOMTEX BDKN-01	1	中龍鋼鐵股份有限公司	105.08.19	105.09.02	9,600	一級	謝宗佑
KK1007	NRSL-105256	Nucletron 077091	1	光品醫事管理股份有限公司	105.06.29	105.09.06	14,000	一級	謝宗佑
KK1001	NRSL-105253	PTW TW30013	1	光品醫事管理股份有限公司	105.07.19	105.09.06	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105254	PTW TW30014	1	光品醫事管理股份有限公司	105.07.19	105.09.06	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-105416	Standard Image Exradin A20	1	美德醫療器材股份有限公司	105.08.23	105.09.06	9,600	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105416	Standard Image Exradin A20	1	美德醫療器材股份有限公司	105.08.23	105.09.06	2,000	一級	施承霖
KK1003	NRSL-105356	PTW T60004	1	西門子醫療設備股份有限公司	105.07.27	105.08.24	9,600	一級	施承霖
KK1009	NRSL-105371	Nucletron 077091	1	亞東紀念醫院	105.08.03	105.09.19	14,000	一級	謝宗佑
KK1003	NRSL-105415	Radcal 10X6-3CT	1	貝克西弗股份有限公司	105.08.24	105.09.20	9,600	一級	施承霖

KK1008	NRSL-105387	中子 TLD	1	國立清華大學	105.09.09	105.09.29	2,400	一級	謝宗佑
KK1008	NRSL-105387	中子 TLD	1	國立清華大學	105.09.09	105.09.29	2,400	一級	謝宗佑
KK1008	NRSL-105387	中子 TLD	1	國立清華大學	105.09.09	105.09.29	2,400	一級	謝宗佑
KK1008	NRSL-105387	中子 TLD	1	國立清華大學	105.09.09	105.09.29	2,400	一級	謝宗佑
KK1008	NRSL-105385	中子 TLD	1	國立清華大學	105.09.07	105.09.29	2,400	一級	謝宗佑
KK1008	NRSL-105385	中子 TLD	1	國立清華大學	105.09.07	105.09.29	2,400	一級	謝宗佑
KK1008	NRSL-105385	中子 TLD	1	國立清華大學	105.09.07	105.09.29	2,400	一級	謝宗佑
KK1008	NRSL-105385	中子 TLD	1	國立清華大學	105.09.07	105.09.29	2,400	一級	謝宗佑
KK1008	NRSL-105388	TLD / 8814	1	國家同步輻射研究中心	105.09.07	105.09.29	2,400	一級	謝宗佑
KK1008	NRSL-105261	Thermo / FHT752	1	量子輻射科技有限公司	105.07.13	105.10.07	9,600	一級	謝宗佑
KK1001	NRSL-105307	standard imaging a12	1	長庚醫療財團法人基隆長庚 紀念醫院情人湖院區	105.10.06	105.10.13	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105308	standard imaging a12	1	長庚醫療財團法人基隆長庚 紀念醫院情人湖院區	105.10.06	105.10.13	9,600	一級	王思文
KK1007	NRSL-105324	PTW TM33004	1	成大醫院	105.07.19	105.10.18	14,000	一級	謝宗佑
KK1001	NRSL-105294	PTW TW30013	1	秀傳醫療財團法人彰濱秀傳 紀念醫院	105.10.06	105.10.19	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105304	STANDARD IMAGING	1	久和醫療儀器股份有限公司	105.10.06	105.10.24	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105303	STANDARD	1	久和醫療儀器股份有限公司	105.10.06	105.10.24	9,600	一級	王思文

IMAGING

KK1005	NRSL-105302	STANDARD IMAGING	1	久和醫療儀器股份有限公司	105.10.06	105.10.24	9,600	一級	王思文
KK1008	NRSL-105422	Thermo / FHT 762	1	量子輻射科技有限公司	105.10.11	105.10.25	9,600	一級	謝宗佑
KK1008	NRSL-105423	BERTHOLD / LB6411	1	量子輻射科技有限公司	105.10.18	105.10.25	9,600	一級	謝宗佑
KK1005	NRSL-105321	PTW 233331	1	醫療財團法人羅許基金會羅 東博愛醫院	105.10.12	105.10.25	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105323	PTW TW31010	1	醫療財團法人羅許基金會羅 東博愛醫院	105.10.12	105.10.25	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105322	PTW TN23343	1	醫療財團法人羅許基金會羅 東博愛醫院	105.10.12	105.10.25	9,600	一級	王思文
KK1008	NRSL-105420	LUDLUMN / 42-30H	1	貝克西弗股份有限公司	105.10.06	105.11.04	9,600	一級	謝宗佑
KK1001	NRSL-105316	PTW TW30013	1	華霖股份有限公司	105.10.06	105.11.04	9,600	一級	王思文
KK1002	NRSL-105431	TLD	1	國家同步輻射研究中心	105.10.18	105.11.08	4,800	一級	朱健豪
KK1001	NRSL-105311	PTW TW30013	1	九和生物科技股份有限公司	105.10.06	105.11.08	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105310	PTW TW30013	1	九和生物科技股份有限公司	105.10.06	105.11.08	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105298	PTW TM30013	1	醫世紀健康管理顧問股份有 限公司	105.10.11	105.11.08	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105299	PTW TM31010	1	醫世紀健康管理顧問股份有 限公司	105.10.11	105.11.08	9,600	一級	王思文

KK1001	NRSL-105300	PTW TM31014	1	醫世紀健康管理顧問股份有限公司	105.10.11	105.11.08	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105297	PTW TM30013	1	醫世紀健康管理顧問股份有限公司	105.10.11	105.11.08	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105295	PTW TM31010	1	秀傳醫療財團法人彰濱秀傳紀念醫院	105.10.06	105.11.04	9,600	一級	王思文
KK1004	NRSL-105386	TLD	1	台灣電力股份有限公司放射實驗室	105.10.18	105.11.09	9,600	一級	鄒騰泓
KK1004	NRSL-105376	TLD	1	台灣電力股份有限公司放射實驗室	105.10.18	105.11.09	9,600	一級	鄒騰泓
KK1004	NRSL-105427	TLD	1	台灣電力股份有限公司放射實驗室	105.10.18	105.11.09	4,800	一級	鄒騰泓
KK1002	NRSL-105428	TLD / Harshow	1	台灣電力股份有限公司放射實驗室	105.10.18	105.11.09	7,200	一級	朱健豪
KK1001	NRSL-105328	IBA FC5-G	1	洽泰企業有限公司	105.10.18	105.11.11	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105335	IBA FC5-G	1	洽泰企業有限公司	105.10.18	105.11.11	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105313	PTW TN30013	1	久和醫療儀器股份有限公司	105.10.11	105.11.10	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105314	PTW TN30013	1	久和醫療儀器股份有限公司	105.10.11	105.11.10	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105330	PTW TM30013	1	成大醫院	105.10.19	105.11.24	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105325	PTW TM30013	1	成大醫院	105.10.19	105.11.24	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105331	PTW TM30013	1	成大醫院	105.10.19	105.11.24	9,600	一級	王思文

KK1001	NRSL-105327	PTW TM30013	1	成大醫院	105.10.19	105.11.24	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105334	PTW TM30013	1	成大醫院	105.10.19	105.11.24	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105326	PTW TM30013	1	成大醫院	105.10.19	105.11.24	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105336	PTW TM23343	1	成大醫院	105.10.19	105.11.24	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105329	PTW TM23343	1	成大醫院	105.10.19	105.11.24	9,600	一級	王思文
KK1004	NRSL-105425	TLD	1	財團法人中華民國輻射防護協會	105.10.18	105.11.21	7,200	一級	鄒騰泓
KK1008	NRSL-105317	中子 TLD 佩章	1	財團法人中華民國輻射防護協會	105.07.27	105.11.21	2,400	一級	謝宗佑
KK1007	NRSL-105355	Nucletron 077091	1	醫療財團法人辜公亮基金會和信治癌中心醫院	105.08.03	105.11.21	14,000	一級	謝宗佑
KK1001	NRSL-105354	CAPINTEC PR-06C	1	醫療財團法人辜公亮基金會和信治癌中心醫院	105.10.18	105.11.21	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105353	PTW TW30013	1	醫療財團法人辜公亮基金會和信治癌中心醫院	105.10.18	105.11.21	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105352	PTW TW30013	1	醫療財團法人辜公亮基金會和信治癌中心醫院	105.10.18	105.11.21	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105358	PTW TW30013	1	新和生物科技股份有限公司	105.11.14	105.11.24	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105359	PTW TW30013	1	新和生物科技股份有限公司	105.11.14	105.11.24	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105365	EXRADIN A1SL REF92722	1	多模式股份有限公司	105.11.14	105.11.25	9,600	一級	王思文

KK1001	NRSL-105381	SUN NUCLEAR 1047	1	磊信國際有限公司	105.11.14	105.11.25	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105319	PTW TM30006	1	佛教慈濟醫療財團法人大林 慈濟醫院	105.10.12	105.11.24	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105318	PTW TM30006	1	佛教慈濟醫療財團法人大林 慈濟醫院	105.10.12	105.11.24	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105361	PTW TM30013	1	國泰綜合醫院	105.11.14	105.11.25	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105363	PTW TM30013	1	國泰綜合醫院	105.11.14	105.11.25	9,600	一級	王思文
KK1004	NRSL-105430	TLD	1	國立清華大學	105.10.18	105.12.06	2,400	一級	鄒騰泓
KK1004	NRSL-105430	TLD	1	國立清華大學	105.10.18	105.12.06	2,400	一級	鄒騰泓
KK1004	NRSL-105430	TLD	1	國立清華大學	105.10.18	105.12.06	2,400	一級	鄒騰泓
KK1004	NRSL-105430	TLD	1	國立清華大學	105.10.18	105.12.06	2,400	一級	鄒騰泓
KK1004	NRSL-105430	TLD	1	國立清華大學	105.10.18	105.12.06	2,400	一級	鄒騰泓
KK1004	NRSL-105430	TLD	1	國立清華大學	105.10.18	105.12.06	2,400	一級	鄒騰泓
KK1002	NRSL-105429	TLD (OSLD)	1	國立清華大學	105.10.18	105.12.06	2,400	一級	朱健豪
KK1002	NRSL-105429	TLD (OSLD)	1	國立清華大學	105.10.18	105.12.06	2,400	一級	朱健豪
KK1002	NRSL-105429	TLD (OSLD)	1	國立清華大學	105.10.18	105.12.06	2,400	一級	朱健豪
KK1002	NRSL-105429	TLD (OSLD)	1	國立清華大學	105.10.18	105.12.06	2,400	一級	朱健豪
KK1002	NRSL-105429	TLD (OSLD)	1	國立清華大學	105.10.18	105.12.06	2,400	一級	朱健豪
KK1002	NRSL-105429	TLD (OSLD)	1	國立清華大學	105.10.18	105.12.06	2,400	一級	朱健豪

