



國家度量衡標準實驗室 106 年度計畫執行報告

# 建立及維持國家游離輻射標準 (3/4)

## 106 年度執行報告

計畫審議編號：106-1403-05-05-01

全程計畫：自 104 年 1 月至 107 年 12 月止

本年度計畫：自 106 年 1 月至 106 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 107 年 1 月



英文縮寫之中、英文對照表

簡 稱	全 名	中文譯稱
AAPM	American Association of Physicists in Medicine	美國醫學物理協會
ANSI	American National Standards Institute	美國國家標準協會
APMP	Asia-Pacific Metrology Programme	亞太計量組織,為「亞太經濟合作會議」(APEC)下 5 個專家區域團體(SRB) 之一,每年定期召開會員大會 GA
ARPANSA	Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency	澳大利亞輻射防護與核能安全局
BARC	Bhabha Atomic Research Centre	印度巴巴原子研究中心
BATAN	National Nuclear Energy Agency of Indonesia	印尼國家核能機構
BIPM	Bureau International des Poids et Mesures 《International Bureau of Weights and Measures》	國際度量衡局
CCRI	Consultative Committee for Ionizing Radiation	游離輻射技術諮詢委員會
CGPM	General Conference on Weights and Measures	國際度量衡大會
CIPM	International Committee for Weights and Measures	國際度量衡委員會
CMC	Calibration and Measurement Capabilities	量測校正能力
ENEA	Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	意大利國家新技術,能源和可持續經濟發展機構
GVHD	Graft-versus-host disease	移植物反宿主病
IAEA	International Atomic Energy Agency	國際原子能總署
ICRM	International Committee for Radionuclide Metrology	國際放射核種計量委員會
ICRP	International Commission on Radiological Protection	國際放射防護委員會
IEC	International Electrotechnical Commission	國際電工委員會
IGBT	Insulated Gate Bipolar Transistor	絕緣閘雙載子電晶體
IMRT	Intensity Modulation Radiation Therapy	強度調控放射治療
INER	Institute of Nuclear Energy Research	行政院原子能委員會核能研

簡 稱	全 名	中文譯稱
		研究所
ISO	International Organization for Standardization	國際標準組織
KCDB	Key Comparison Data Base	關鍵比對資料庫
KRISS	Korea Research Institute of Standards and Science	韓國標準科學研究院
kVp	kilovolts peak	千伏峰值電壓
LDR	Low-dose rate	低劑量率近接治療
LNE-LNHB	Laboratoire National Henri Becquerel	法國游離輻射計量實驗室
LNMRI/IRD	National Laboratory for Ionizing Radiation Metrology	巴西游離輻射計量國家實驗室
NIS	National Institute for Standards	埃及國家標準研究所
NIST	National Institute of Standards and Technology	美國國家標準技術研究院
NMIJ	National Metrology Institute of Japan	日本國家計量研究院
NMISA	National Metrology Institute of South Africa	南非國家計量研究院
NPL	National Physical Laboratory	英國國家物理實驗室
NRC	Nuclear Regulatory Commission	加拿大核能管理委員會
Nuc. Malaysia	Malaysian Nuclear Agency	馬來西亞核能機構
PE	Polyethylene	聚乙烯
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt 《Physikalisch Technische Reichsanstalt》	德國聯邦物理技術研究院
RI	Ionizing Radiation	游離輻射
RQA	Radiation Qualities based on a phantom made up of an Aluminium added filter	經過附加鋁濾片之 X 射線射束品質
RQR	Radiation Qualities in Radiation beams emerging from the X-ray source assembly	從 X 射線源組件射出的射束品質
TAF	Taiwan Accreditation Foundation	財團法人全國認證基金會
TCRI	Technical Committee on Ionizing Radiation	游離輻射技術委員會
TDCR	triple-to-double coincidence ratio	三重對二重符合比率液態閃爍體計數器
TG	Task Group	專門任務小組

一〇六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(3/4)一〇六年度計畫		計畫編號：106-1403-05-05-01	
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		48,977 千元	
	本年度預算	10,172 千元	本年度實支數	10,056 千元
計畫聯絡人	鄧菊梅	電話:03-4711400-7620	傳真：03-4713489	
<p>綜合摘要：</p> <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"> <li>1. 提供符合 ISO 17025 品質標準的校正服務</li> <li>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)</li> </ol> <p>(二)量測標準的精進與新建</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可攜式石墨熱卡計研製(106-107)</li> <li>2. 建立符合 IEC 61267 RQA X 射線射質劑量原級標準</li> <li>3. 擴建公稱電壓標準至 150 kVp</li> <li>4. 建立 Mn-54 射源活度原級標準</li> </ol> <p>(三)量測標準技術的推廣與應用</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 輻射計量標準業務推廣及參與 APMP 等相關國際會議</li> <li>2. 提供游離輻射領域能力試驗標準追溯源。</li> </ol>				

## 一 0 六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	106 年度目標	106 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 ● 國內期刊論文 1 篇 ● 國際會議論文 3 篇 達成預期目標。
	技術報告	18 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 獲得中華民國專利 2 項，達成預期目標
例行維持	舉辦研討會或說明會	2 場，達成預期目標。
	問卷調查	1 次，達成預期目標。
	技術服務收入	255 件 年度例行校正服務共 375 件，總收入為 4,500,400 元。超出預期目標。
	能力試驗	1 項 提供人員劑量計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. 本年度之預算執行率為 98.86%，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 375 件收入 4,500,400 元。例行校正服務超出原計畫目標(全年度 255 件，收入 250 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

## 一〇六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	57
(二) 資源運用情形	59
1. 人力運用情形	59
2. 設備購置與利用情形	60
3. 經費運用情形	61
(三) 人力培訓情形	63
(四) 標準維持情形	64
二、成果運用檢討	69
(一) 主要成果運用檢討表	69
(二) 研究成果統計	73
(三) 校正服務列表	74
1. 工服成果統計表	74
2. 量測標準系統與校正服務統計表	102
三、結論	106
肆、補充附件	107
補充附件1、顧客滿意度問卷調查統計表	107

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	108
補充附件 3、Ir-192 參考空氣克馬率量測比對期程	109
補充附件 4、X 射線 ISO-4037 射質空氣克馬比對結果	110
補充附件 5、可攜式石墨熱卡計設計圖及外觀照片	111
補充附件 6、IEC 61267 RQA 射質量測結果、與 PTB 比對結果	112
補充附件 7、公稱電壓量測系統外觀、與德國 PTB 比對結果	113
補充附件 8、Mn-54 原級標準 $4\pi\beta\text{-}\gamma$ 符合計測系統	114
補充附件 9、實驗室網站首頁	115
補充附件 10、「第七次輻射偵檢儀器校正能力試驗與第十次人員劑量計能力試驗總結會議」議程表及照片	116
補充附件 11、「游離輻射暨醫療器材研討會」會議海報及照片	117
補充附件 12、APMP 2017 會議議程表及照片	118
補充附件 13、科普探奇之旅行程表及照片	119
補充附件 14、北中南客戶服務說明會	120
補充附件 15、論文報告一覽表	121
補充附件 16、1999-2017 年 NRSL 參加國際比對之現況	124
補充附件 17、96-106 年本計畫與其他計畫之合作列表	126
補充附件 18、最近五年研究成果統計表	128
補充附件 19、研究報告摘要	129
伍、審查意見及回覆彙整表	156

## 壹、基本摘要

計畫名稱：建立及維持國家游離輻射標準(3/4)

一〇六年度計畫

審議編號：106-1403-05-05-01 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)： 48,977 千元 (年度)：10,172 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	10,172	10,056	98.86
全程	48,977	33,004	67.39

### 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，已完成包括台灣 INER、日本 NMIJ、韓國 KRISS、大陸 NIM、澳洲 ARPANSA、埃及 NIS、南非 NMISA、馬來西亞 Nuc. Malaysia、印尼 BATAN、巴西 LNMRI/IRD、印度 BARC 共 11 個國家實驗室量測傳遞，採用 NE 2571、Exradin A3、PTW3001 共 3 支標準游離腔作為量測標準比對件，預計將於 2018 年完成比對報告送亞太計量組織審查。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 KRISS、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 2018 年底，預計將於 2018 年 1 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術交流，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 375 件，總收入繳庫 4,500,400 元，達成全年服務 255 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 97% 以上的調查結果，皆為滿意或非常滿意。

## (二)精進與新建

熱卡計是目前國際上先進國家之游離輻射標準實驗室所致力發展的輻射劑量原級標準。傳統上通常使用游離腔來進行輻射劑量原級量測，但游離腔有量測能量上限及劑量率上限等問題，在量測高能光子時，會因無法達到電子平衡而達到量測能量上限(約 2 MeV)，超過此上限便須使用各種議定書，如 AAPM-51 號報告、IAEA-398 號報告等，將游離腔量測結果延伸到更高的光子能量；而量測高劑量率輻射時，游離腔則會因離子再結合使量測回應降低。如使用熱卡計量測，則沒有能量上限及劑量率上限的問題。但熱卡計也有一些缺點，除了靈敏度較低而無法用於低劑量率量測以外，為了對熱卡計進行溫度控制及量測，需使用隔熱設備、真空幫浦、

高精確度電表等，使得熱卡計裝置龐大，難以運輸和安裝，限制了熱卡計通常只能用在實驗室中，作為校正其他劑量計的標準，而無法用於現場量測。為了使熱卡計便於攜帶，本計畫著手研製可攜式石墨熱卡計，縮小石墨熱卡計量測系統之體積，使其便於搬運及安裝，適用於現場量測醫院之直線加速器及質子治療機劑量。本計畫於今年度完成可攜式石墨熱卡計硬體製作及人機介面程式撰寫，將石墨熱卡計本體的部分，拆分成量測核心與假體等數個部分，減少各組件之重量以利於搬運，且運用於高能粒子劑量量測時，可順應不同粒子能量布拉格峰調整假體的厚度。另外，熱卡計的真空系統也改為可移動式的真空幫浦，以便搬運。