KK1002	NRSL-105429 TLD (OSLD)	1	國立清華大學	105.10.18	105.12.06	2,400	一級	朱健豪
KK1002	NRSL-105429 TLD (OSLD)	1	國立清華大學	105.10.18	105.12.06	2,400	一級	朱健豪
KK1002	NRSL-105432 TLD	1	國立清華大學	105.10.18	105.12.06	2,400	一級	朱健豪
KK1002	NRSL-105432 TLD	1	國立清華大學	105.10.18	105.12.06	2,400	一級	朱健豪
KK1002	NRSL-105432 TLD	1	國立清華大學	105.10.18	105.12.06	2,400	一級	朱健豪
KK1002	NRSL-105432 TLD	1	國立清華大學	105.10.18	105.12.06	2,400	一級	朱健豪
KK1002	NRSL-105432 TLD	1	國立清華大學	105.10.18	105.12.06	2,400	一級	朱健豪
KK1002	NRSL-105432 TLD	1	國立清華大學	105.10.18	105.12.06	2,400	一級	朱健豪
KK1002	NRSL-105432 TLD	1	國立清華大學	105.10.18	105.12.06	2,400	一級	朱健豪
KK1002	NRSL-105432 TLD	1	國立清華大學	105.10.18	105.12.06	2,400	一級	朱健豪
KK1005	NRSL-105464 PTW TM30013	1	華霖股份有限公司	105.11.14	105.12.06	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105463 PTW TM30013	1	華霖股份有限公司	105.11.14	105.12.06	9,600	一級	王思文
KK1011	NRSL-105391 AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	105.11.17	105.12.06	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-105392 AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	105.11.17	105.12.06	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-105393 AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	105.11.17	105.12.06	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-105394 AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	105.11.17	105.12.06	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-105395 AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	105.11.17	105.12.06	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-105396 AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	105.11.17	105.12.06	12,000	一級	張修亞

KK1011	NRSL-105397	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	105.11.17	105.12.06	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-105398	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	105.11.17	105.12.06	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-105399	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	105.11.17	105.12.06	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-105400	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	105.11.17	105.12.06	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-105401	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	105.11.17	105.12.06	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-105402	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	105.11.17	105.12.06	12,000	一級	張修亞
KK1005	NRSL-105374	IBA FC65-P	1	洽泰企業有限公司	105.11.14	105.12.06	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105373	IBA FC65-P	1	洽泰企業有限公司	105.11.14	105.12.06	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105375	IBA CC13	1	洽泰企業有限公司	105.11.14	105.12.06	9,600	一級	王思文
KK1008	NRSL-105451	ATOMTEX / BDKN-01	1	財團法人中華民國輻射防護 協會	105.11.14	105.12.06	9,600	一級	朱葦翰
KK1003	NRSL-105439	Radcal 10X6-6	1	長庚醫療財團法人	105.11.14	105.12.01	9,600	一級	謝宗佑
KK1003	NRSL-105439	Radcal 10X6-3CT	1	長庚醫療財團法人	105.11.14	105.12.01	9,600	一級	謝宗佑
KK1003	NRSL-105439	Radcal 10X6-60E	1	長庚醫療財團法人	105.11.14	105.12.01	9,600	一級	謝宗佑
KK1009	NRSL-105456	Nucletron 077091	1	臺中榮民總醫院	105.12.05	105.12.05	14,000	一級	朱葦翰
KK1005	NRSL-105403	PTW TM31010	1	方泰貿易有限公司	105.11.14	105.12.12	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-105455	Victoreen 6000-200	1	醫療財團法人辜公亮基金會 和信治癌中心醫院	105.11.14	105.12.12	11,600	一級	謝宗佑
KK1008	NRSL-105462	Thermo / FHT 751	1	量子輻射科技有限公司	105.11.22	105.12.15	9,600	一級	朱葦翰

KK1005	NRSL-105368	PTW TN30013	1	振興醫療財團法人振興醫院	105.11.14	105.12.08	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105367	PTW TN30013	1	振興醫療財團法人振興醫院	105.11.14	105.12.08	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-105466	Radcal 10X6-6	1	長庚大學	105.11.29	105.12.09	11,600	一級	謝宗佑
KK1003	NRSL-105467	Radcal 10X6-6	1	長庚大學	105.11.29	105.12.09	11,600	一級	謝宗佑
KK1003	NRSL-105468	Radcal 10X6-6	1	長庚大學	105.11.29	105.12.09	11,600	一級	謝宗佑
KK1003	NRSL-105469	RTI DCT 16 LEMO	1	長庚大學	105.11.29	105.12.09	9,600	一級	謝宗佑
KK1003	NRSL-105452	Radcal 10X6-3CT	1	佛教慈濟醫療財團法人大林 慈濟醫院	105.11.14	105.12.06	9,600	一級	謝宗佑
KK1008	NRSL-105076	Thermo / FHT761	1	長庚醫療財團法人林口長庚 紀念醫院	105.02.26	105.12.15	9,600	一級	謝宗佑
KK1008	NRSL-105077	BERTHOLD / LB6411	1	長庚醫療財團法人林口長庚 紀念醫院	105.02.26	105.12.15	9,600	一級	謝宗佑
KK1005	NRSL-105379	PTW TM30013	1	長庚醫療財團法人高雄長庚 紀念醫院	105.11.14	105.12.27	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-105378	PTW TM30013	1	長庚醫療財團法人高雄長庚 紀念醫院	105.11.14	105.12.27	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105369	STANDARD IMAGING A1SL	1	亞東紀念醫院	105.11.14	105.12.22	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-105470	Radcal 10X9-6	1	新醫科技股份有限公司	105.12.19	105.12.30	13,600	一級	謝宗佑
合 計			398		合 計		\$3,734,030		

2. 國家標準實驗室量測標準系統與校正服務統計表

系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	系統服務次數							負責人	第三者認證 ◎	改良※ 比對 △	變動說明/整合方案 〔可另件提供資料〕
						是	否		FY100	FY101	FY102	FY103	FY104	FY105	小計				
加馬射線空氣克馬校正系統	kk1001	air kerma rate 1.98E+03 至 2.30E+04 mGy/h	1% [p=95%,k=2]	Co-60	85.04.30	✓		游離腔	70	80	56	88	58	76	428	林怡君	◎		
加馬射線空氣克馬校正系統	kk1002	air kerma rate 6.12E+00 至 1.58E+03 mGy/h	1% [p=95%,k=2]	銻-137	85.04.30	✓		游離腔	12	17	6	20	12	27	94	林怡君	◎		
X射線空氣克馬校正系統	kk1003	air kerma rate 6.10E+02 to 1.51E+03 mGy/h	1% [p=95%,k=2]	X-ray, 50 kV to 300 kV	85.06.30	✓		游離腔	21	22	35	73	52	73	276	黃增德	◎	△	

X 射線空氣 克馬校正 系統	kk1004	air kerma rate 10 kV~ 50 Kv 2.3E+01 至 5.04E+03 mGy/h	2% [p=95%,k =2]	X-ray,10 kV ~50 Kv	85.06.30	✓	游離腔	20	25	30	45	29	33	182	黃增德	◎		
鈷-60 水吸 收劑量校 正系統	kk1005	absorbed dose rate to water 5.5E-04 至 6.4E-03 Gy/s	1% [p=95%,k =2]	鈷-60	85.04.30	✓	游離腔	48	67	68	97	62	100	442	林怡君	◎	※	
貝他劑量 量測系統	kk1006	absorbed dose rate to tissue 4.28E+00 to 4.28E+00 mGy/h	2% [p=95%,k =2]	Sr-90/Y-90	86.06.30	✓	Sr-90/Y- 90 射源 或外推 式游離 腔	12	4	0	16	3	1	36	朱健豪	◎		
中子劑量 校正系統	kk1007	source ambient dose equivalent rate, personal dose equivalent rate 6.41E-06 mSv/h to 1.78E-04 mSv/h	5% [p=95%,k =2]	Cf-252 source	88.07.01	✓	醫用直 線加速 器	0	0	0	0	4	20	24	李振弘	◎		本項服務已 有二級實驗 室提供服 務，擬啟動退 場機制。

中子劑量校正系統	kk1008	ambient dose equivalent rate, personal dose equivalent rate 1.44E-06 to 5.83E-06 mSv/h	5% [p=95%,k=2]	Am-241/Be-9、Cf-252 source	89.12.01	✓	中子偵檢器、人員劑量計	26	37	36	71	40	45	255	朱葦翰	◎	
活度計校正系統	kk1009	activity per unit mass 1.00E+05 to 5.00E+05 Bq/g	1% [p=95%,k=2]	銻-241、鈷-57、鋇-133、銻-137、鈷-60、銥-192	85.06.30	✓	Single nuclide solution source, 井形游離腔	9	22	14	29	6	3	83	袁明程	◎	
加馬液體放射源活度校正系統	kk1010	activity 4.14E+06 to 8.27E+09 Bq	1% [p=95%,k=2]	Single nuclide solution source	85.06.30	✓	Single nuclide solution source	6	0	0	0	0	0	6	袁明程	◎	✘ △ 主要用於內部標準件之校正，與放射核種相關能力試驗之標準追溯源，上半年度內部校正數4件。
放射源粒子發射率校正系統	kk1011	emission rate 1.00E+02/s to 1.00E+04/s	3% [p=95%,k=2]	Large area surface source	85.07.01	✓	大面積α或β射源(醫用活度計)	20	29	20	12	44	20	145	袁明程	◎	

年度合計(註：系統服務次數係以收件數為準)

244

303

265

451

310

398

1971

三、結論

- 本年度的所有工作項目與量化績效指標皆如期達成。
- 本年度預算執行率為99.08%，滿足年度總預算執行率需達80%以上之要求。
- 本年度所有量化績效產出皆達到年度預期目標。
- 本年度例行校正服務共 398 件，收入 3,734,030 元，超出 105 年度 250 件的計畫目標。
- 完成 BIPM、ISO-N、ISO-W、MIST-M、IEC-RQR 等常用的 32 個射質電極遮蔽效應修正因子計算，不確定度 0.05%，達成計畫目標。
- 完成建立 IEC 61267 中的 RQR 射質，量測不確定度 0.39%，達成量測不確定度小於 1%的計畫目標。
- 完成 Tc-99m 放射活度原級量測標準系統建置， $4\pi\epsilon\gamma$ 符合計測方法量測結果為 8.945 MBq/g \pm 0.50%，CIEMAT/NIST 方法量測結果為 8.957 MBq/g \pm 0.66%，兩種方法之量測結果相當一致。量測不確定度 0.5%，達成計畫目標。
- 完成石墨熱卡計量測技術精進，調整石墨熱卡計，大幅縮短系統平衡所需的時間，降低量測訊號的跳動。透過 Co-60 水吸收劑量量測系統，將石墨熱卡計量測結果聯結至 APMP RI(I)-K4 國際比對結果中，與國際平均值差異小於 0.5%，達成計畫目標。
- 本年度實驗室主辦 2 場輻射計量業務說明會，開放實驗室參觀 2 梯次，達到人才培育、技術擴散、SI 單位推廣與開發創新未來議題的目的。

肆、補充附件

補充附件 1、顧客滿意度問卷調查統計表

客戶滿意度調查方法是於校正服務櫃檯放置客戶服務滿意度調查問卷，客戶於送件或取件時，以不記名方式自由填寫，填寫完成之問卷置入問卷回收箱中。105 年度顧客服務滿意度調查問卷回收份數，統計至 12 月初共計回收 113 份。

題號	問題	非常滿意	滿意	尚可	不滿意	其他
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	貴機構對實驗室儀器接收服務，滿意度為何？	79.6	20.4	0	0	0
2	貴機構至本實驗室取回儀器，對儀器取回服務，滿意度為何？	79.6	20.4	0	0	0
3	貴機構對收到校正報告的時間，滿意度為何？	65.5	31	2.7	0.8	0
4	貴機構對實驗室人員提供的電話答覆，滿意度為何？	73.2	23.2	0	0	3.6
5	貴機構對實驗室提供的遊校服務滿意度為何？	72	24.7	2.2	0	1.1
平均		74.0	23.9	1.0	0.2	0.9

- 關於題號 3，在回收的 113 份問卷中，有一份勾選不滿意，勾選不滿意的客戶是期望能在取回儀器的同時亦能取得校正報告，此部分由於受限於實驗室品質作業流程，無法按照客戶要求達成，將加強與客戶溝通說明。
- 題號 4，有 4 份勾選其他，原因是未曾與本實驗室進行電話聯繫。
- 題號 5，有 1 份勾選其他，原因是委託廠商代送。

補充附件 2、本實驗室主辦之 APMP.RI(I)-K3 比對傳遞件及參與實驗室

標準傳遞件特性

Chamber type	Geometry	External diameter (mm)
NE 2571	Thimble	6.96 (0.7 cm ³)
Exradin A3	Spherical	19.29
PTW 30001	Cylindrical	6.88 (0.6 cm ³)

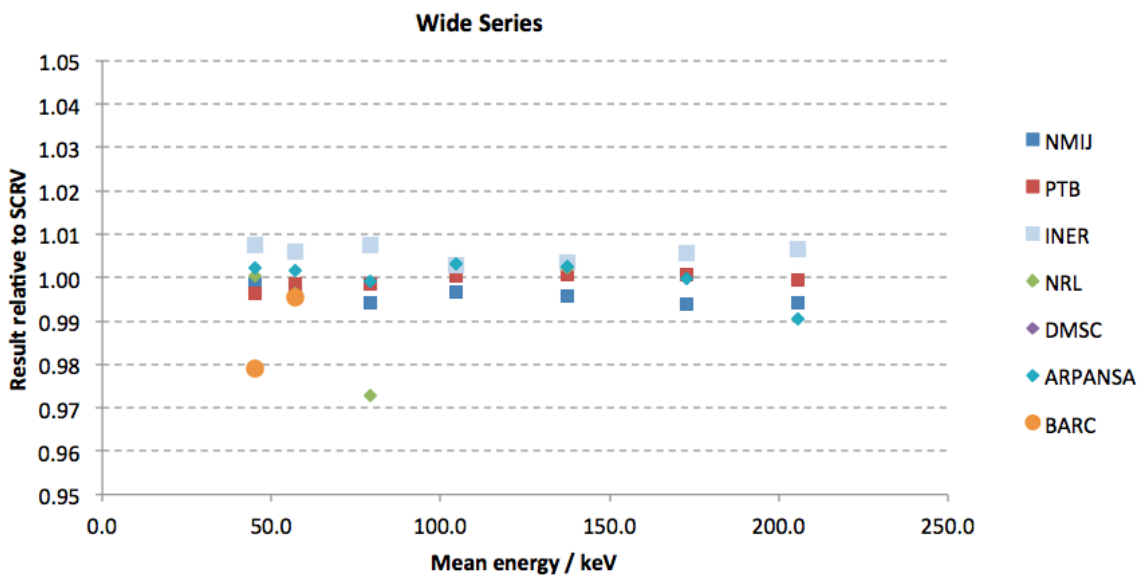
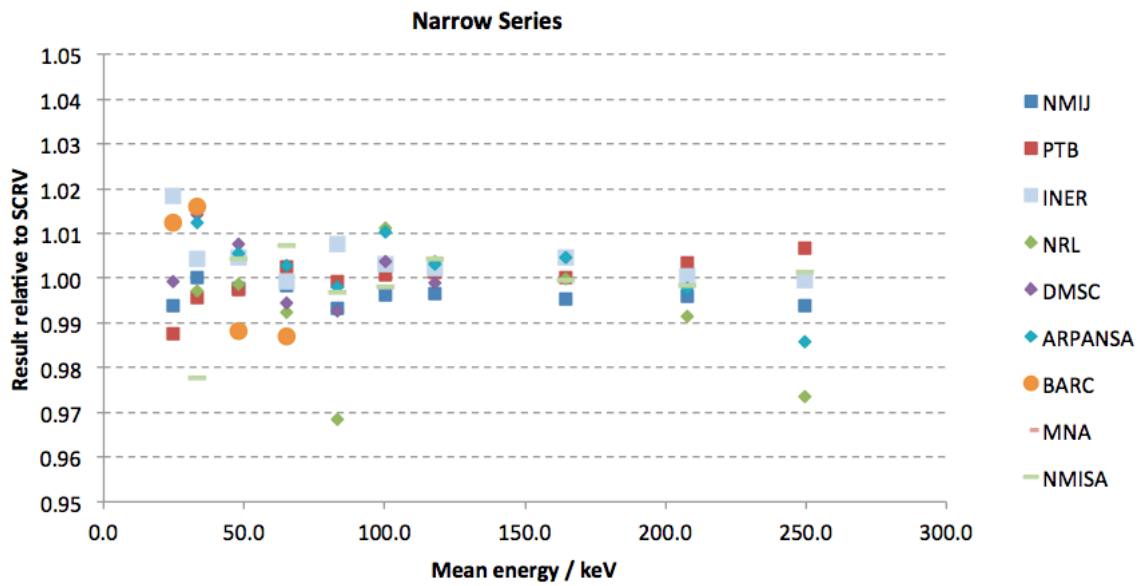
參與國家及預定量測時程

Participant	Date of calibration at the laboratory	Date of chambers leaving for next laboratory
Pilot(INER)		1-Jul-2015(START)
ESR	18-Jul-2015	8-Aug-2015
Nuclear Malaysia	26-Aug-2015	16-Sep-2015
Pilot(INER)	3-Oct-2015	24-Oct-2015
NMISA	11-Nov-2015	25-Nov-2015
ARPANSA	12-Dec-2015	2-Jan-2016
BATAN	20-Jan-2016	10-Feb-2016
NMIJ	27-Feb-2016	20-Mar-2016
Pilot(INER)	7-Apr-2016	21-Apr-2016
AEC	8-May-2016	29-May-2016
NIM	16-Jun-2016	7-Jul-2016
KRISS	24-Jul-2016	14-Aug-2016
Pilot(INER)	1-Sep-2016	22-Sep-2016
NIS	9-Oct-2016	30-Oct-2016
LNMRI-IRD	17-Nov-2016	9-Dec-2016
Pilot(INER)	27-Dec-2016	17-Jan-2017
ESR	7-Feb-2017	28-Feb-2017
Nuclear Malaysia	20-Mar-2017	10-Apr-2017
BARC	3-May-2017	24-May-2017
Pilot(INER)	May-2017 (END)	

補充附件 3、Ir-192 參考空氣克馬率量測比對(APMP.RI(I)-K8)期程

Institute	Measurement
NMIJ*	September, 2016
NRC*	October– November, 2016
NMIJ	December, 2016
BARC	May 29 – June 2, 2017
NMISA	June 19 – June 23, 2017
Nuclear Malaysia	July 10 – July 14, 2017
INER	July 31 – August 4, 2017
NRC	August 21 – August 25, 2017
KRISS	September 11 – 15, 2017
IAEA	October 2 – 6, 2017

補充附件 4、X 射線 ISO-4037 射質空氣克馬(APMP.RI(I)-K3)比對結果



補充附件 5、自由空氣游離腔修正因子評估結果

射質	光子散射	電子損失	電極遮蔽	總修正量
IN40	0.9922	1.0000	1.0000	0.9922
IN60	0.9927	1.0000	1.0000	0.9927
IN80	0.9937	1.0000	1.0000	0.9937
IN100	0.9947	1.0000	1.0001	0.9948
IN120	0.9953	1.0000	1.0003	0.9956
IN150	0.9958	1.0004	1.0004	0.9966
IN200	0.9966	1.0027	1.0003	0.9995
IN250	0.9971	1.0028	1.0009	1.0008
IN300	0.9974	1.0069	1.0034	1.0077
IW60	0.9925	1.0000	1.0000	0.9925
IW80	0.9931	1.0000	1.0000	0.9931
IW110	0.9945	1.0000	1.0001	0.9946
IW150	0.9954	1.0002	1.0003	0.9960
IW200	0.9962	1.0016	1.0003	0.9981
IW250	0.9967	1.0025	1.0005	0.9997
IW300	0.9971	1.0039	1.0016	1.0025
RQR3	0.9921	1.0000	1.0000	0.9921
RQR4	0.9921	1.0000	1.0000	0.9921
RQR5	0.9922	1.0000	1.0000	0.9922
RQR6	0.9924	1.0000	1.0000	0.9924
RQR7	0.9925	1.0000	1.0000	0.9925
RQR8	0.9926	1.0000	1.0000	0.9926
RQR9	0.9929	1.0000	1.0000	0.9929
RQR10	0.9933	1.0000	1.0001	0.9934
M80	0.9923	1.0000	1.0000	0.9923
M100	0.9928	1.0000	1.0000	0.9928
M120	0.9932	1.0000	1.0000	0.9932
M150	0.9940	1.0001	1.0001	0.9942
B100	0.9926	1.0000	1.0000	0.9926
B135	0.9937	1.0000	1.0001	0.9938
B180	0.9946	1.0003	1.0002	0.9950
B250	0.9958	1.0013	1.0003	0.9975

補充附件 6、IEC 61267 RQR 射質量測結果

標準 射質	使用 管電壓	附加 濾片	第一半值層(HVL ₁)			均勻係數(H)		
			mm Al			--		
X	kV	mmAl	INER	規範	差異(%)	INER	規範	差異(%)
RQR 3	50	2.343	1.79	1.78	-0.55	0.77	0.76	-0.69
RQR 4	60	2.365	2.17	2.19	0.70	0.75	0.74	-1.67
RQR 5	70	2.628	2.57	2.58	0.57	0.73	0.71	-2.44
RQR 6	80	3.057	3.08	3.01	-2.36	0.69	0.69	-0.41
RQR 7	90	3.121	3.56	3.48	-2.39	0.68	0.68	0.52
RQR 8	100	3.174	3.96	3.97	0.27	0.67	0.68	1.73
RQR 9	120	3.673	5.05	5.00	-1.09	0.67	0.68	1.66
RQR 10	150	4.429	6.59	6.57	-0.24	0.70	0.72	2.67

射質	標準劑量率	監測器基準
X	(Gy/s)	(C/s)
RQR3	1.6178E-04	3.2918E-10
RQR4	2.3748E-04	4.8076E-10
RQR5	2.9725E-04	6.0378E-10
RQR6	3.4271E-04	7.0078E-10
RQR7	4.2044E-04	8.7276E-10
RQR8	5.0969E-04	1.0704E-09
RQR9	6.4744E-04	1.4032E-09
RQR10	8.8154E-04	1.9971E-09

上表中的監測器基準是在進行劑量標定時，穿透式監測游離腔所量測到的電流值，可做為未來的穩定性參考基準

補充附件 7、Tc-99m 醫用射源活度原級標準不確定度評估表

4 π ex - γ 符合計測技術不確定度分析表

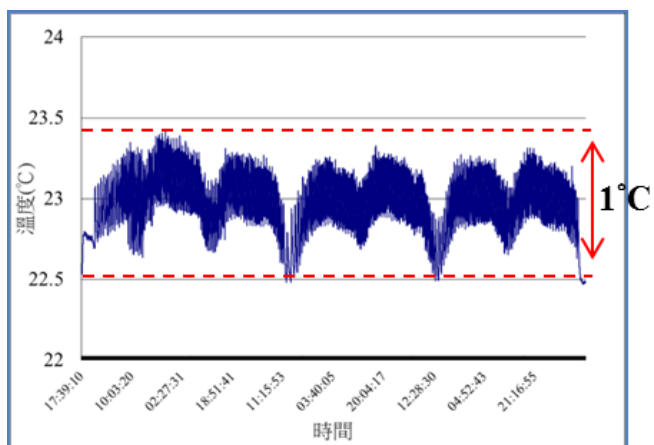
Item	Relative uncertainty %	
	A	B
Extrapolation	0.48	
DT and RT	0.01	
Background	0.01	
Counting	0.07	
Weight	0.03	
decay		0.06
Time Base		0.01
Dilute		0.01
Delay-B		0.01
decay scheme		0.01
Uc(k=1)	0.50	