目前國際上對於醫療診斷用 X 射線輸出能譜是以 IEC 61267 的規範為標準，IEC 61267 中的 RQA 射質是模擬 X 射線經過病患後的射束，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，作為上述相關測試技術發展之基礎能力。本計畫完成 RQA 射質所需的純鋁過濾片製作組配，並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。完成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、電極遮蔽效應等修正因子之評估，並完成 X 射線原級標準劑量標定。經評估，本系統之量測不確定度為 0.8% (k=2)，達成計畫目標。

放射診斷 X 光攝影之影像品質及輻射劑量與 X 光管電壓有關，醫院之放射師進行 X 光攝影時，需根據病人體型及照射部位調整 X 光管電壓，以獲得最佳化的影像品質與輻射劑量。依據原子能委員會「醫用可發生游離輻射設備及放射性物質輻射安全審查項目」規定，診斷用可發生游離輻射設備管電壓容許誤差應小於百分之十。而原能會正積極推動的透視攝影

X光機之醫療曝露品保作業，其推動項目亦將包括公稱電壓測試。國家游離輻射標準實驗室現有 23~35 kVp 公稱電壓標準，僅能提供乳房攝影公稱電壓值之追溯，本計畫將公稱電壓標準提升至 150 kVp，以便提供一般診斷用 X 光機、透視攝影等公稱電壓值之追溯，增加其管電壓量測之準確度，提升放射診斷影像品質並降低輻射劑量。本計畫完成公稱電壓校正射質建置，量測其半值層及均勻係數均符合標準規範。完成高壓分壓儀採購、安裝及校正等事宜，並以高壓分壓儀量測 X 光機管電壓值，完成中能量 X 射線公稱電壓校正系統的建置，評估本系統之量測不確定度為 1.2% (k=2)，達成計畫目標。採購 150 kVp 公稱電壓儀 1 台送往德國 PTB 校正，並與本實驗室進行比對，兩者量測差異為 0.77%，小於量測不確定度。

Mn-54 放射活度原級標準，除常作為加馬能譜分析系統的校正源外，亦可作為特定放射化學分析應用的示蹤劑，國內使用單位包括，核研所、台電核能電廠、中研院、清華大學等設有加馬能譜分析系統之研究機構、二級實驗室或檢測實驗室，這些二級實驗室或檢測實驗室，都是環境核種、放射性廢棄物核種與進出口食品放射性核種分析檢測的第一線實驗室，其準確度關係到民眾與環境的輻射安全。本年度完成放射源活度原級標準 ( $4\pi\beta\text{-}\gamma$ ) 之絕對計測法量測 Mn-54 活度，量測不確定度為 0.45%。與德國 PTB 進行雙邊比對，量測結果 INER/PTB=0.999 ± 0.009，差異小於量測不確定度。達成計畫目標、量測標準與先進國家一致、技術能力擠進國際技術領先群。

### (三) 推廣與應用

辦理輻射計量標準業務推廣方面：本年度召開研討會 2 場：5 月 25 日於核能研究所國家游離輻射標準實驗室舉辦「第七次輻射偵檢儀器校正能力試驗與第十次人員劑量計能力試驗總結會議」，共計有 18 個單位 67

人參與。8月29日在國立陽明大學舉辦「游離輻射暨醫療器材研討會」，共計有24個單位53人參與。

全年約有400人參訪實驗室：於1月23日，國防大學約200人參訪國家游離輻射標準實驗室；2月9日，105年公務人員高考三級核工暨輻安類科錄取人員約27人參訪；3月8日，原子能委員會行政人員專業訓練學員約37人參訪；5月10日，陽明大學生物醫學影像暨放射科學系師生約20人參訪；11月30日，長庚大學師生約50人參訪；12月6日，中央大學師生約80人參訪，由實驗室人員介紹游離輻射標準、國際追溯鏈、國內標準傳遞與標準應用與衍生效益。

於10月20日辦理科普探奇之旅，邀請新店高中師生共42人前來參加，介紹核能研究所國家游離輻射標準實驗室，以及輻射在日常生活與放射醫學上的運用，並舉行有獎徵答及闖關競賽等活動，藉此激發學生對於輻射應用及標準傳遞之興趣，透過活動使國內學子在求學過程中經歷輻射標準知識與活動的洗禮，使其未來對標準的重要性更能深植於心。

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張展，開發可量測游離腔信號之電子電路與計讀儀；以及長庚大學趙自強教授及其研究生邢淳惠、Milad Enferadi，進行微劑量學研究及細胞照射實驗。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，協助製作環境試樣核種分析參考物質。
- B. 與核研所輻射安全評估研究團隊合作，發展質子誘發高能中子量測分析技術，進行現有中子劑量偵測器對高能中子量測誤差研究。



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、106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』(3/4)

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

(2/4)

審議編號：106-1403-05-05-01

全程期程：104年1月～107年12月

全程經費：48,977千元 年度經費10,172千元

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. 可攜式石墨熱卡計研製(106-107)
2. 建立符合 IEC 61267 RQA X 射線射質劑量原級標準
3. 擴建公稱電壓標準至 150 kVp
4. 建立 Mn-54 射源活度原級標準

#### 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) Development of portable graphite calorimeter.
  - (2) Establishment of X-ray dose primary standard for IEC 61267 RQA qualities.
  - (3) The expansion of X-ray tube voltage standard to 150 kVp.
  - (4) Establishment of primary standard of activity for radioactive source of Mn-54.
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。

106 年度為第六期四年計畫(104-107 年度)的第三年，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，106 年計畫執行內容如下表。

計畫目標與 106 年計畫執行內容

計畫目標	106 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"><li>● 提供符合ISO 17025品質標準的校正服務</li><li>● 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)</li></ul>
(2) 量測標準的精進與新建，滿足國內需求	<ul style="list-style-type: none"><li>● 可攜式石墨熱卡計研製</li><li>● 建立符合IEC 61267 RQA X射線射質劑量原級標準</li><li>● 擴建公稱電壓標準至150 kVp</li><li>● 建立Mn-54射源活度原級標準</li></ul>
(3) 量測技術的推廣與應用	<ul style="list-style-type: none"><li>● 輻射計量標準業務推廣及參與APMP等相關國際會議</li><li>● 提供游離輻射領域能力試驗標準追溯源</li></ul>

## (二) 計畫經費與人力

### 1. 計畫經費

本年度預算總經費是10,172仟元，分配及支用狀況如下表。

106年度預算分配及支用狀況表

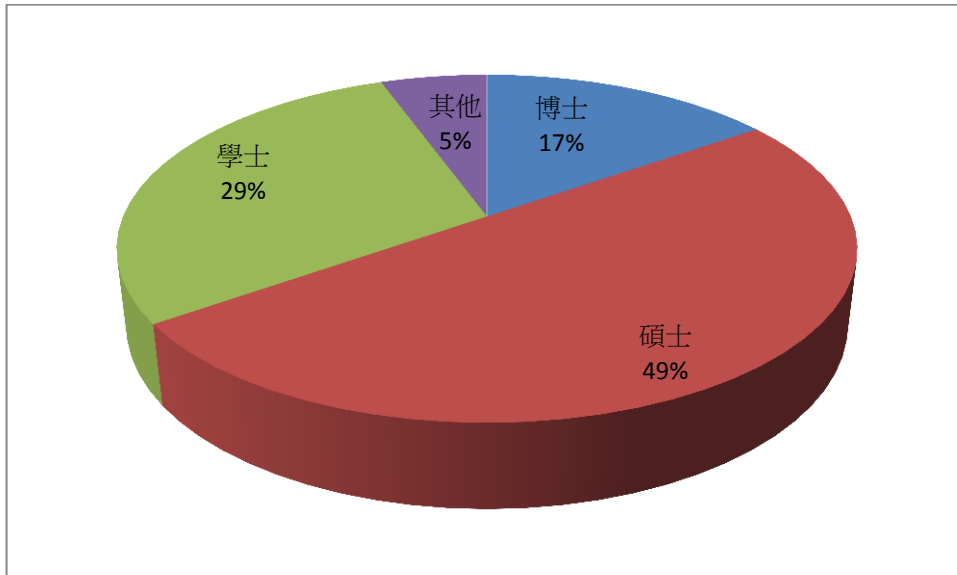
分配項目	預 算 (流用後)		支 用		
	金額(千元)	佔總額(%)	金額(千元)	佔總額(%)	佔分配(%)
人事費	0	0	0	0	0
業務費	7,972	78.37	7,902	77.68	99.12
設備費	2,200	21.63	2,155	21.18	97.94
合 計	10,172	100.00	10,056	98.86	98.86

106 年度各分項工作預算支用狀況表

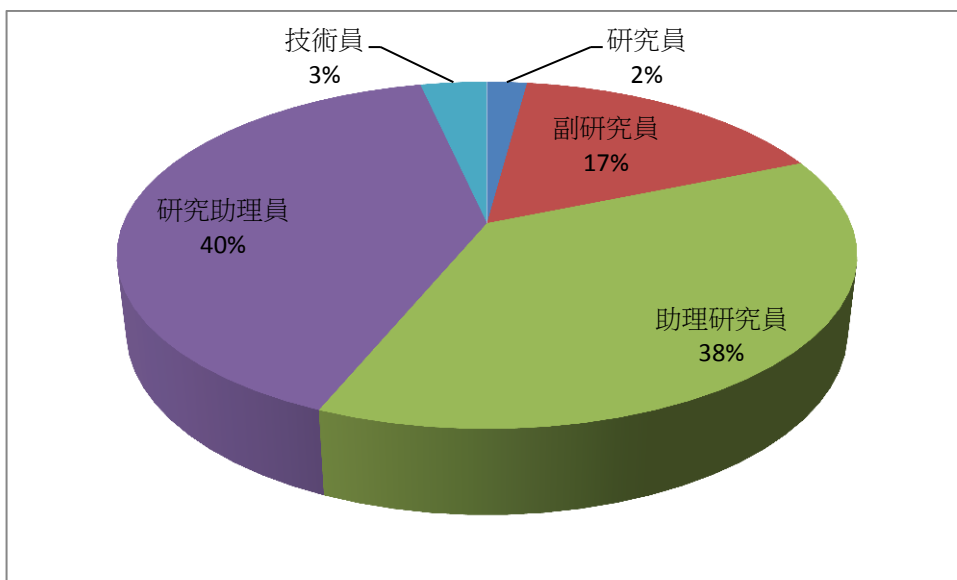
分項工作名稱	106 年 度預算	106 年度支用數						
	小計	小 計	經常支出			資本支出		
			人事 費	材料 費	其它費 用	土地 建築	儀器 設備	其它 費用
1.量測標準的維持與服務	5,332	5,252	0	593	3,591	0	1,068	0
2.量測標準的精進與新建	3,300	3,262	0	692	1,483	0	1,087	0
3.量測標準技術的推廣與應用	1,540	1,542	0	198	1,344	0	0	0
總 計	10,172	10,056	0	1,483	6,418	0	2,155	0

## 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

106 年度各分項工作使用人力

各分項工作名稱	106 年度	106 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	7.50	0.13	0.60	3.00	3.57	0.30
量測標準的精進與新建	3.00	3.10	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 106 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 106 年 12 月底共 375 件收入 4,500,400 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 97%。

##### (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)，使用 NE 2571、Exradin A3、PTW3001 共 3 支標準游離腔作為量測標準比對件，共有包括台灣 INER、日本 NMIJ、韓國 KRISSE、大陸 NIM、澳洲 ARPANSA、埃及 NIS、南非 NMISA、馬來西亞 Nuc. Malaysia、印尼 BATAN、巴西 LNMRI/IRD 及印度 BARC 共 11 個國家實驗室參加，預計將於 2018 年撰寫比對報告送亞太計量組織審查。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：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 KRISSE、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 2018 年 3 月，預計將於 2018 年 1 月傳遞至本實驗室進行量測。

參與實驗室列表與原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 2017 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) 可攜式石墨熱卡計研製

熱卡計是目前國際上先進國家之游離輻射標準實驗室所致力發展的輻射劑量原級標準。傳統上通常使用游離腔來進行輻射劑量原級量測，但游離腔有量測能量上限及劑量率上限等問題，在量測高能光子時，會因無法達到電子平衡而達到量測能量上限(約 2 MeV)，超過此上限便須使用各種議定書，如 AAPM-51 號報告、IAEA-398 號報告等，將游離腔量測結果延伸到更高的光子能量；而量測高劑量率輻射時，游離腔則會因離子再結合使量測回應降低。如使用熱卡計量測，則沒有能量上限及劑量率上限的問題。但熱卡計也有一些缺點，除了靈敏度較低而無法用於低劑量率量測以外，為了對熱卡計進行溫度控制及量測，需使用隔熱設備、真空幫浦、高精確度電表等，使得熱卡計裝置龐大，難以運輸和安裝，限制了熱卡計通常只能用在實驗室中，作為校正其他劑量計的標準，而無法用於現場量測。為了使熱卡計便於攜帶，本計畫著手研製可攜式石墨熱卡計，縮小石墨熱卡計量測系統之體積，使其便於搬運及安裝，適用於現場量測醫院之直線加速器及質子治療機劑量。本計畫於今年度完成可攜式石墨熱卡計硬體製作及

人機介面程式撰寫，將石墨熱卡計本體的部分，拆分成量測核心與假體等數個部分，減少各組件之重量以利於搬運，且運用於高能粒子劑量量測時，可順應不同粒子能量布拉格峰調整假體的厚度。另外，熱卡計的真空系統也改為可移動式的真空幫浦，以便搬運。達成今年度計畫目標。**可攜式石墨熱卡計設計圖及外觀照片詳如補充附件 5。**

### (2) 建立符合 IEC 61267 RQA 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，目前國際上對於醫療診斷用 X 射線品質是以 IEC 61267 的規範為標準，IEC 61267 中的 RQA 射質是模擬 X 射線經過病患後的射束，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，作為上述相關測試技術發展之基礎能力。本計畫完成 RQA 射質所需的純鋁過濾片製作組配，並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。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、電極遮蔽效應等修正因子，並完成 X 射線原級標準劑量標定。經評估，本系統之量測不確定度為 0.8% (k=2)，達成計畫目標。傳送一支游離腔(型號 A5、序號 209)赴德國 PTB 實驗室進行 IEC 61267 RQA 系列射質校正，並與本實驗室進行比對，量測結果兩實驗室的校正因子最大差異為 0.54%，小於量測不確定度。**RQA 射質量測結果及比對結果詳如補充附件 6。**

### (3) 擴建公稱電壓標準至 150 kVp

放射診斷 X 光攝影之影像品質及輻射劑量與 X 光管電壓息息相關，醫院之放射師進行 X 光攝影時，需根據病人體型及照射部位調整 X 光

管電壓，以獲得最佳化的影像品質與輻射劑量。依據原子能委員會「醫用可發生游離輻射設備及放射性物質輻射安全審查項目」規定，診斷用可發生游離輻射設備管電壓容許誤差應小於百分之十。而原能會正積極推動的透視攝影 X 光機之醫療曝露品保作業，其推動項目亦將包括公稱電壓測試。國家游離輻射標準實驗室現有 23~35 kVp 公稱電壓標準，僅能提供乳房攝影公稱電壓值之追溯，本計畫將公稱電壓標準提升至 150 kVp，以便提供一般診斷用 X 光機、透視攝影等公稱電壓值之追溯，增加其管電壓量測之準確度，提升放射診斷影像品質並降低輻射劑量。本計畫完成公稱電壓校正射質建置，量測其半值層及均勻係數均符合標準規範。完成高壓分壓儀採購、安裝及校正等事宜，並以高壓分壓儀量測 X 光機管電壓值，完成中能量 X 射線公稱電壓校正系統的建置，評估本系統之量測不確定度為 1.2% (k=2)，達成計畫目標。採購 150 kVp 公稱電壓儀 1 台送往德國 PTB 校正，並與本實驗室進行比對，兩者量測差異為 0.77%，小於量測不確定度。**系統照片及比對結果詳如補充附件 7。**

### (3) 建立 Mn-54 射源活度原級標準

Mn-54 放射活度原級標準，除常作為加馬能譜分析系統的校正源外，亦可作為特定放射化學分析應用的示蹤劑，國內使用單位包括，核研所、台電核能電廠、中研院、清華大學等設有加馬能譜分析系統之研究機構、二級實驗室或檢測實驗室，這些二級實驗室或檢測實驗室，都是環境核種、放射性廢棄物核種與進出口食品放射性核種分析檢測的第一線實驗室，其準確度關係到民眾與環境的輻射安全。本年度完成放射源活度原級標準(4 $\pi$  $\beta$ - $\gamma$ )之絕對計測法量測 Mn-54 活度，量測不確定度為 0.45%。與德國 PTB 進行雙邊比對，量測結果 INER/PTB = 0.999  $\pm$  0.009，差異小於量測不確定度。達成計畫目標、量測標準

與先進國家一致、技術能力擠進國際技術領先群。系統外觀及比對結果詳如補充附件 8。

### 3.量測標準的推廣與應用

#### (1)輻射劑量標準業務推廣

本年度完成實驗室網站建置、召開研討會 2 場、開放實驗室參觀 7 次總計 456 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：

完成實驗室網站建置，並分為實驗室介紹、科普知識、校正服務、相關網站、訊息公告等區塊進行內容設計及撰寫，可提供一般大眾、學生、廠商、國內外專家等各層級的人獲得其所需的各項資訊。相關佐證資料如補充附件 9。

5 月 25 日於核能研究所國家游離輻射標準實驗室舉辦「第七次輻射偵檢儀器校正能力試驗與第十次人員劑量計能力試驗總結會議」，共計有 18 個單位 67 人參與。會中進行輻射偵檢儀器校正能力試驗說明及人員劑量計能力試驗總結評估，並針對即將舉辦的肢端劑量計能力試驗試運轉進行討論。相關佐證資料如補充附件 10。

8 月 29 日在國立陽明大學舉辦「游離輻射暨醫療器材研討會」，共計有 24 個單位 53 人參與。於會議中討論醫療器材設計開發、管理現況、前瞻發展等，並針對輻射醫療器材相關法規進行研討。相關佐證資料如補充附件 11。

於 11 月 24 日至 12 月 2 日，赴印度參與 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 12。

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。於 1 月 23 日，國防大學約 200 人參訪國家游離輻射標準實驗室；2 月 9 日，105 年公務人員高考三級核工暨輻安類科錄取人員約 27 人參訪；3 月 8 日，原子能委員會行政人員專業訓練學員約 37 人參訪；5 月 10 日，陽明大學生物醫學影像暨放射科學系師生約 20 人參訪；11 月 30 日，長庚大學師生約 50 人參訪；12 月 6 日，中央大學師生約 80 人參訪，由實驗室人員介紹游離輻射標準、國際追溯鏈、國內標準傳遞與標準應用與衍生效益。