CIEMAT/NIST 方法不確定度分析表

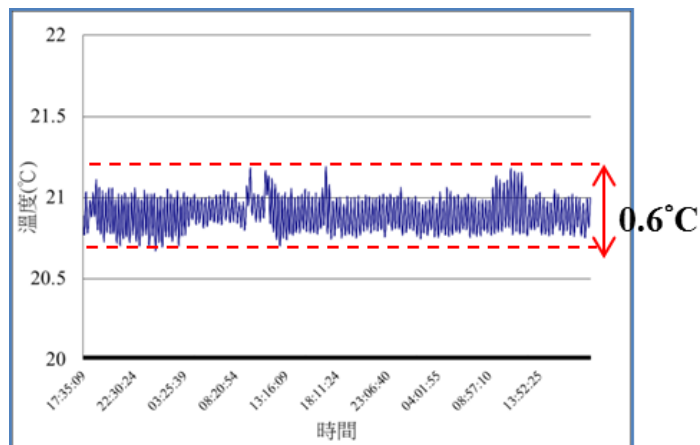
	A	B
Activity of H-3		0.2
weight of H-3		0.02
Quench of H-3	0.12	
Counting of H-3	0.07	
Nuclear data		0.21
Quench parameter		0.51
weight of Tc-99m		0.02
Quench of Tc-99m	0.25	
Counting of Tc-99m	0.07	
Uc(k=1)	0.66	

補充附件 8、石墨熱卡計量測技術精進執行成果

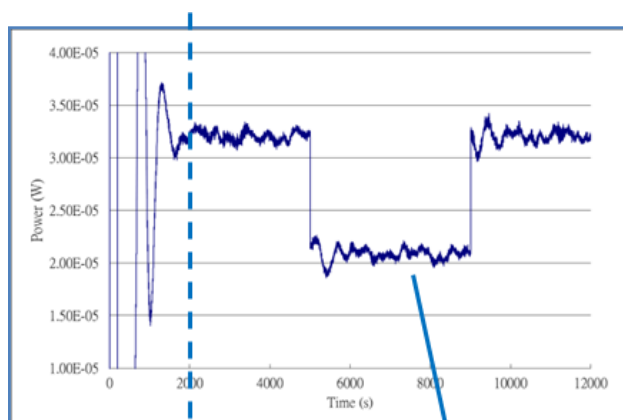
104 年度實驗室溫度變化



105 年度實驗室溫度控制調整後



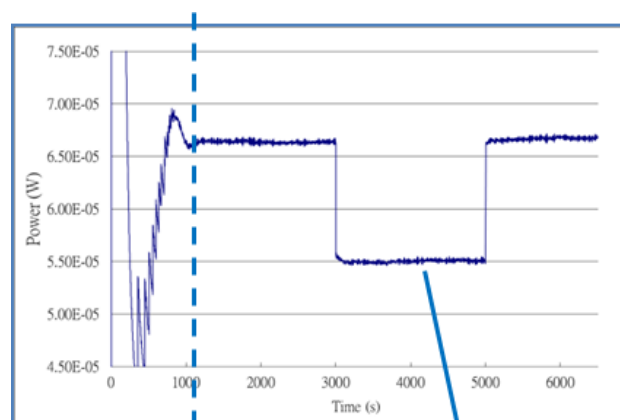
104 年度熱卡計量測狀況



平衡時間約需
2000秒

訊號跳動較大

105 年度熱卡計調整後量測狀況

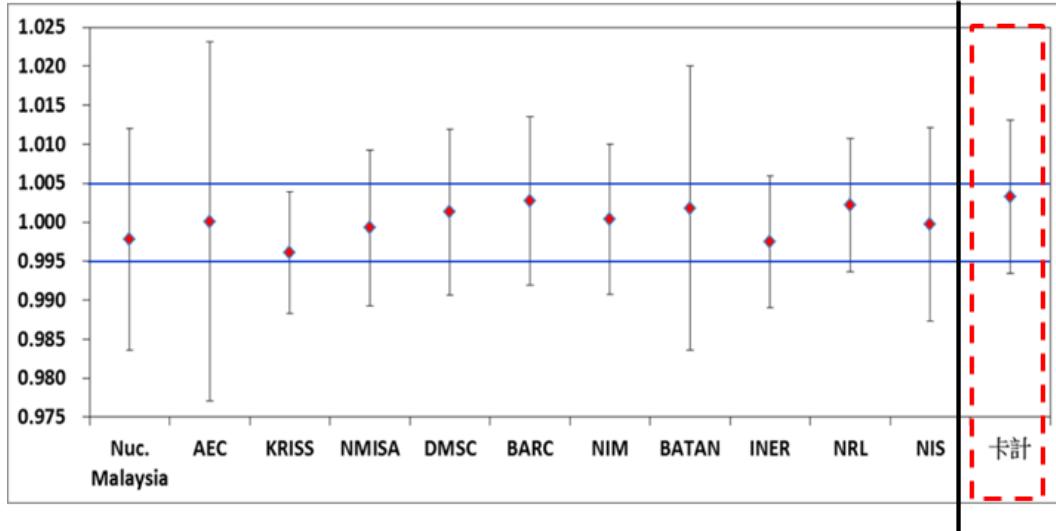


平衡時間降為
1000秒

訊號跳動較小

石墨熱卡計比對結果

透過Co-60水吸收劑
量聯結 (<0.5%)



APMPRI(I)-K4國際比對結果
(11個亞太區國家實驗室)

補充附件 9、第十次人員及肢端劑量計能力試驗研討會

「第十次人員及肢端(試運轉)劑量計能力試驗研討會」 暨「105 年解除管制量測能力試驗研討會」

議程

日期：105 年 05 月 20 日星期五

地點：核能研究所國家游離輻射標準實驗室（035 館）二樓

時 間	內 容	主 持 人
10:00 ~ 10:20	報到	
10:20 ~ 10:30	國家游離輻射標準實驗室負責人致詞	胡中興 組長
10:30 ~ 11:30	第十次人員及肢端劑量計能力試驗說明	朱健豪 分組長
11:30 ~ 12:00	解除管制法規介紹	王錫勳 技正 (物管局)
12:00 ~ 13:00	解除管制量測比對	葉俊賢 副研究員
13:00 ~ 15:30	綜合討論	胡中興 組長

第十次人員及肢端劑量計能力試驗研討會現場照片



補充附件 10、105 年解除管制量測結果研討會

「105 年解除管制量測結果研討會」

議程

日期：105 年 09 月 29 日星期四

地點：核能研究所國家游離輻射標準實驗室（035 館）二樓

時 間	內 容	主 持 人
10:00 ~ 10:20	報到	
10:20 ~ 10:30	國家游離輻射標準實驗室負責人致詞	胡中興 組長
10:30 ~ 11:30	低放射性廢棄物解除管制現況	唐大維 技正 (物管局)
11:30 ~ 12:30	綜合討論(一)	朱健豪博士
12:30 ~ 13:30	解除管制量測結果	葉俊賢 副研究員
13:30 ~ 14:30	綜合討論(二)	胡中興 組長

105 年解除管制量測結果研討會現場照片



補充附件 11、APMP 2016 會議議程表及照片

■ Program Schedule

No.	Date	Time	Program	
Day 1	Nov. 11 (Fri.)	Full day	Workshops	
Day 2	Nov. 12 (Sat.)			
Day 3	Nov. 13 (Sun.)	09:00	EC Meeting (1)	TCC Meeting
		12:30	Lunch	
		13:30	DEC Meeting (1)	APMP-APLAC Joint PT Working Group meeting
		18:30	Welcome Reception	
Day 4	Nov. 14 (Mon.)	09:00	All TCs (1)	EC Meeting (2)
		12:30	Lunch	
		13:30	All TCs (2)	
		18:30	EC/TC/DEC Dinner	
Day 5	Nov. 15 (Tue.)	09:00	All TCs (3)	
		12:30	Lunch	
		13:30	DEC Meeting (2)	
		15:00	EC/ TCC Meetings	
Day 6	Nov. 16 (Wed.)	09:00	Symposium	
		12:30	Lunch	
		13:30	NMI Directors' Workshop	City Tour (1) (for sightseeing: 1/2 day)
		18:30	APMP Dinner	
Day 7	Nov. 17 (Thu.)	09:00	General Assembly (1)	
		12:30	Lunch	
		13:30	General Assembly	Lab. Tour (1) (for TC member visit VMI lab.: 1/2 day)
		18:30	GA Dinner	
Day 8	Nov. 18 (Fri.)	09:00	General Assembly (2)	
		12:30	Lunch	
		13:30	General Assembly	City Tour (2) (for sightseeing: 1/2 day)
		15:00 ~ 18:00	EC Meeting (3)	
Day 9	Nov. 19 (Sat.)	14:00 ~ 17:00	Lab. Tour (2) (for GA visit VMI lab.: 1/2 day)	



補充附件 12、論文報告一覽表(摘要如附件 16)

1. 期刊論文(2)

項次	作者	出版年月	題目	期刊名稱	卷期頁數
SCI 期刊(2)					
1	金仕淳;朱健豪;陳志成	105 年 2 月	Trabecular Bone Morphological Analysis for Preclinical Osteoporosis Application Using Micro Computed Tomography Scanner	J. Med. Biol. Eng.	36:96-104
2	U. Oparaji; Y. H. Tsai; Y. C. Liu; K. W. Lee; E. Patelli and R. J. Sheu	105 年 9 月	SPECTRAL CORRECTION FACTORS FOR CONVENTIONAL NEUTRON DOSE METERS USED IN HIGH-ENERGY NEUTRON ENVIRONMENTS—IMPROVED AND EXTENDED RESULTS BASED ON A COMPLETE SURVEY OF ALL NEUTRON SPECTRA IN IAEA-TRS-403	Radiation Protection Dosimetry Advance Access	SEPT. pp. 1-9
3	黃增德;朱健豪;林怡君		Photon-scattering, electron-loss and shadow-effect correction factors calculation for cylindrical free-air chamber	RADIATION PHYSICS AND CHEMISTRY	投稿中
國內期刊(0)					

2. 會議論文(3)

項次	作者	時間地點	題目	會議名稱
國際會議(3)				
1	黃增德;朱健豪;林怡君	105 年 7 月 03-08 日英國/吉爾福德	Calculation of correction factors for cylindrical free-air chamber	2016 年第 2 屆國際劑量量測及其應用會議(2 nd International Conference on Dosimetry and its Applications, ICDA-2)

2	朱葦翰;袁明程; 李振弘;林怡君	105 年 7 月 03-08 日英國/ 吉爾福德	Reference air kerma rate calibration system for high dose rate Ir-192 brachytherapy sources in Taiwan	2016 年第 2 屆國際 劑量量測及其應用 會議(2 nd International Conference on Dosimetry and its Applications, ICDA-2)
3	袁明程	105 年 11 月 17-18 日越南 /峴港	32nd Asia Pacific Metrology Programme General Assembly Laboratory Report of Institute of Nuclear Energy Research	第 32 屆亞太計量組 織大會(32nd Asia Pacific Metrology Programme General Assembly)
國內會議(0)				

3. 技術報告(18)