於 10 月 20 日辦理科普廣宣活動「科普探奇之旅」，邀請新店高中師生共 42 人前來參加，介紹核能研究所國家游離輻射標準實驗室，以及輻射在日常生活與放射醫學上的運用，並舉行有獎徵答及闖關競賽等活動，藉此激發學生對於輻射應用及標準傳遞之興趣，相關佐證資料如補充附件 13。

10 月 24 日、10 月 27 日、11 月 3 日，分別於台北、高雄、台中支援保健物理技術服務與應用研討會，針對輻防法規、保健物理技術服務、國家標準實驗室校正服務等進行介紹，並回應現場與會之客戶問題並針對其問題現場答覆，現場佐證資料如補充附件 14。

## (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張展，開發可量測游離腔信號之電子電路與計讀儀；以及長庚大學趙自強教授及其研究生邢淳惠、Milad Enferadi，進行微劑量學研究及細胞照射實驗。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，協助製作環境試樣核種分析參考物質。
- B. 與核研所輻射安全評估研究團隊合作，發展質子誘發高能中子量測分析技術，進行現有中子劑量偵測器對高能中子量測誤差研究。

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

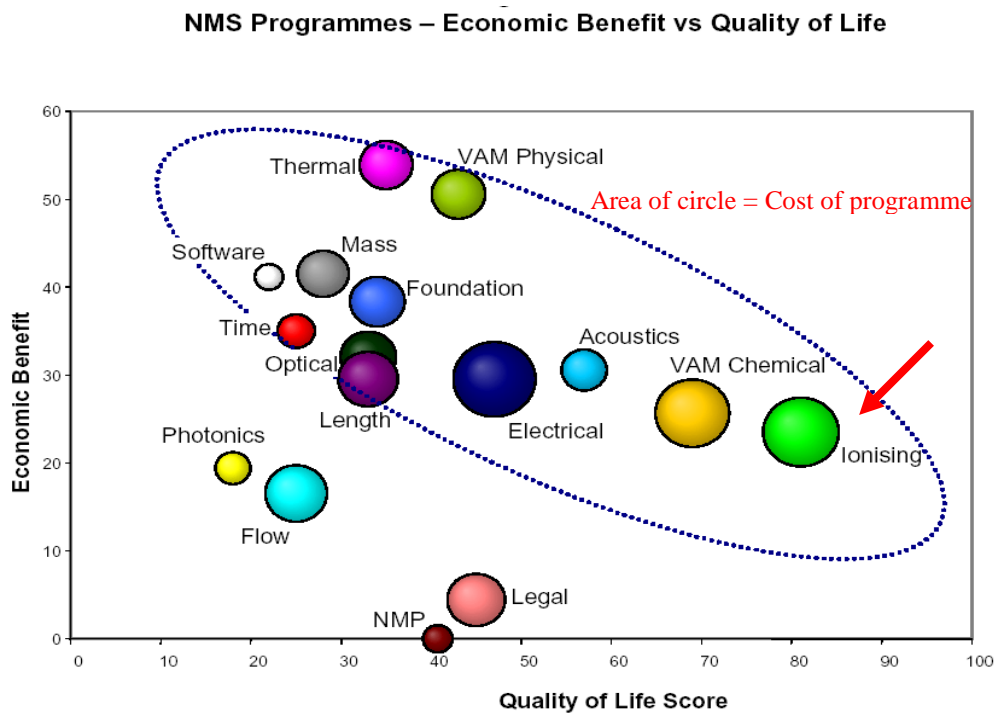
本年度已發表 SCI 期刊 2 篇、國內期刊 1 篇、國際會議論文 3 篇、技

術報告 18 篇及出國報告 3 篇，共計發表 27 篇，詳如論文報告一覽表(補充附件 15)及研究報告摘要(補充附件 19)。



#### (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 105 年衛生福利部統計處之資料顯示約 118 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照野的給付額約 1300 元，以此估算，國家健保支出給付約 15 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乘積(DLP)標準，依據 105 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 219 萬人次，健保對此項掃描檢查的給付額約 3800 元，合計約 83 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 105 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 48 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

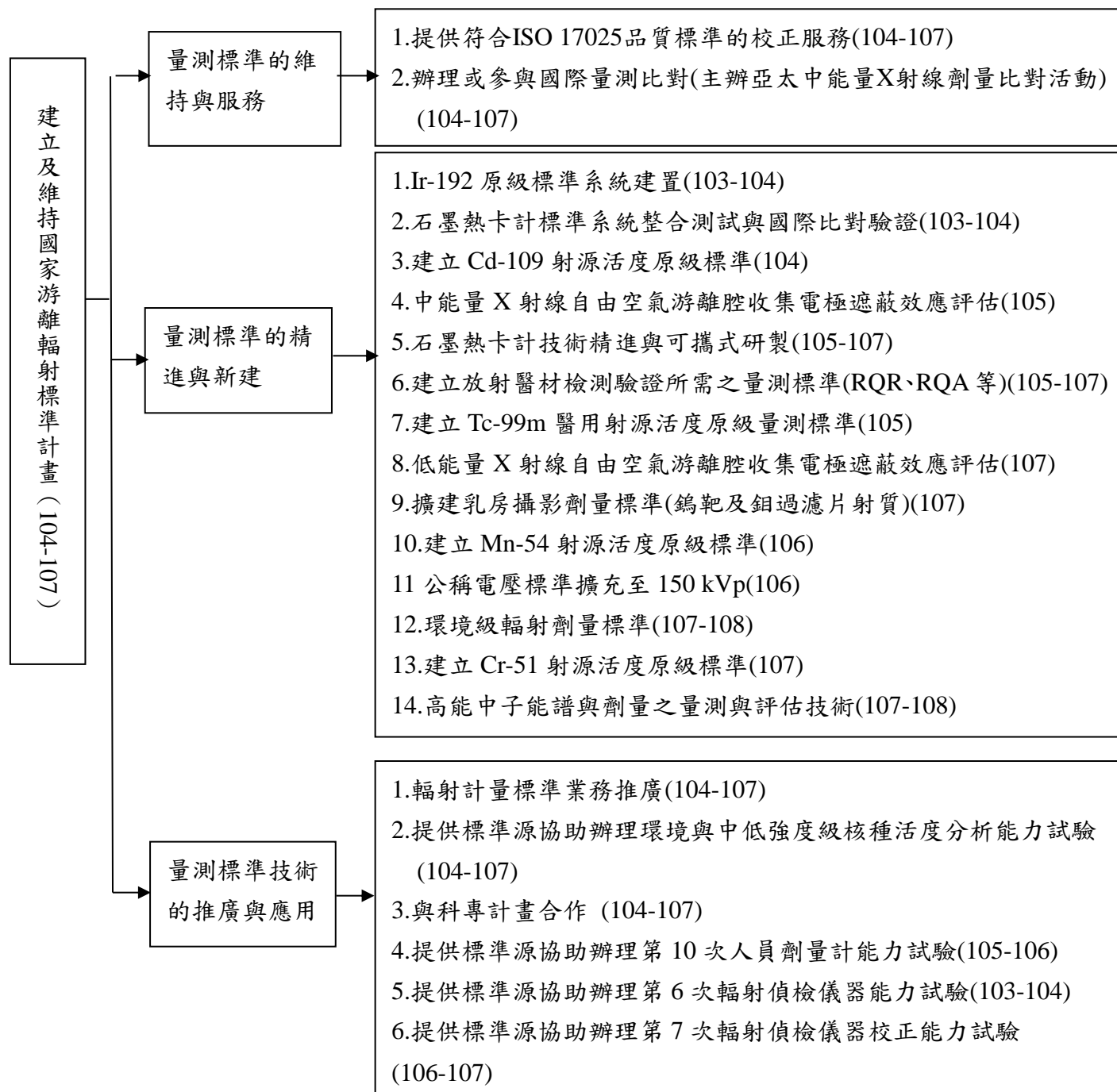
本計畫每年約完成 260 件校正服務，收入約 250 萬元，約佔年度計畫經費的 20%，比例看似無奇，但若將這些量測儀器送至國外校正，

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 106 年止，有 19 個項目的比對結果進入 KCDB，詳如**補充附件 16**。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(105 年約 219 萬人次)、核子醫學(含正子)掃描(105 年約 48 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(鎵)-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  $\mu\text{Sv/h}$ (實際的環境劑量約 0.2  $\mu\text{Sv/h}$ )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 $\beta$ 粒子發射核種如  $^{89}\text{Sr}$ (銻)、 $^{90}\text{Sr}$ (銻)、 $^3\text{H}$ (氚)等，或 $\gamma$ 粒子延遲發射核種，如  $^{137}\text{Cs}$ (銫)、 $^{85}\text{Sr}$ (銻)、 $^{67}\text{Ga}$ (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。107 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 $\alpha$ 、 $\beta$ 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，已於 104 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，目前的服務能量範圍有擴大的必要，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 2011 年約有 54 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. 環境級輻射劑量標準	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	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

	術應用於各量測 標準系統之修正 參數分析		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為 375 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：可攜式石墨熱卡計研製、IEC 61267 RQA 射質擴建及公稱電壓標準擴建。另一為放射核種活度標準：Mn-54 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，每年約有 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，105 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未來規畫報告與討論，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、106 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 (3/4)』

(英文) 『Establishment of National Standards for Ionizing Radiation (3/4)』

審議編號 106-1403-05-05-01

計畫期程 104 年 1 月 -- 107 年 12 月

全程經費 48,977 千元 年度經費 10,172 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，使本年度共完成例行校正 375 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：完成可攜式石墨熱卡計研製、建立符合 IEC 61267 RQA X 射線射質劑量原級標準、擴建公稱電壓標準至 150 kVp、建立 Mn-54 射源活度原級標準，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 10,172 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. 106 年預算 10,172 千元，略低於上年度預算，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. 106 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	10606: 1-6 月完成例行校正服務累計達 90 件。  10612: 1-12 月完成例行校正服務累計達 250 件。	106 年 6 月：提供校正服務 1~6 月累計達 126 件，收入繳庫 1,212,000 元。  106 年 12 月：提供校正服務 1~12 月累計達 375 件，收入繳庫 4,500,400 元。	超前預定進度
國際量測比對  ● 主辦亞太中能量 X 射線劑量比對活動 (代號：APMP.RI(I)-K3)	10609: 中能量 X 射線比對標準游離腔，完成傳遞馬來西亞、印度及台灣 3 個國家標準實驗室。	106 年 9 月：完成傳遞馬來西亞進行量測。  106 年 12 月：完成傳遞印度及台灣進行穩定性測試。	符合預定進度
二、量測標準的精進與新建			
可攜式石墨熱卡計研製	10603： 完成可攜式石墨熱卡計本體設計。  10609： 完成石墨熱卡計與量測設備硬體整合	106 年 3 月：完成可攜式石墨熱卡計設計並發包廠商製作。  106 年 9 月：完成可攜式石墨熱卡計硬體設備製作及真空系統採購。將石墨熱卡計本體的部分，拆分成量測核心與假體等數個部分，減少各	符合預定進度

計畫工作項目	查核點	工作進度	符合情形
	製作 10612： 完成可攜式石墨熱卡計人機介面程式撰寫	組件之重量以利於搬運，且運用於高能粒子劑量量測時，可順應不同粒子能量布拉格峰調整假體的厚度。另外，熱卡計的真空系統也改為可移動式的真空幫浦，以便搬運。  106年11月：完成可攜式石墨熱卡計人機介面程式撰寫。達成計畫目標。	
建立符合 IEC 61267 RQA X 射線射質劑量原級標準	10606： 完成 RQA 射質過濾片製作組配。  10612： 完成 IEC 61267 RQA X 射線射質劑量原級標準，不確定度小於 1%。	106年6月：完成 RQA 射質所需的純鋁過濾片製作組配，並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。  106年11月：完成自由空氣游離腔的各項修正因子評估，包括空氣衰減、窗膜衰減、離子再結合、光子散射、電子損失、電極遮蔽效應等修正因子，並完成 X 射線原級標準劑量標定。評估本系統之量測不確定度為 0.8% (k=2)，達成計畫目標。	符合預定進度
擴建公稱電壓標準至 150 kVp	10609： 完成公稱電壓校正系統量測不確定度評估	106年6月：完成公稱電壓校正射質建置，量測其半值層及均勻係數均符合標準規範。  106年11月：完成中能量 X 射線公稱電壓校正系統的建置，完成高壓分壓儀採購、安裝及校正等事宜，並以高壓分壓儀量測 X 光機管電壓值。經評估，本系統之量測不確定度為 1.2% (k=2)，達成計畫目標。	符合預定進度
建立 Mn-54 射源活度原級標準	10603： 完成 Mn-54 衰變結構分析與文獻收集  10609： 取得 Mn-54 射源量測樣品製作	106年3月：完成 Mn-54 衰變結構分析與文獻收集，並根據 Mn-54 核種之衰變方式，規劃本實驗室現有之 $4\pi \beta-\gamma$ 符合計測系統， $\beta$ 頻路可沿用常壓比例計數器來計測其鄂惹電子， $\gamma$ 頻路之碘化鈉偵檢器之加馬能量範圍收集窗設定在 835	符合預定進度



計畫工作項目	查核點	工作進度	符合情形
		<p>keV 間，即可測得二頻路同時發生的計數，並利用直線外插方式來獲得計測結果之數據。</p> <p>106 年 9 月：完成射源採購與驗收，取得 Mn-54 放射源量測樣品。完成 Mn-54 射源量測樣品製作，將 Mn-54 射源與 Ludox 擴散劑滴定於 VYNS 薄膜上，並評估 VYNS 薄膜之 Mn-54 質量。</p> <p>106 年 11 月：完成放射源活度原級標準(4πβ-γ)之絕對計測法量測 Mn-54 活度，量測不確定度為 0.45%。與德國 PTB 進行雙邊比對，量測結果 INER/PTB = 0.999 ± 0.009，差異小於量測不確定度。</p>	
(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>10606：召開能力試驗說明會一場。</p> <p>10612：完成研討會或說明會累計 2 場次。</p>	<p>完成實驗室網站建置，並分為實驗室介紹、科普知識、校正服務、相關網站、訊息公告等區塊進行內容設計及撰寫，可提供一般大眾、學生、廠商、國內外專家等各層級的人獲得其所需的各項資訊。</p> <p>106 年 5 月 25 日於核能研究所國家游離輻射標準實驗室舉辦「第七次輻射偵檢儀器校正能力試驗與第十次人員劑量計能力試驗總結會議」，共計有 18 個單位 67 人參與。會中進行輻射偵檢儀器校正能力試驗說明及人員劑量計能力試驗總結評估，並針對即將舉辦的肢端劑量計能力試驗試運轉進行討論。</p> <p>106 年 8 月 29 日在國立陽明大學舉辦「游離輻射暨醫療器材研討會」，共計有 24 個單位 53 人參與。於會議中討論醫療器材設計開發、管理現況、前瞻發展等，並針對輻射醫療器材相關法規進行研討。完成舉辦研討會累計 2 場次。</p>	符合預定進度

計畫工作項目	查核點	工作進度	符合情形
		<p>於 106 年 11 月 24 日至 106 年 12 月 2 日，赴印度參與 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>106 年 1 月 23 日，國防大學約 200 人參訪國家游離輻射標準實驗室；2 月 9 日，105 年公務人員高考三級核工暨輻安類科錄取人員約 27 人參訪；3 月 8 日，原子能委員會行政人員專業訓練學員約 37 人參訪；5 月 10 日，陽明大學生物醫學影像暨放射科學系師生約 20 人參訪；11 月 30 日，長庚大學師生約 50 人參訪；12 月 6 日，中央大學師生約 80 人參訪。</p> <p>106 年 10 月 20 日辦理科普探奇之旅，邀請新店高中師生共 42 人前來參加，介紹核能研究所國家游離輻射標準實驗室，以及輻射在日常生活與放射醫學上的運用，並舉行有獎徵答及闖關競賽等活動，藉此激發學生對於輻射應用及標準傳遞之興趣。</p>	
提供游離輻射領域能力試驗標準追溯源。	10612：完成人員劑量計體外劑量評估實驗室能力試驗	106 年 6 月：提供標準追溯源，完成人員劑量計能力試驗，並於 106 年 5 月 25 日在核能研究所國家游離輻射標準實驗室舉辦「第十次人員劑量計能力試驗總結會議」，進行人員劑量計能力試驗總結評估。	符合預定進度

## 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"> <li>● SCI 期刊 2 篇</li> <li>● 技術報告或其他論文 18 篇</li> <li>● 專利 1 項</li> <li>● 舉辦研討會或業務說明會 2 場</li> <li>● 問卷調查 1 次</li> <li>● 全年完成標準校正服務累計達 250 件</li> <li>● 參與國際量測比對 2 項</li> <li>● 博碩士培育 1 人</li>   <li>● 標準精進及擴建完成 4 項</li>   <li>● 技術活動 2 項</li>   <li>● 問卷調查 1 次</li> </ul>	<p>發表 2 篇。</p> <p>發表 25 篇。</p> <p>獲得中華民國專利 2 項。</p> <p>完成研討會 2 場次，並開放實驗室參訪 7 場次。</p> <p>完成 1 次</p> <p>例行校正服務共完成 375 件收入 4,500,400 元。</p> <p>主辦國際比對 1 項，參與 1 項。</p> <p>嘉義大學電機系碩士研究生張展 長庚大學醫放系研究生邢淳惠 長庚大學醫放系研究生 Milad Enferadi 合計共 3 人</p> <p>完成可攜式石墨熱卡計研製、建立符合 IEC 61267 RQA X 射線射質劑量原級標準、擴建公稱電壓標準至 150 kVp、建立 Mn-54 射源活度原級標準，共 4 項</p> <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>完成問卷調查 1 次，共計回收 70 份問卷，滿意及非常滿意的比例平均達 97%。</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> <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>(2) 其他計畫工作目標</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 提供游離輻射領域能力試驗標準追溯源</li> </ul>	<p>人員劑量計能力試驗、肢端劑量計能力試驗，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</p>	<p>無差異。</p>