項次	作者	出版 年月	題目	報告編號	頁數
1	黃增德;林怡 君;袁明程	10504	石墨卡熱里計量測系統 評估	BSMI-INER-001-T001(105)	32
2	葉俊賢;袁明 程	10505	放射性廢棄物解除管制 之量測與儀器校正技術	BSMI-INER-001-T002(105)	160
3	朱葦翰	10505	Ir-192 參考空氣克馬率校 正系統評估報告	BSMI-INER-001-T003(105)	50
4	朱葦翰	10505	Ir-192 近接治療射源參考 空氣克馬率建立及井型 游離腔之校正程序書	BSMI-INER-001-T004(105)	30
5	謝宗佑;潘承 亞;施成霖	10507	IEC 60601-2-54 醫用電 子 X 射線設備檢測程序 書	BSMI-INER-001-T005(105)	34
6	謝宗佑;施成 霖;黃增德	10507	X 光機劑量面積乘積儀 之游離腔測試研究報告	BSMI-INER-001-T006(105)	70
7	施名原;鄒騰 泓	10507	放射診斷醫療器材檢測 實驗室品質手冊	BSMI-INER-001-T007(105)	41
8	施名原	10509	放射診斷醫療器材檢測 系統評估報告	BSMI-INER-001-T010(105)	56
9	施成霖;黃增 德	10509	原級實驗室 IEC 61267 RQR 系列 X 射線射質統 整與建立	BSMI-INER-001-T011(105)	25
10	袁明程;葉堅 勇	10509	粒子發射率量測系統改 良與特性評估研究	BSMI-INER-001-T012(105)	54
11	王思文	10510	建立環境級輻射劑量校 正系統(銻-137)	BSMI-INER-001-T013(105)	37

12	林怡君;黃增德;王思文	10510	035 館 Co-60 水吸收劑量率校正系統評估報告	BSMI-INER-001-T014(105)	51
13	邱敏綺	10510	快速型全身計測系統品保作業及人員計測操作手冊	BSMI-INER-001-T015(105)	30
14	鄒騰泓;朱健豪	10510	國家游離輻射標準實驗室 105 年度品質稽核作業程序書	BSMI-INER-001-T016(105)	39
15	鄒騰泓;葉俊賢	10510	建立緊急應變所需 IEC 61267 國際規範之 RQR 射質 X 射線標準	BSMI-INER-001-T017(105)	44
16	葉俊賢	10510	緊急事故輕便型輻射偵測儀器之特性評估	BSMI-INER-001-T018(105)	37
17	施成霖;袁明程	10510	IEC 60601-1-3 檢測工作程序書	BSMI-INER-001-T019(105)	37
18	朱健豪;楊崇伍	10510	第十次人員及肢端劑量計能力試驗執行計畫書	BSMI-INER-001-T020(105)	30

4. 出國報告(3)

項次	作者	出版年月	題目	報告編號	頁數
1	林怡君	10508	赴英國參加 2016 年第 2 屆國際劑量量測及其應用研討會	BSMI-INER-001-T008(105)	34
2	黃珮吉	10509	赴芬蘭參加第 9 屆國際放射核化學研討會	BSMI-INER-001-T009(105)	58
3	黃增德;朱健豪;袁明程	10512	赴越南峴港參加 2016 年亞太計量組織(APMP)年會暨相關游離輻射技術研討會(TCRI Workshop)	BSMI-INER-001-T021(105)	40

5. 專利(1)

項次	名稱	申請國家/類型	編號	獲得日期
1	內建溫度感應器之空氣游離腔裝置	歐盟/發明	2728606	105.06.22
2	放射性廢棄物大型物件的量測系統、校正方法與量測方法	中華民國/發明	---	申請中
3	放射性廢棄物大型物件的量測系統、校正方法與量測方法	美國/發明	---	申請中

補充附件 13、1999-2016 年 NRSL 參加國際比對之現況

比對代碼(執行年度)	名稱	進度
APMP.RI(I)-K4(1999)	60Co(鈷)水吸收劑量	印度主辦比對報告無法完成
APMP.RI(II)-S2 166mHo(1999)	166mHo(釷)游離腔反應度	日本 NMIJ 主辦，比對報告撰寫中
APMP.RI(II)-K2 166mHo(1999)	166mHo(釷)放射源比活度	已進入 KCDB(2003 年 5 月)
APMP.RI(II)-K2 58Co(2000)	58Co(鈷)放射源比活度	已進入 KCDB(2003 年 2 月)
APMP.RI(II)-K2 88Y(2000)	88Y(釷)放射源比活度	已進入 KCDB(2004 年 8 月)
CCRI(II)-K3 18F(2001)	18F(氟)放射源比活度	已進入 KCDB(2005 年 6 月)
CCRI(II)-S1 (2002-2005)	海草參考物質量測	已進入 KCDB(2008 年 10 月)
CCRI(II)-S3 (2002-2008)	貝類參考物質量測	已進入 KCDB(2012 年 6 月)
APMP.RI(I)-K3(2003)	100-250 kV X 射線空氣克馬	INER 主辦，已進入 KCDB(2008 年 9 月)
APMP.RI(II)-S1 36Cl(2003)	36Cl(氯)粒子發射率	已進入 KCDB(2012 年 9 月)
APMP.RI(II)-K2 139Ce (2004)	139Ce(鈾)放射源比活度	已進入 KCDB(2005 年 9 月)
APMP.RI(II)-K2 134Cs (2005)	134Cs(銫)放射源比活度	已進入 KCDB(2007 年 9 月)
EUROMET.RI(I)-S3(2005)	30-300 kV X 射線空氣克馬	已進入 KCDB(2008 年 9 月)
APMP.RI(II)-K2 133Ba (2006)	133Ba(鋇)放射源比活度	已進入 KCDB(2009 年 10 月)
APMP.RI(I)-K1(2004-2006)	60Co(鈷)空氣克馬	已進入 KCDB(2013 年 6 月)

APMP.RI(I)-K2.B(2007)	10-50 kV X 射線空氣克馬	日本雙邊比對，報告於 BIPM 審查中
APMP.RI(II)-K2 131I (2009)	131I(碘)放射源比活度	已進入 KCDB(2014 年 2 月)
APMP.RI(I)-K2(2008-2010)	10-50 kV X 射線空氣克馬	已進入 KCDB(2014 年 9 月)
CCRI(II)-S7(2009)	Co-60 活度不確定度分析	已進入 KCDB(2014 年 9 月)
APMP.RI(I)-K4(2009-2011)	60Co(鈷)水吸收劑量	INER 主辦(12 國參與)，報告於 BIPM 審查中
APMP.RI(I)-S1 (2010-2011)	60Co high-dose dosimetry using alanine dosimeters	泰國主辦，報告於 BIPM 審查中
APMP.RI(I)-K1.1 (2010-2011)	60Co(鈷)空氣克馬	澳洲主辦，報告於 BIPM 審查中
APMP.RI(III)-S1(2011-2012)	中子周圍等效劑量率	已進入 KCDB(2015 年 6 月)
APMP.RI(I)-S2(2011-2013)	貝他吸收劑量	日本 NMIJ 主辦，報告於 BIPM 審查中
APMP.RI(I)-S3(2012-2013)	ISO4037 窄能譜空氣克馬	澳洲 ARPANSA 主辦，比對報告撰寫中
APMP.RI(II)-S3.Cs-134.Cs-137 (2013-2014)	activity measurement of Cs - 134 and Cs - 137 in brown rice	日本 NMIJ 主辦，報告於 BIPM 審查中
APMP.RI(II)-K2.Fe-59 (2014)	Activity of radionuclide Fe-59	日本 NMIJ 主辦，報告於 BIPM 審查中
APMP.RI(II)-K5 (2014-2015)	Cs-137 空氣克馬比對	韓國 KRISS 主辦，比對報告撰寫中
APMP.RI(I)-K3(2015)	100-250 kV X 射線空氣克馬	INER 主辦，量測進行中
APMP.RI(I)-K8(2016-2017)	Ir-192 參考空氣克馬率	日本 NMIJ 主辦，量測進行中

補充附件 14、95-105 年本計畫與其他計畫之合作列表

年度	與本計畫合作內容	合作計畫性質與名稱	合作單位
95	核醫藥物放射活度標準校正 乳房攝影劑量標準校正	科專計畫：輻射防護品保制度研究	核研所科專計畫
95-96	Co-60 及中子劑量標準照射	核研所研究共同基金：以雙游離腔系統分辨光子與中子之混合輻射場之標準量測技術研究	清華大學
96	電腦斷層劑量標準校正 乳房攝影劑量標準校正 kVp 儀量測標準校正 ISO 窄能譜劑量標準校正	科專計畫：輻射防護品保制度研究	核研所科專計畫
97	乳房攝影 X 射線品保驗證技術 建立血管攝影 X 射線劑量評估技術 血管攝影 X 射線劑量評估檢測作業準則	科專計畫：輻射防護品保制度研究	核研所科專計畫
98	ISO 寬能譜劑量標準校正 數位式造影 X 射線劑量評估	科專計畫：輻射防護品保制度研究	核研所科專計畫
99	ISO/IEC 電腦斷層掃描 X 射線射質建立	科專計畫：輻射防護品保制度研究	核研所科專計畫
100	建立核能設施輻射偵檢儀器校正與驗證技術及檢測規範	科專計畫：輻射防護品保制度研究	核研所科專計畫
100	解除管制量測實驗室能力試驗技術	科專計畫：解除管制量測驗證技術與儀器研發推廣計畫	核研所科專計畫
100-103	石墨卡計原級標準系統之量測電路開發	本計畫委辦專題研究	東海大學
100-103	質子治療之相關探測器校正與測試	中央大學委託計畫：質子治療之相關探測器校正與測試技術研究計畫	中央大學
102-105	高能中子能譜量測技術	原子能委員會委託計畫：102-104 粒子治療設施之輻射量測評估技術建立 原子能委員會委託計畫：105 輻射防護品保與劑量評估技術研究	原子能委員會

年度	與本計畫合作內容	合作計畫性質與名稱	合作單位
102-105	建立執行能力試驗之設備及技術與符合國際標準之輻射偵測儀器檢測技術	原子能委員會委託計畫：102-104 輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立 原子能委員會委託計畫：105 輻射防護品保與劑量評估技術研究	原子能委員會
104-105	提供 X 光劑量標準以進行 X 光劑量面積乘積儀開發測試	X 光機輻射劑量監測儀開發	核研所科發基金計畫
103-106	建立放射診斷醫療器材之檢測技術	科專計畫：放射診斷醫療器材之檢測技術開發	核研所科專計畫

補充附件15、最近五年研究成果統計表

年度		101	102	103	104	105
項目						
年度預算(千元)		9227	11,007	11,680	11,971	11,841
專利		1	1	1	2	1
論文 (發表)	國際期刊	1	2	2	2	2
	其他	20	28	24	25	24
說明會/研討會(場次)		3	2	2	2	2
校正服務(件)		303	265	451	310	338
工服	收入(千元)	3,337	2,554	5,311	3,416	3,734
	較上年成長率	-4%	-23%	108%	-36%	9%
國際標 竿	比對(項)	4	4	4	4	2
	進入 BIPM 關鍵 比對資料庫數	2	1	2	1	0
標準新 擴建及 技術發 展項數	技術發展(精進)	2	1	2	2	3
	標準新擴建	1	1	0	1	1
培養在 校研究 生(人)	博士	0	0	1	1	1
	碩士	1	2	2	4	4

補充附件 16、研究報告摘要

J. Med. Biol. Eng.
36:96-104

Trabecular Bone Morphological Analysis for Preclinical Osteoporosis Application Using Micro Computed Tomography Scanner

David Shih-Chun Jin, Chien-Hao Chu, Jyh-Cheng Chen

Abstract

Trabecular bone morphological parameter (TMP) analysis with micro computed tomography (micro-CT) has been used to evaluate the risk of fracture of osteoporosis in small animals. Many researchers have pointed out the drawback of making decisions based on bone mineral density only due to the lack of morphological information. Our study describes the application of a laboratory micro-CT system and a self-designed TMP algorithm combined with two statistical methodological tools for the evaluation of the artificially induced animal model by the ovariectomy (OVX) surgery process. The results show that the percentage bone volume (BV/TV), the trabecular properties thickness (TbTh), number (TbN), and separation (TbSp) have significant differences between the normal and OVX groups. TbTh and TbSp had very low p-values and are associated with bone loss caused by osteoporosis. The method can be used to early detect osteoporosis to prevent the risk of fracture in aging small animals.