計畫目標	目標達成度	差異檢討
	位，提供參考值，推廣輻射劑量標準之使用。	
● 完成可攜式石墨熱卡計硬體製作，及人機介面程式撰寫。	完成可攜式石墨熱卡計硬體製作及人機介面程式撰寫，將石墨熱卡計本體的部分，拆分成量測核心與假體等數個部分，減少各組件之重量以利於搬運，且運用於高能粒子劑量量測時，可順應不同粒子能量布拉格峰調整假體的厚度。達成計畫目標。	無差異。
● 完成 IEC 61267 RQA X 射線射質劑量原級標準，不確定度小於 1%。	根據 IEC 61267 規範，完成 RQA 射質所需的純鋁過濾片製作組配，並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。評估自由空氣游離腔的各項修正因子，並完成 X 射線原級標準劑量標定，量測不確定度為 0.8% (k=2)，達成計畫目標。	無差異。
● 完成擴建公稱電壓標準至 150 kVp。	完成公稱電壓校正射質建置，量測其半值層及均勻係數均符合標準規範。完成高壓分壓儀採購、安裝及校正等事宜，並以高壓分壓儀量測 X 光機管電壓值，完成中能量 X 射線公稱電壓校正系統的建置，評估本系統之量測不確定度為 1.2% (k=2)，達成計畫目標。	無差異。
● 完成 Mn-54 射源活度原級標準。	完成放射源活度原級標準(4πβ-γ)之絕對計測法量測 Mn-54 活度，量測不確定度為 0.45%。與德國 PTB 進行雙邊比對，量測結果 INER/PTB = 0.999 ± 0.009，差異小於量測不確定度。達成計畫目標。	無差異。

## (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	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	
106	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

### 106 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	7,972	78.37	7,902	78.57	
設備費	2,200	21.63	2,155	21.43	
合 計	10,172	100.00	10,056	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		2,600 元	
技術移轉			
權利金			
技術授權		47,066 元	
製程使用			
其他			
罰金罰鍰收入			
罰金罰鍰		15,120 元	
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		4,500,400 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		4,565,186 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(預期)
開會	參加 2017 年亞太計量組織會議及游離輻射技術委員會	新德里/印度	106.11.24-106.12.2	王正忠 朱健豪 黃增德	負責環境級活度標準技術之建立與維持 實驗室負責人 負責 X 射線標準技術之建立與維持	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	赴日本參訪 NMIJ/AIST 實驗室暨執行貝他劑量之校正比對。	產業技術總合研究所/日本	106.11.20-106.11.29	施名原	負責貝他劑量標準技術之建立與維持	發表技術論文、收集國際發展趨勢、進行技術研討、或參訪相關實驗室。
開會	2017 年第 21 屆國際放射核種計量與應用會議(21st International Committee for Radionuclide Metrology and its Application, ICRM 2017)	阿根廷原子能委員會/阿根廷/	106.05.13-106.05.22	林怡君 葉俊賢	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 游校技術服務與放射活度量測	發表技術論文、收集國際發展趨勢、進行技術研討。

#### (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  $^{241}\text{Am}$ (60 keV)、 $^{137}\text{Cs}$ (662 keV)與  $^{60}\text{Co}$ (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  $^{60}\text{Co}$ (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 $\alpha$ 或 $\beta$ 發射源粒子發射率校正。
7. 中子劑量標準：提供  $^{252}\text{Cf}$ 、 $^{252}\text{Cf}$ +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 <sup>-1</sup>	1.98E+03	2.30E+04	<sup>60</sup> 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 <sup>-1</sup>	6.12E+00	1.58E+03	<sup>137</sup> 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 <sup>-1</sup>	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 <sup>-1</sup>	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 <sup>-1</sup>	5.50E-04	6.40E-03	<sup>60</sup> 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 <sup>-1</sup>	4.28E+00	4.28E+00	<sup>90</sup> Sr/ <sup>90</sup> 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 <sup>-1</sup>	50	0.5	<sup>192</sup> 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 <sup>-1</sup>	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 <sup>-1</sup>	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 <sup>134</sup> Cs(2005)、APMP/TCRI 比對 <sup>139</sup> 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 <sup>60</sup> 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 <sup>-1</sup>	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 <sup>36</sup> 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 <sup>-1</sup>	6.41E-06	1.78E-04	<sup>252</sup> 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 <sup>-1</sup>	1.44E-06	5.83E-06	<sup>241</sup> Am/ <sup>9</sup> 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>可攜式石墨熱卡計 研製</p>	<p>目前現有的石墨熱卡計為了進行溫度控制及量測，需使用隔熱設備、真空幫浦、高精確度電表等，使得熱卡計裝置龐大，難以運輸和安裝，限制了熱卡計通常只能用在實驗室中，作為校正其他劑量計的標準，而無法用於現場量測。為了使熱卡計便於攜帶，著手研製可攜式石墨熱卡計，縮小石墨熱卡計量測系統之體積，使其便於搬運及安裝，以便未來可運用於現場量測醫院之直線加速器及質子治療機劑量。</p>
<p>建立符合 IEC 61267 RQA X射線 射質劑量原級標準</p>	<p>IEC 61267 RQA系列X射線射質是模擬X射線經過病患後的射束，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</p>



執行項目	成果運用
	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。
擴建公稱電壓標準至150 kVp	放射診斷X光攝影之影像品質及輻射劑量與X光管電壓息息相關，醫院之放射師進行X光攝影時，需根據病人體型及照射部位調整X光管電壓，以獲得最佳化的影像品質與輻射劑量。依據原子能委員會「醫用可發生游離輻射設備及放射性物質輻射安全審查項目」規定，診斷用可發生游離輻射設備管電壓容許誤差應小於百分之十。而原能會正積極推動的透視攝影X光機之醫療曝露品保作業，其推動項目亦將包括公稱電壓測試。國家游離輻射標準實驗室原本僅有23~35 kVp公稱電壓標準，僅能提供乳房攝影公稱電壓值之追溯，將公稱電壓標準提升至150 kVp後，即可提供一般診斷用X光機、透視攝影等公稱電壓值之追溯，增加其管電壓量測之準確度，提升放射診斷影像品質並降低輻射劑量。
建立Mn-54射源活度原級標準	Mn-54放射活度原級標準，除常作為加馬能譜分析系統的校正源外，亦可作為特定放射化學分析應用的示蹤劑，國內使用單位包括，核研所、台電核能電廠、中研院、清華大學等設有加馬能譜分析系統之研究機構、二級實驗室或檢測實驗室，這些二級實驗室或檢測實驗室，都是環境核種、放射性廢棄物核種與進出口食品放射性核種分析檢測的第一線

執行項目	成果運用
	實驗室，其準確度關係到民眾與環境的輻射安全。

## (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(3/4)	2		1	5	18	3												2	120	2
小計	2		1	5	18	3												2	120	2
合計	2		6		21												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

中華民國一〇六年一月一日至一〇六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（106 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-105346	PTW TN31014	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	105.10.11	106.01.13	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105344	PTW TN34045	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	105.10.11	106.01.13	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105343	PTW TN34045	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	105.10.11	106.01.13	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105347	IBA FC5-P	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	105.10.11	106.01.13	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105342	PTW TN30013	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	105.10.11	106.01.13	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-105341	PTW TN30013	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	105.10.11	106.01.13	9,600	一級	王思文

院

KK1005	NRSL-105345	IBA PCC05	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	105.10.11	106.01.13	9,600	一級	王思文
KK1008	NRSL-105454	Thermo RADEYE NL	1	中龍鋼鐵股份有限公司	105.12.29	106.01.25	9,600	一級	朱葦翰
KK1004	NRSL-105442	Radcal 2025	1	老達利貿易股份有限公司	106.01.12	106.01.25	9,600	一級	謝宗佑
KK1004	NRSL-105443	Gammex RMI 245	1	老達利貿易股份有限公司	106.01.12	106.01.25	9,600	一級	謝宗佑
KK1008	NRSL-105433	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105434	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105435	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105436	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105437	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105446	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105447	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105448	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105449	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105450	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105457	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105458	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰

KK1008	NRSL-105459	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105460	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105461	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105472	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105473	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105474	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105475	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105476	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105477	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105478	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105479	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105480	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105481	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-105453	Thermo / FHT762V	1	銳昕科技有限公司	106.02.06	106.02.09	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-106015	BF-3 9900305	1	臺灣新吉美碩股份有限公司	106.01.12	106.02.08	9,600	一級	朱葦翰
KK1009	NRSL-105444	PTW TN 33002	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	105.11.29	106.02.18	14,000	一級	朱葦翰
KK1004	NRSL-106020	Fluke TNT12000	1	長庚醫療財團法人嘉義長庚紀念醫院	106.02.13	106.02.24	9,600	一級	金寧法 謝宗佑

KK1004	NRSL-106021	Fluke TNT12000	1	長庚醫療財團法人嘉義長庚紀念醫院	106.02.13	106.02.24	9,600	一級	金寧法 謝宗佑
KK1009	NRSL-106001	PTW TM33004	1	長庚醫療財團法人高雄長庚紀念醫院	106.01.18	106.03.01	14,000	一級	陳晉奇
KK1004	NRSL-106035	Radcal 10X6-60E	1	博晟儀器有限公司	106.02.17	106.03.03	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106035	Radcal 10X6-60E(含一額外能量點)	1	博晟儀器有限公司	106.02.17	106.03.03	2,000	一級	金寧法
KK1003	NRSL-106039	Unfors XI CT	1	老達利貿易股份有限公司	106.02.10	106.03.08	9,600	一級	金寧法
KK1008	NRSL-106016	LUDLUM 12-4	1	施蘭卜吉有限公司	106.01.18	106.03.08	9,600	一級	陳晉奇
KK1004	NRSL-106052	Unfors 8202031-G	1	得豐科技股份有限公司	106.03.08	106.03.10	9,600	一級	金寧法
KK1009	NRSL-106026	PTW 077094	1	義大醫療財團法人義大醫院	106.02.20	106.03.23	14,000	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106013	Thermo NRD-H2	1	銳昕科技有限公司	106.03.21	106.04.10	9,600	一級	陳晉奇
KK1001	NRSL-106024	PTW TW30013	1	埔基醫療財團法人埔里基督教醫院	106.04.05	106.04.17	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106033	PTW TM30013	1	新光醫療財團法人新光吳火獅紀念醫院	106.04.05	106.04.17	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106036	IBA FC65-P	1	洽泰企業股份有限公司	106.04.06	106.04.17	9,600	一級	王思文
KK1004	NRSL-106054	RTI Cobia Flex	1	國立陽明大學	106.03.06	106.04.17	9,600	一級	金寧法
KK1001	NRSL-106066	PTW TM30013	1	高雄醫學大學附設中和紀念醫院	106.04.06	106.04.17	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106017	IBA FC65-P	1	洽泰企業股份有限公司	106.04.05	106.04.21	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106018	IBA FC65-P	1	洽泰企業股份有限公司	106.04.05	106.04.21	9,600	一級	王思文