Keywords: Three-dimensional segmentation ; Bone mineral density (BMD); Biomedical image analysis ; Osteopor

Radiation Protection Dosimetry
2016, pp. 1–9

SPECTRAL CORRECTION FACTORS FOR CONVENTIONAL NEUTRON DOSE METERS USED IN HIGH-ENERGY NEUTRON ENVIRONMENTS—IMPROVED AND EXTENDED RESULTS BASED ON A COMPLETE SURVEY OF ALL NEUTRON SPECTRA IN IAEA-TRS-403

U. Oparaji^{1,2}, Y. H. Tsai², Y. C. Liu², K. W. Lee^{2,3}, E. Patelli¹ and R. J. Sheu^{2,4,*}

¹Institute for Risk and Uncertainty, University of Liverpool, Liverpool L69 7ZF, UK

²Institute of Nuclear Engineering and Science, National Tsing Hua University, 101 Sec. 2, Kung Fu Road, Hsinchu, Taiwan, R.O.C.

³Institute of Nuclear Energy Research, Lungtan, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

⁴Department of Engineering and System Science, National Tsing Hua University, 101 Sec. 2, Kung Fu Road, Hsinchu, Taiwan, R.O.C.

*Corresponding author: rjsheu@mx.nthu.edu.tw

This paper presents improved and extended results of our previous study on corrections for conventional neutron dose meters used in environments with high-energy neutrons ($E_n > 10$ MeV). Conventional moderated-type neutron dose meters tend to underestimate the dose contribution of high-energy neutrons because of the opposite trends of dose conversion coefficients and detection efficiencies as the neutron energy increases. A practical correction scheme was proposed based on analysis of hundreds of neutron spectra in the IAEA-TRS-403 report. By comparing ²⁵²Cf-calibrated dose responses with reference values derived from fluence-to-dose conversion coefficients, this study provides recommendations for neutron field characterization and the corresponding dose correction factors. Further sensitivity studies confirm the appropriateness of the proposed scheme and indicate that (1) the spectral correction factors are nearly independent of the selection of three commonly used calibration sources: ²⁵²Cf, ²⁴¹Am-Be and ²³⁹Pu-Be; (2) the derived correction factors for Bonner spheres of various sizes (6''–9'') are similar in trend and (3) practical high-energy neutron indexes based on measurements can be established to facilitate the application of these correction factors in workplaces.

Photon-scattering, electron-loss and shadow-effect correction factors calculation for cylindrical free-air chamber

Tseng-Te Huang, Chien-Hau Chu and Yi-Chun Lin

Abstract

A cylindrical free-air ionization chamber is used as the medium X-ray air kerma primary standard at the Institute of Nuclear Energy Research (INER, Taiwan). Photon-scattering, electron-loss and shadow-effect correction factors are taken into account for the measurement of air kerma by cylindrical free-air ionization chamber. The photon-scattering correction factor is to deduct ionizations caused by scattered photons. The electron-loss correction factor is to compensate for the loss of electrons striking the electrode shell without fully depositing their energies to the charges in the air. The shadow-effect correction factor is to compensate for the loss of electrons striking the collecting rod inside the chamber. The photon scattering and the electron loss correction factors previously used at INER were based on the least-squares fit with the experimental data published in the NBS Handbook 64. The shadow-effect correction factor was not considered.

In this study, photon-scattering, electron-loss and shadow-effect correction factors for each mono-energetic photon were calculated by Monte Carlo code EGS5. Then the mono-energetic correction factors were substituted into the ISO 4037 radiation qualities spectrum and calculated for the energy weighted correction factors. Comparing the calculated correction factors with the previous correction factors, the maximum differences were 0.51 % and 1.22 % for N-250 and N-300 radiation qualities.

In the report of international comparison of air kerma standards for ISO 4037 narrow spectrum series (EUROMET.RI(I)-S3) conducted from 2004 to 2005, the ratio of differences and expanded uncertainties (D_i/U_i) for INER's N-250 and N-300 radiation qualities are 0.9 and 1.8. If the correction factors obtained in this study are substituted, the differences can be reduced, and D_i/U_i become 0.36 and 0.6.

Keywords: *Monte Carlo, free-air chamber, Photon-scattering, electron-loss, shadow-effect*

2016 年第 2 屆國際劑量量測及其應用會議(2nd International Conference on Dosimetry and its Applications, ICDA-2))

105 年 7 月 03-08 日英國/吉爾福德

Calculation of correction factors for cylindrical free-air chamber

Tseng-Te Huang, Chien-Hau Chu and Yi-Chun Lin

Health Physics Division, Institute of Nuclear Energy Research, P.O. Box 3-10, Longtan
325, Taiwan (R.O.C.)

ABSTRACT

A cylindrical free-air ionization chamber (Figure 1) is used as the medium X-ray air kerma primary standard at the Institute of Nuclear Energy Research (INER, Taiwan). Photon-scattering, electron-loss and shadow-effect correction factors are taken into account for the measurement of air kerma by cylindrical free-air ionization chamber. The photon-scattering correction factor is to deduct ionizations caused by scattered photons. The electron-loss correction factor is to compensate for the loss of electrons striking the electrode shell without fully depositing their energies to the charges in the air. The shadow-effect correction factor is to compensate for the loss of electrons striking the collecting rod inside the chamber. The photon scattering and the electron loss correction factors previously used at INER were based on the least-squares fit with the experimental data published in the NBS Handbook 64. The shadow-effect correction factor was not considered.

2016 年第 2 屆國際劑量量測及其應用會議(2nd International Conference on Dosimetry and its Applications, ICDA-2))

105 年 7 月 03-08 日英國/吉爾福德

Reference air kerma rate calibration system for high dose rate Ir-192 brachytherapy sources in Taiwan

Wei-Han Chu, Ming-Chen Yuan, Jeng-Hung Lee, Yi-Chun Lin
Health Physics Division, Institute of Nuclear Energy Research, P.O. Box 3-10, Longtan
325, Taiwan (R.O.C.)

ABSTRACT

Ir-192 sources are popular used in brachytherapy and there are around seven thousand man-times using the high dose rate (HDR) Ir-192 brachytherapy source per year in Taiwan. To establish the primary measurement standard of reference air kerma rate (RAKR) with the HDR Ir-192 brachytherapy sources in Taiwan, the Institute of Nuclear Energy Research (INER) fabricated a dual spherical graphite-walled cavity ionization chambers system to direct measure the RAKR of the Ir-192 brachytherapy source..

第 32 屆亞太計量組織大會

105 年 11 月 17-18 日越南/峴港

32nd Asia Pacific Metrology Programme General Assembly Laboratory Report of Institute of Nuclear Energy Research

The Institute of Nuclear Energy Research (INER) was entrusted by the Bureau of Standards, Metrology and Inspection (BSMI) Ministry of Economic Affairs (MOEA) of Taiwan to establish the National Radiation Standard Laboratory (NRSL) to maintain national standards in the area of ionizing radiation. NRSL/INER has developed 15 measurement standard systems covering the areas of photon, beta, neutron and radionuclides activity and all of them are maintained under the quality system complying with the ISO 17025. The first accreditation of NRSL was granted by TAF (Taiwan Accreditation Foundation) in 2001 and NRSL continued to pass the on-site re-assessments every three to five years and the nearest re-accreditation took place in 2015.

石墨卡熱里計量測系統評估

黃增德、林怡君、袁明程

摘要

卡熱里計是所有量測方法中，最直接量測輻射劑量的方法，並且特別適用於高能量及高劑量率之量測。為了符合國際發展趨勢，核能研究所於國家游離輻射標準實驗室建立石墨卡熱里計量測系統，本系統包含卡計本體、真空系統、量測電路等，操作模式則有絕熱模式及恆溫模式。目前石墨卡熱里計用於 Co-60 水吸收劑量原級標準之量測，並與現有水吸收劑量標準游離腔進行比對，兩者之差異小於量測不確定度。未來石墨卡計將可應用於醫用加速器高能光子或質子治療之量測，提升國內放射治療劑量之準確度。

關鍵字：石墨卡熱里計、水吸收劑量、原級標準

放射性廢棄物解除管制之量測與儀器校正技術

葉俊賢 袁明程

摘 要

核能研究所國家游離輻射標準實驗室(NRSL)，參考國際的廢棄物解除管制法規，評估自行研發之廢棄物活度量測儀器的特性與功能，建置適用於箱型與桶型廢棄物量測儀器的金屬與非金屬的各種密度體射源參考物質，以及大型物件與管路內部的放射性量測與校正方法。另外，亦完成舉辦國內放射性廢棄物量測解除管制能力試驗與低放射性活度分析比對的測試方法與標準判定。

關鍵字：解除管制、體射源參考物質、能力試驗

^{192}Ir 參考空氣克馬率校正系統評估報告

朱葦翰

摘要

近接治療 (brachytherapy) 就是將射源植入腫瘤組織或置於體內最靠近腫瘤位置的放射治療，適度調配近接治療與遠隔治療，可加強腫瘤部位之治療劑量，減低正常組織所受到之輻射傷害及增進治療效果。

原子能委員會於 2004 年 12 月發布之輻射醫療曝露品質保證標準中，近接治療射源強度量測為一重要的品質保證檢測項目， 3.7×10^{11} Bq 高劑量率 (high dose rate, HDR) ^{192}Ir 為國內醫院使用最普遍之後荷式近接治療射源，其半化期為 73.8 天，而井型游離腔則是國內醫院主要的近接治療射源強度量測儀器，其量測準確度與病人是否接受到正確的劑量息息相關。因此，本研究利用追溯至德國 PTB 國家實驗室之 ^{192}Ir 近接治療射源，使用自製石墨球型游離腔評估其參考空氣克馬率，其擴充不確定度為 0.92 % (k=2)，並將射源置入井型游離腔最大量測訊號之位置，進行井型游離腔之校正，其校正因子之擴充不確定度為 1.5% (k=2)。

關鍵字：近接治療、醫療曝露品質保證、井型游離腔、參考空氣克馬率

Ir-192 近接治療射源參考空氣克馬率建立及井型游離腔之 校正程序書

朱葦翰

摘 要

Ir-192 是目前最普遍應用於高劑量率(HDR)近接治療的射源，核能研究所目前建立的 Ir-192 射源校正方法係採用能量內插的方式，校正不確定度較大，為提供國內後荷式近接治療設備更精準的劑量追溯，故而建立 ^{192}Ir 原級標準系統，本研究係運用自製的雙球型電極游離腔作為量測標準，並介紹井型游離腔之校正過程。

關鍵字：近接治療、石墨球型電極游離腔、井型游離腔

IEC 60601-2-54 醫用電子 X 射線設備檢測程序書

謝宗佑 潘承亞 施成霖

摘要

X 光放射攝影與透視攝影在醫學影像上的應用越來越普及，隨之帶動醫用電子 X 射線設備的研發產業，然而，根據國際電工標準委員會 (International Electrotechnical Commission, IEC) 的規範，X 射線設備應用於放射攝影與透視攝影上的輻射防護有其標準依據。本程序書是依據「IEC 60601-2-54：X 射線設備應用於放射攝影與透視攝影上的輻射防護」所建立的程序，測試項目包含：劑量訊息因子檢測、輻射輸出再現性與穩定性檢測、負載因子的準確度檢測、照野符合度檢測、材料衰減厚度檢測與殘餘輻射衰減檢測，希望藉由本程序書建立起 X 射線設備的檢測技術，提升整體放射診斷設備開發的國際競爭力。