KK1001	NRSL-106044	IBA FC65-P	1	洽泰企業股份有限公司	106.04.06	106.04.21	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106045	IBA FC65-P	1	洽泰企業股份有限公司	106.04.06	106.04.21	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106047	STANDARD IMAGING A1SL	1	久和醫療儀器股份有限公司	106.04.06	106.04.21	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106048	STANDARD IMAGING A1SL	1	久和醫療儀器股份有限公司	106.04.06	106.04.21	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106072	STANDARD IMAGING A1SL	1	久和醫療儀器股份有限公司	106.04.06	106.04.21	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-106022	Gammex 245	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.02.15	106.04.25	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-106023	Fluke kVp Divider 35080B	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.02.15	106.04.25	9,600	一級	金寧法
KK1001	NRSL-106027	PTW TM30013	1	義大醫療財團法人義大醫院	106.04.05	106.04.26	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106042	PTW TM30013	1	臺灣愛可芮股份有限公司	106.04.06	106.04.26	9,600	一級	王思文
KK1004	NRSL-106068	Gammex 245	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.03.27	106.04.28	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106069	RTI Electronics AB Piranha 301	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.03.27	106.04.28	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106155	Radcal Accu-Gold	1	國軍高雄總醫院左營分院	106.05.01	106.05.02	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106155	Radcal Accu-Gold (含一額外能量點)	1	國軍高雄總醫院左營分院	106.05.01	106.05.02	2,000	一級	金寧法
KK1001	NRSL-106029	PTW TM30013	1	醫世紀健康管理顧問股份有限公司	106.04.06	106.05.09	9,600	一級	王思文



KK1005	NRSL-106030	PTW TM30013	1	醫世紀健康管理顧問股份有限公司	106.04.06	106.05.09	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106031	STANDARD IMAGING A1SL	1	醫世紀健康管理顧問股份有限公司	106.04.06	106.05.09	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106064	PTW TM30013	1	東霖儀器股份有限公司	106.04.06	106.05.05	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106050	STANDARD IMAGING A12S	1	欣耕股份有限公司	106.04.06	106.05.09	9,600	一級	王思文
KK1008	NRSL-106106	Thermo / Radeye-NL	1	輻新企業股份有限公司	106.04.28	106.05.11	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106071	CARDINAL / RP-N	1	義大醫療財團法人義大醫院	106.04.12	106.05.17	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106093	Thermo / FHT751	1	恩斯特生物科技股份有限公司	106.04.12	106.05.09	9,600	一級	陳晉奇
KK1005	NRSL-106061	PTW TM30013	1	華霖股份有限公司	106.04.06	106.05.23	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106062	PTW TM30013	1	華霖股份有限公司	106.04.06	106.05.23	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106083	IBA FC65-G	1	洽泰企業有限公司	106.05.10	106.05.25	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106084	IBA FC65-G	1	洽泰企業有限公司	106.05.10	106.05.25	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106076	IBA FC65-G	1	洽泰企業有限公司	106.05.10	106.05.25	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106077	IBA FC65-G	1	洽泰企業有限公司	106.05.10	106.05.25	9,600	一級	王思文
KK1009	NRSL-106046	Nucletron 077092	1	馬偕紀念醫院	106.04.18	106.05.25	14,000	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106079	Berthold LB6411-Pb	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	106.04.12	106.06.21	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106080	Berthold LB6411-Pb	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	106.04.12	106.06.21	9,600	一級	陳晉奇

KK1008	NRSL-106081	Berthold LB6411-Pb	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	106.04.12	106.06.21	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106082	Berthold LB6411-Pb	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	106.04.12	106.06.21	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106089	Berthold LB6411-Pb	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	106.04.12	106.06.21	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106090	Berthold LB6411-Pb	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	106.04.12	106.06.21	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106091	Berthold LB6411-Pb	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	106.04.12	106.06.21	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106092	Berthold LB6411-Pb	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	106.04.12	106.06.21	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106109	INOVISION / RP-N	1	貝克西弗股份有限公司	106.04.28	106.05.31	9,600	一級	陳晉奇
KK1005	NRSL-106086	PTW TW23343	1	澄清綜合醫院中港分院	106.05.10	106.06.08	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106087	WELLHOFER IC15	1	澄清綜合醫院中港分院	106.05.10	106.06.08	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106101	PTW TM30013	1	醫療財團法人羅許基金會羅東博愛醫院	106.05.10	106.06.08	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106102	IBA CC01	1	醫療財團法人羅許基金會羅東博愛醫院	106.05.10	106.06.08	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106094	STANDARD IMAGING A1SL	1	久和醫療儀器股份有限公司	106.05.16	106.05.31	9,600	一級	王思文

KK1005	NRSL-106096	PTW TW30013	1	久和醫療儀器股份有限公司	106.05.16	106.05.31	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106104	PTW TM30013	1	東霖儀器股份有限公司	106.05.16	106.05.23	9,600	一級	王思文
KK1004	NRSL-106160	Unfors 8202031-G RF&HAM	1	友信行股份有限公司	106.05.17	106.06.09	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106148	Inovision 35080B	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.05.19	106.06.20	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106149	Keithley 35080A	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.05.19	106.06.20	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106150	Keithley 35080A	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.05.19	106.06.20	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106151	Inovision 35080B	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.05.19	106.06.20	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106152	Inovision 35080B	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.05.19	106.06.20	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106153	Inovision 35080B	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.05.19	106.06.20	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106154	Inovision 35080B	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.05.19	106.06.20	9,600	一級	金寧法
KK1001	NRSL-106118	PTW TW30013	1	磊信國際有限公司	106.06.05	106.06.14	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106119	PTW TW30013	1	磊信國際有限公司	106.06.05	106.06.14	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106120	PTW TW30013	1	磊信國際有限公司	106.06.05	106.06.14	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106121	PTW TW30013	1	磊信國際有限公司	106.06.05	106.06.14	9,600	一級	王思文
KK1004	NRSL-106172	Radcal 10X6-6M	1	長庚醫療財團法人	106.06.05	106.06.09	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106173	Radcal 40X9-Mo	1	長庚醫療財團法人	106.06.05	106.06.09	9,600	一級	金寧法
KK1001	NRSL-106110	PTW TW30006	1	醫世紀健康管理顧問股份有限公司	106.06.06	106.06.14	9,600	一級	王思文

KK1005	NRSL-106111	PTW TW31010	1	醫世紀健康管理顧問股份有限公司	106.06.06	106.06.14	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106122	PTW TW30010	1	戴德森醫療財團法人嘉義基督教醫院	106.06.06	106.06.21	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106123	PTW TW30010	1	戴德森醫療財團法人嘉義基督教醫院	106.06.06	106.06.21	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106140	PTW TM30013	1	臺灣愛可芮股份有限公司	106.06.06	106.06.21	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106141	PTW TM30013	1	臺灣愛可芮股份有限公司	106.06.06	106.06.21	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106142	PTW TM31016	1	臺灣愛可芮股份有限公司	106.06.06	106.06.21	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106158	STANDARD IMAGING A1SL	1	新光醫療財團法人新光吳火獅 紀念醫院	106.06.06	106.06.23	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106161	STANDARD IMAGING A19	1	新光醫療財團法人新光吳火獅 紀念醫院	106.06.06	106.06.21	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-106147	Fluke 500-100	1	銳昕科技有限公司	106.06.07	106.06.15	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106163	TL34060-2.5	1	台達電子工業股份有限公司	106.06.20	106.06.23	9,600	一級	金寧法
KK1008	NRSL-106215	Thermo / NRD-H2	1	銳昕科技有限公司	106.06.20	106.06.26	9,600	一級	陳晉奇
KK1003	NRSL-106212	RTI A600	1	柏鼎科技有限公司	106.06.23	106.06.29	9,600	一級	金寧法
KK1001	NRSL-106156	PTW TM30013	1	臺中榮民總醫院嘉義分院	106.06.05	106.06.21	9,600	一級	王思文
KK1008	NRSL-106116	LUDLUM / 2241-4	1	國立中央大學	106.04.28	106.07.05	9,600	一級	陳晉奇
KK1001	NRSL-106099	PTW TM30013	1	高雄榮民總醫院	106.05.10	106.07.05	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106098	PTW TM30013	1	高雄榮民總醫院	106.05.10	106.07.05	9,600	一級	王思文