關鍵字：IEC 標準、放射攝影、透視攝影、輻射防護

X 光機劑量面積乘積儀之游離腔測試研究報告

謝宗佑、施成霖、黃增德

摘要

本研究針對劑量面積乘積儀(Dose Area Product, DAP)開發之原型游離腔的部分進行性能測試，其測試的原型游離腔可分為三種類型：兩片式、三片式與雙通道，並依照「IEC 60580 醫用電子設備-劑量面積乘積儀」規範進行原型游離腔的性能測試，其中測試項目包含：游離腔電流對照射面積的線性關係、游離腔的可見光穿透率、品質等效過濾、反應的能量依存性與離子再結合損失評估。

於測試結果中，三種原型游離腔的可見光穿透率測試有其改善的空間，且於各項的測試過程中游離腔之漏電流都有偏高的情形。希望根據本研究的測試結果能幫助 DAP 游離腔的開發，並與計讀儀、劑量評估與人機介面軟體模組做連結，進而達到 X 光機輻射劑量監測儀開發的目的，以提升國內 X 光輻射劑量方面的產業研發，使該領域更有其商業競爭力。

關鍵字：醫用 X 光機、平行版游離腔、穿透式游離腔

放射診斷醫療器材檢測實驗室品質手冊

施名原、鄒騰泓

摘 要

核能研究所放射診斷醫療器材檢測實驗室為維持醫療器材檢測作業之技術水準與服務品質及通過財團法人全國認證基金會之認證，特依據 ISO 17025 實驗室認證規範及相關文件之要求，訂定本實驗室品質手冊，作為本實驗室從事放射診斷醫療器材檢測作業之準則。

關鍵字：放射診斷、品質手冊。

放射診斷醫療器材檢測系統評估報告

施名原

摘要

自從 1895 年發現 X 光後，因其擁有能穿透物質的特性，對人體的器官組織及骨骼在照射後呈現不同的密度灰階影像，因此被醫學界用來診斷疾病。X 光的使用迄今已達 120 年，是現今醫學診療不可或缺的利器。

為開發 X 光診斷造影檢測驗證技術，本實驗室依據國際電工標準委員會 (International Electrotechnical Commission, IEC) 的規範 IEC 60601-1-3 及 IEC 60601-2-54 建立醫療器材檢測系統，其檢測項目包含(1)輻射品質測試；(2)焦點至影像接收器的距離測試；(3)洩漏輻射檢測；(4)輻射輸出的再現性；(5)負載因子範圍內之空氣克馬線性度；(6)管電壓、管電流及照射時間之準確度；(7)X 光照野與有效影像接收區的符合度、光照野的準確度；(8)材料衰減厚度檢測。希望藉由此系統建立起 X 射線設備的檢測技術，提升整體放射診斷設備開發的國際競爭力。

關鍵字：放射診斷、輻射品質、洩漏輻射。

建立環境級輻射劑量校正系統(銫-137)

王思文

摘要

自從福島核設施意外事故發生後，全球對於環境級的輻射劑量日趨重視，針對國內各級的輻射偵測儀器校正實驗室對於輻射偵測儀器的校正，最低僅能達到約背景劑量的 50 倍；因此，造成各儀器間對同一時空的輻射背景劑量可能有較大的差異。而工業界及學術界普遍應用銫射源所釋出之中能光子，作為檢驗、照射及研究等之應用，而與此相關的輻射安全及防護也備受人們所重視，且常成為關注討論的焦點，尤其以環境級的低劑量率標準最常引發討論爭議。核研所國家游離輻射標準實驗室因應量測與校正之需求，規劃在核研所 035 館建立銫-137 加馬空氣克馬率校正系統。本校正系統評估，採用 ISO 4037-1 規範，不確定度評估採用 ISO GUM 規範。

建立低劑量率銫-137 量測與校正系統提升了實驗室研製校正設施之能力。射源經四種(0 cm、2.5 mm、4.3 cm)不同厚度鉛阻擋片，可提供三種不同強度輻射場，作為國內量測與校正追溯之標準，輻射場擴充不確定度分別為：1.34 %、2.53 %、5.88%。銫-137 環境級量測與校正系統建立，由於此系統為低劑量率，信號微弱，量測困難，目前雖標定劑量已完成，尚有較低劑量率部分其系統不確定度相對偏大，未來將進行系統設備更新及量測技術改善來降低不確定度。

關鍵字：游離輻射標準、量測、校正、低劑量率

035 館 Co-60 水吸收劑量率校正系統評估報告

林怡君 黃增德 王思文

本報告為因應 2015 年執行 5 年一度之國家實驗室再評鑑，更新與修訂技術內容。核能研究所（INER）的國家輻射標準實驗室（NRSL）基於水吸收劑量的定義採用空氣游離腔和 γ 射源建立水吸收劑量率校正系統。該原級標準的原級標準件是圓餅型石墨空氣游離腔（INER PC3 & PC4），搭配靜電計、高壓偏壓電源等的測量設備，射源為 Co-60，輔助測量設備包括氣壓計和溫度計。

實驗室 Co-60 水吸收劑量校正系統位於核研所 035 館 122 室。該系統經由評估與比對，驗證能符合量測與校正之需求，可以提供國內輻射防護、醫學診療、實驗室認證、科學實驗與工業照射等所需之輻射劑量標準追溯。

關鍵字：水吸收劑量、游離腔、原級標準、鈷六十、校正。

快速型全身計測系統品保作業及人員計測操作手冊

邱敏綺

摘 要

核能研究有2套美國Canberra公司所製造的Fastscan全身計測系統，主要服務對象為所內從事輻射工作人員體內劑量之監測。本文詳細介紹此系統的每日品保作業及例行計測之操作程序，以提供工作人員操作的導則。

關鍵字：全身計測、加馬能譜。

原級實驗室 IEC 61267 RQR 系列 X 射線射質統整與建立

施成霖 黃增德

摘 要

國家游離輻射標準實驗室為因應國際化與標準化，於核能研究所035館建立IEC 61267所建議之RQR系列X射線射質。實驗室根據IEC規範要求，配置X射線射質所需之各項設備，如X光機、射束過濾片、濾片架。並使用Beamrc程式，計算並模擬X射線射質之能譜及平均能量。國家游離輻射標準實驗室建立完成之X射線射質，量測其半值層和均勻係數，結果都能符合IEC 61267規範要求，且傳遞一空氣游離腔(型號：A5、序號：209)至德國PTB校正實驗室校正，與其比對結果差異皆在2.5%以內。

關鍵字：射質、能譜、游離腔。

粒子發射率量測系統改良與特性評估研究

袁明程、葉堅勇

摘要

大面積射源的粒子發射率，依據 ISO 8769 之建議，是以比例計數器進行量測與校正，本報告針對本所自行研發的大面積無窗通氣式比例計數器，進行改良與量測不確定度來源分析與控制，經評估此改良後的比例計數器，其對 Cl-36 參考射源的量測標準不確定度約 0.17 %，有效自由度約 28。對 Am-241 參考射源的量測標準不確定度約 0.30 %，有效自由度約 31。量測結果經與英國國家物理實驗室(NPL)或我國家游離輻射標準實驗室之校正值做比對，與本研究之量測結果相當一致。此改良後的比例計數器系統於民國 104 年通過 TAF(Taiwan Accreditation Foundation)與國際評審員之認證，正式成為我國家游離輻射標準實驗室之放射源粒子發射率校正系統。

關鍵字：粒子發射率、比例計數器、量測標準、ISO 8769

國家游離輻射標準實驗室 105 年度品質稽核作業程序書

鄒騰泓 朱健豪

摘 要

國家游離輻射標準實驗室(以下簡稱實驗室),為了符合「ISO/IEC 17025 : 2005 測試與校正實驗室能力一般要求」認證規範:實驗室應有預定的品質稽核計畫作業程序書並依此作業程序書定期地對實驗室品質活動進行內部稽核。準此,乃針對品質手冊內管理系統的全部要項,訂定 105 年度品質稽核作業程序書,另外,針對實驗室的標準件亦建立送至 TAF 認可之實驗室校正的品質方案,以建立量測儀器對國際單位的追溯性。並依標準件校正結果,進行實驗室輻射場標定、游離腔及工作件的校正,以查證實驗室作業持續符合品質手冊要求。

關鍵字:稽核作業程序書、品質方案、追溯性

建立緊急應變所需 IEC 61267 國際規範之 RQR 射質 X 射線標準

鄒騰泓、葉俊賢

摘 要

核能研究所因應核事故之緊急應變以及因應國際化與標準化，於 008 館地下室建置中能量(320kV)的 X 光劑量照射系統，為能國際化與標準化，並依據 IEC 61267 規範所建議之 RQR 系列 X 射線射質。實驗室根據 IEC 規範要求，配置 X 射線射質所需之各項設備，如 X 光機、射束過濾片、濾片架，提供事故現場環境輻射劑量的量測。

本實驗室依據系統需求，更新 X 光管、製作適當尺寸的過濾片及濾片夾，複製 X 光射質組合成 IEC 61267 規範要求的量測系統。

輻射度量儀器校正實驗室建立完成之 RQR 射線射質，量測其半值層和均勻係數，結果都能符合 IEC 61267 規範的要求。

關鍵字：IEC 61267、X 射線射質、緊急應變

緊急事故輕便型輻射偵測儀器之特性評估

葉俊賢

摘 要

本報告依據美國國家標準局針對國土防衛的可攜式輻射偵測儀器之 ANSI N42.33 (2003) 規範內容，進行可攜式輻射偵測儀器之性能測試（包括十部污染偵檢器以及十六部劑量率偵檢器），測試項目為游離輻射反應。本所自行備有輻射度量儀器校正實驗室進行檢測。

關鍵字：性能檢測、可攜式輻射偵測儀器、儀器校正

IEC 60601-1-3 檢測工作程序書

施成霖、袁明程

摘 要

IEC 60601-1-3 為一規範一般醫用診斷 X 光機設備之輻射防護安全功能的國際標準。使操作人員、病患或其他相關工作人員可在不損害放射作業的效益下，受到之輻射照射劑量可維持合理抑低，並能安全地使用該設備。

有鑑於台灣醫院已經普遍引進使用診斷 X 光機設備，提供醫師利用影像診斷病灶的方法，因此設備之安全性已成為不可忽略之議題。

本篇檢測工作程序書主要目的為針對 IEC 60601-1-3 之規範作內容介紹並詳細描述規範內某些須執行量測之要求並訂定標準作業流程，使後人可參閱本篇程序書之實驗步驟作出一致性的數據，以作為醫用診斷 X 光機是否符合 IEC 60601-1-3 規範要求之依據。

關鍵字：IEC 60601-1-3、輻射防護、診斷 X 光機。

第十次人員及肢端劑量計能力試驗執行計畫書

朱健豪 楊崇伍

摘 要

人員體外劑量評估實驗室能力試驗是主管機關(原子能委員會)及全國認證基金會(TAF)對實驗室技術能力的測試，該實驗室每三年必須通過國內能力試驗執行機構舉辦的能力測試，並依據 TAF 公告之「測試領域人員體外劑量評估技術規範」及相關標準規範執行本項能力試驗。核能研究所國家游離輻射標準實驗室(NRSL)執行本項能力試驗始於 1991 年，至今已執行過九次；本次為第十次人員體外劑量計能力試驗，係依據 TAF 於 2012 年公告的第三版「測試領域人員體外劑量評估技術規範」(TAF-CNLA-T08(3))執行，共邀請國內 9 個實驗室參加。本測試於 2016 年開始進行先期作業及系統測試，2016 年 11 月正式執行三批次的測試。為了嚴格控制品質及時程，特撰提本計畫書，內容包含人員劑量計接收程序，編碼程序、照射程序及品質保證作業，以作為本所與國內人員劑量評估實驗室執行相關工作之依據，並提供爾後能力試驗執行之參考。

關鍵字：能力試驗、人員劑量計、品保、人員體外劑量評估實驗室

赴英國參加第2屆國際輻射劑量量測及其應用研討會

林怡君

摘要

本次第2屆國際輻射劑量量測及其應用研討會(International Conference on Dosimetry and its applications, ICDA)會議地點於英國吉爾福德的薩里大學(University of Surrey in Guildford),會議時間為7月3日至8日,議程有邀請演講22場、口頭報告35場、投稿海報144篇。研討會每三年舉辦一次,由國際輻射物理學會(International Radiation Physics Society, IRPS)主辦,探討游離輻射劑量當前趨勢以及未來議題,今年為第2屆,由英國薩里大學和英國國家物理實驗室(UK National Physical Laboratory, NPL)聯辦。本所於此次研討會所發表的會議論文有四篇,題目分別為:「Calculation of correction factors for cylindrical free-air chamber」、「Reference air kerma rate calibration system for high dose rate Ir-192 brachytherapy sources in Taiwan」、「Monte Carlo simulations for angular and spatial distributions in therapeutic energy proton beams」以及、「Estimation of the Differences between the Effective Dose and Hp(10) Exposed by Different External Photon Sources」。

關鍵字：輻射劑量、輻射應用、輻射防護、放射性活度、醫用輻射

赴芬蘭參加第 9 屆國際放射核化學研討會

黃珮吉

摘 要

本次出差赴芬蘭赫爾辛基之目的為參加 2016 年第九屆國際放射核化學研討會(9th International Conference on Nuclear and Radiochemistry, NRC9)，此會議匯集國際核化學分析專家與實驗室，共同研討發表最新研究成果與技術。會議主題包含：

- 一、核燃料循環化學(Chemistry of the nuclear fuel cycle)；
- 二、環境放射性(Environmental radioactivity)；
- 三、錒系元素化學(Actinide chemistry)；
- 四、超錒系元素化學(Transactinide chemistry)；
- 五、放射分析化學(Radioanalytical chemistry)；
- 六、放射性核種物種研究(Radionuclide speciation)；
- 七、放射藥物化學(Radiopharmaceutical chemistry)；
- 八、放射性核種製造(Production of radionuclides)；
- 九、輻射化學(Radiation chemistry)；
- 十、核能分析方法(Nuclear analytical methods)。

本所亦發表兩篇海報論文，題目分別為「Self-absorption correction for gamma spectrometry of radioactive environmental reference materials in Taiwan」及「Clearance-level radioactive waste measurement comparisons of two gamma-ray counting systems」，透過論文發表論文與會議參與，除可取得國際放射化學分析最新技術資訊外，對本所國家游離輻射標準實驗室放射核種分析及其活度量測技術發展與國際競爭力之提升皆有正面之助益，另蒐集相關機構研究發展成果，可供計畫後續規劃執行之參考。

關鍵字：核化學分析、環境放射性、核燃料循環化學、核能分析方法

赴越南峴港參加 2016 年亞太計量組織(APMP)年會暨相關游離輻射技術研討會(TCRI Workshop)

黃增德 朱健豪 袁明程

摘 要

亞太計量組織(APMP)為亞太地區之國際性組織，核能研究所(以下簡稱本所)現為 APMP 之正會員，並於 1998-2000 年、2008-2010 年、擔任游離輻射技術委員會(TCRI)首屆、第五屆之主席職務，透過此組織，我國的游離輻射量測標準才能與其他國家相互認可。

本次國外公差目的是參加於越南峴港舉辦的 2016 年亞太計量組織年會(APMP General Assembly)暨相關會議，行使及確保正會員權益，並了解全球最新的量測技術發展趨勢；此外，亦於年會及游離輻射技術工作會議(TCRI Meeting)報告國家游離輻射標準實驗室 2016 年工作成果，展現研發能力；同時必須於工作會議報告本所將主辦中能量 X 射線空氣克馬國際比對活動進度，及已完成之 Co-60 水吸收劑量比對結果。

藉由本次公差參與亞太計量組織年會，瞭解國際度量衡的未來趨勢和朝向目標，並與各國實驗室進行技術交流，比較國家游離輻射標準實驗室之技術規範，提供本所國家游離輻射標準實驗室未來研發工作規畫參考。

伍、審查意見與回覆彙整表

(含期末報告審查暨驗收會議紀錄決議事項)

計畫名稱：建立及維持國家游離輻射標準計畫 (2/4)

105 年度 細部計畫審查 期中報告 期末報告

建議事項	說明
A 委員	
1.本計畫的年度預定工作項目與執行成果,大多符合國家度量衡標準實驗室-國家游離輻射標準發展需求。	謝謝委員支持。
2.多年來採購直線加速器一直是國家游離輻射標準實驗室的目標(CIPM的CCRI業已將建置直線加速器列為重點方向),但在執行報告書中未提及直線加速器的相關規畫與建置事項。	謝謝委員指導,因應國際發展與國內需求,本計畫在核研所支持下已著手建置未來放置直線加速器的實驗室場址,預計將於2017年底完成,也與加速器廠商詢價評估未來採購加速器的可行性,提供經濟部標準檢驗局參考,冀望能在2018年開始著手採購直線加速器。
3.由執行報告書中可見,實驗室所提供的一級校正服務達338件,遠大於250件的年度目標。此校正服務是否會影響實驗室度量標準的維持與精進?	謝謝委員支持與指導,本年度游離輻射標準實驗室提供398件的一級校正服務,校正服務收入佔總計畫經費約31%,確實影響計畫執行的標準新建、擴建與精進部分,將主要經費用於維持實驗室的例行運轉;但由於台灣地區市場規模的因素,無法支撐相關二級實驗室提供光子劑量的校正服務,在計畫經費無發提升以及實驗室力行運轉校正系統無法下降的條件下,為解決國內標準計量追溯問題,實驗室仍須負起責任提供符合ISO 17025的校正服務。

<p>4.計畫報告書中提及協助南京航天大學進行相關合作研究，建議須注意與大陸的合作需符合相關規範。</p>	<p>本合作研究是與南京航空航天大學核工系劉淵豪教授合作之蛋白質 Co-60 照射實驗，劉教授團隊之陳博士與本所李博士於 2016 年 8 月 15 日在同位素照射場使用低劑量水池 Co-60 照射 50, 100, 150 和 200Gy 劑量，本研究團隊主要採用丙胺酸劑量計輔以同位素標準劑量量測，用以研究單體/多體蛋白質之輻射效應。實驗室也希望透過先期研究尋求可能研究發展的前瞻性題目，此合作也採間接接觸方式進行，僅提供輻射劑量量測與照射，無機密外洩之疑慮。</p>
<p>5.計畫的執行績效成果優於期初之規劃，值得嘉許。</p>	<p>謝謝委員支持。</p>
<p>B 委員</p>	
<p>1.本年度的研究成果、例行維持的各項指標均能如期達成目標，是值得鼓勵並期望未來能持續維持。</p>	<p>謝謝委員肯定。</p>
<p>2.本年度一級校正服務達 338 件超越預估件數 250 件，未來是否有增加的趨勢，在校驗的時效與人力上實驗室如何作因應?</p>	<p>本年度一級校正約 398 件，確實在數量上超越 250 件的校正量，這當中由於政策改變或是主辦能力試驗都可能造成校正數量的增加，但是由於國內並沒有二級實驗室可以分擔本實驗室的校正業務量，故本實驗室仍必須要維持國內游離輻射計量標準的追溯鏈。實驗室以目前的人力經費結構衡量計畫優先順序，以例行運轉的標準維持為最優先，佔本計畫約 65%，包括參加國際比對與例行校正服務，未考量實驗室的量測能力與世界同步，依據國內需求與國際趨勢訂定實驗室在新擴建及精進的研發方向，並尋求所內資源以及與外界學研合作的方式進行。</p>
<p>C 委員</p>	

<p>1.105 年度計畫提供業者在儀器校正及人員劑量校正的服務，尤其將電腦斷層攝影納入品保適用範疇，執行年度例行校正服務超出原計畫目標，值得肯定，期許本計畫未來年度項目都能完成目標。</p>	<p>謝謝委員肯定。</p>
<p>2.報告書中 page 123 補充附件 15、最近五年研究成果統計表培養在校研究生(人) 數字無。</p> <p>說明: 從此表中沒有數字,是否有何原因造成間斷, 建議仍繼續培養人才。</p>	<p>謝謝委員指導, 在附件 15 中 101-102 年中確實如委員提出的意見本計畫在博士生的培養上沒有成果, 自 103 起每年約 1-4 人的碩博士生與本計畫研究相關聯, 故本計畫將如委員建議持續培養國內在游離輻射量測標準相關人才。</p>
<p>3.本計畫提供維持我國國家游離輻射標準與國際同步, 精進與新建許多量測標準, 並從事游離輻射量測標準技術的推廣、應用, 協助 TAF 草擬游離輻射認證相關法規, 及擔任實驗室評審員以及各類能力試驗的標準, 及人才的培養都有所裨益。</p>	<p>謝謝委員支持。</p>
<p>4.同意並支持本計畫後續的工作考量國際發展及量測比對規劃、國內需求、科專計畫及產官學合作, 持續進行研究合作, 對於我國游離輻射量測在宣傳與國際合作上, 能有相當的貢獻。</p>	<p>謝謝委員支持。</p>
<p>D 委員</p>	
<p>1.本計畫已依照規劃達成原定之目標。</p>	<p>謝謝委員支持。</p>
<p>2.本計畫所列之工作項目似乎均屬例行游離輻射標準之維持與服務, 較少新標準之開發與研究能力的擴充。但所進行的工作極為重要。</p>	<p>謝謝委員指導, 本計畫主要分為量測標準的維持與服務、量測標準的精進與新建、量測標準技術的推廣與應用等三個分項, 對於量測標準的維持與服務分項的確是占總經費與人力得 65%, 主要考量計畫經費有限, 維持國家標準的校正追溯鏈最為重要, 但考量國內現階段的需求以及國際趨勢每年仍提列新標準的精進與擴建等約 3 至 4 項, 使國內標準技術能力與國際同步且滿足國內需求。</p>

期末報告審查暨驗收會議紀錄決議事項

- 1.本年度各項預定工作進度查核如期完成，各項績效指標均達到目標，執行成果良好。
- 2.本計畫所提供校正服務呈現成長趨勢，是否會影響國家實驗室維持量測追溯鏈資源，及開發具前瞻性技術服務之能量，宜思考兼容並蓄之途徑；此外就顧客滿意度統計顯示，少數客戶對校正時程仍有微言，實驗室可規劃客戶網上即時查詢進度等機制以降低其不滿意度。
- 3.有關本年度工作內容所增列文物典藏事項，對業界、學術機構及一般民眾均有正面意義；另為使放射診療從業人員更深入瞭解國家游離輻射標準計畫及實驗室的重要性，建議未來可規劃安排相關專業人員參訪本實驗室。
- 4.本年度執行報告內容中有若干說明較簡略，或援引統計資料略陳舊，請於修正版一併更新。
- 5.經與會委員審核後，上述委辦計畫之成果符合契約書要求，**同意驗收**，惟須依以上意見及委員書面意見確實注意改正，於 106 年 1 月 11 日前將修正後之 105 年度計畫執行報告提送本局，並經本局審核無誤後，再辦理結案事宜。