KK1004	NRSL-106144	Radcal 10X6-6M	1	臺北榮民總醫院	106.05.17	106.07.07	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106145	Unfors 8202031-E	1	臺北榮民總醫院	106.05.17	106.07.07	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106146	Gammex RMI 245	1	臺北榮民總醫院	106.05.17	106.07.07	9,600	一級	金寧法
KK1001	NRSL-106113	wellhofer fc65-p	1	大千綜合醫院	106.06.06	106.07.06	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106114	wellhofer fc65-p	1	大千綜合醫院	106.06.06	106.07.06	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-106198	IBA DCT-10 Lemo	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.06.06	106.07.20	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-106205	Radcal 20X6-6	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.06.20	106.07.20	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-106206	Radcal 20X6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.06.20	106.07.20	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106207	Radcal 20X6-6M	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.06.20	106.07.20	9,600	一級	金寧法
KK1008	NRSL-106214	Thermo / NRD	1	義大醫療財團法人義大醫院	106.06.20	106.07.04	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106228	THERMO / FHT751	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	106.06.27	106.07.28	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106229	BERTHOLD / LB-6411	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	106.06.27	106.07.28	9,600	一級	陳晉奇
KK1005	NRSL-106174	PTW TN30013	1	佛教慈濟醫療財團法人花蓮慈濟醫院	106.07.11	106.07.28	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106175	PTW TN30013	1	佛教慈濟醫療財團法人花蓮慈濟醫院	106.07.11	106.07.28	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106176	PTW TN31010	1	佛教慈濟醫療財團法人花蓮慈濟醫院	106.07.11	106.07.28	9,600	一級	王思文

KK1001	NRSL-106182	PTW TN30013	1	九和生物科技股份有限公司	106.07.12	106.07.18	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106181	PTW TN30013	1	九和生物科技股份有限公司	106.07.12	106.07.18	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106184	PTW TN31010	1	九和生物科技股份有限公司	106.07.12	106.07.18	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106183	PTW TN31010	1	九和生物科技股份有限公司	106.07.12	106.07.18	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106186	STANDARD IMAGING A1SL	1	阮綜合醫療社團法人阮綜合醫院	106.07.12	106.07.17	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106216	Wellhofer IC-69	1	秀傳醫療社團法人秀傳紀念醫院	106.07.14	106.07.26	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106178	PTW TN30013	1	久和醫療儀器股份有限公司	106.07.11	106.07.24	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106179	PTW TN30013	1	久和醫療儀器股份有限公司	106.07.11	106.07.24	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106192	PTW TW31010	1	醫世紀健康管理顧問股份有限公司	106.07.14	106.07.25	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106189	PTW TW31010	1	醫世紀健康管理顧問股份有限公司	106.07.14	106.07.25	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106191	PTW TN30013	1	醫世紀健康管理顧問股份有限公司	106.07.14	106.07.25	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106188	PTW TN30013	1	醫世紀健康管理顧問股份有限公司	106.07.14	106.07.25	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106190	STANDARD IMAGING A1SL	1	醫世紀健康管理顧問股份有限公司	106.07.14	106.07.25	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106222	STANDARD IMAGING A1SL	1	和新生物科技股份有限公司	106.07.14	106.07.25	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106201	STANDARD IMAGING A1SL	1	華霖股份有限公司	106.07.14	106.07.28	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106208	PTW TW30013	1	彰化基督教醫療財團法人彰化基督	106.07.14	106.07.28	9,600	一級	王思文

教醫院

KK1005	NRSL-106210	PTW TW30013	1	彰化基督教醫療財團法人彰化基督教醫院	106.07.14	106.07.28	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106209	STANDARD IMAGING A10	1	彰化基督教醫療財團法人彰化基督教醫院	106.07.14	106.07.28	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-106264	IBA DCT10-RS Lemo	1	量子輻射科技有限公司	106.07.20	106.07.31	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-106251	Unfors 8222014-B Solo-CT	1	老達利貿易股份有限公司	106.07.17	106.08.02	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106235	Radcal 107726	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.13	106.08.03	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106231	Radcal 20x6-6	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.13	106.08.03	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106232	Radcal 20x6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.13	106.08.03	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106233	Radcal 20x6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.13	106.08.03	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106234	Radcal 20x6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.13	106.08.03	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106236	Radcal 20x6-6M	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.13	106.08.03	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106237	Radcal 20x6-6M	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.13	106.08.03	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106238	Radcal 20x6-6M	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.13	106.08.03	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106230	Radcal 20x6-3	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.13	106.08.03	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106254	Radcal 20X6-6M	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.17	106.08.03	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106262	Radcal 20X6-6M	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.17	106.08.03	9,600	一級	金寧法

KK1004	NRSL-106260	Radcal 20X6-6M	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.17	106.08.03	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106257	Radcal 20X6-6M	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.17	106.08.03	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-106253	IBA DCT-10 Lemo	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.17	106.08.03	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106258	Radcal 20X6-3	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.17	106.08.03	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106255	Radcal 20X6-6	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.17	106.08.03	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106261	Radcal 20X6-6	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.17	106.08.03	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106259	Radcal 20X6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.17	106.08.03	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106263	Radcal 20X6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.17	106.08.03	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106256	Radcal 20X6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.17	106.08.03	9,600	一級	金寧法
KK1001	NRSL-106199	PTW TM30013	1	東霖儀器股份有限公司	106.07.14	106.08.07	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106203	PTW TW30013	1	壠新醫院	106.07.14	106.08.07	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106224	PTW TW30013	1	臺北市立萬芳醫院委託財團法人臺北醫學大學辦理	106.07.14	106.08.08	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106197	PTW TW31014	1	久和醫療儀器股份有限公司	106.07.31	106.08.14	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106195	PTW TW31014	1	久和醫療儀器股份有限公司	106.07.31	106.08.14	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106196	PTW TW30013	1	久和醫療儀器股份有限公司	106.07.31	106.08.14	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106198	PTW TW30013	1	久和醫療儀器股份有限公司	106.07.31	106.08.14	9,600	一級	王思文
KK1004	NRSL-106281	Radcal 20X6-6M	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.31	106.08.11	9,600	一級	金寧法



KK1004	NRSL-106282	Radcal 20X6-6M	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.31	106.08.11	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106283	Radcal 20X6-6	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.31	106.08.11	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106284	Radcal 20X6-6	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.31	106.08.11	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106285	Radcal 20X6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.31	106.08.11	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106286	Radcal 20X6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	106.07.31	106.08.11	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-106304	Fluke TNT 12000	1	長庚醫療財團法人高雄長庚紀念醫院	106.08.11	106.08.17	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106305	Fluke TNT12000WD	1	長庚醫療財團法人高雄長庚紀念醫院	106.08.11	106.08.17	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106289	PTW T60004	1	供群科技股份有限公司	106.08.10	106.08.16	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106290	Radcal 20X6-6 (含二能量點)	1	醫療財團法人辜公亮基金會和信治癌中心醫院	106.08.10	106.08.29	11,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106292	Radcal 20X6-180	1	醫療財團法人辜公亮基金會和信治癌中心醫院	106.08.10	106.08.29	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106291	Radcal 20X6-6M	1	醫療財團法人辜公亮基金會和信治癌中心醫院	106.08.10	106.08.29	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-106250	PTW TM30009	1	國泰綜合醫院	106.07.20	106.08.29	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106315	Radcal 10X6-180	1	老達利貿易股份有限公司	106.08.21	106.08.29	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-106314	Radcal 10X6-3CT	1	老達利貿易股份有限公司	106.08.21	106.08.29	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-106316	Unfors 8202011-E	1	供群科技股份有限公司	106.08.21	106.09.01	9,600	一級	金寧法

KK1011	NRSL-106126	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	106.09.04	106.09.11	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-106127	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	106.09.04	106.09.11	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-106128	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	106.09.04	106.09.11	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-106129	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	106.09.04	106.09.11	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-106130	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	106.09.04	106.09.11	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-106131	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	106.09.04	106.09.11	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-106132	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	106.09.04	106.09.11	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-106133	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	106.09.04	106.09.11	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-106134	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	106.09.04	106.09.11	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-106135	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	106.09.04	106.09.11	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-106136	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	106.09.04	106.09.11	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-106137	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	106.09.04	106.09.11	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-106138	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	106.09.04	106.09.11	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-106139	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	106.09.04	106.09.11	12,000	一級	張修亞
KK1003	NRSL-106312	IBA DCT-10 Lemo	1	台灣檢驗科技股份有限公司	106.08.21	106.09.11	9,600	一級	金寧法
KK1008	NRSL-106335	BERTHOLD LB6411	1	聯然有限公司	106.09.07	106.09.13	9,600	一級	陳晉奇
KK1011	NRSL-106164	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	106.09.01	106.09.15	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-106165	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	106.09.01	106.09.15	12,000	一級	張修亞

KK1011	NRSL-106166	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	106.09.01	106.09.15	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-106167	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	106.09.01	106.09.15	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-106168	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	106.09.01	106.09.15	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-106169	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	106.09.01	106.09.15	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-106170	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	106.09.01	106.09.15	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-106171	EcKert & Ziegler	1	台灣電力股份有限公司	106.09.01	106.09.15	12,000	一級	張修亞
KK1008	NRSL-106221	Thermo FHT762	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	106.09.04	106.09.18	9,600	一級	陳晉奇
KK1003	NRSL-106306	IBA DCT-10 Lemo	1	量子輻射科技有限公司	106.09.04	106.09.18	9,600	一級	金寧法
KK1008	NRSL-106330	BERTHOLD LB6411-Pb	1	資佳有限公司	106.09.18	106.09.19	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106331	BERTHOLD LB6411-Pb	1	資佳有限公司	106.09.18	106.09.19	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106332	BERTHOLD LB6411-Pb	1	資佳有限公司	106.09.18	106.09.19	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106333	BERTHOLD LB6411-Pb	1	資佳有限公司	106.09.18	106.09.19	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106334	BERTHOLD LB6411-Pb	1	資佳有限公司	106.09.18	106.09.19	9,600	一級	陳晉奇
KK1005	NRSL-106245	PTW TW23343	1	國泰綜合醫院	106.09.13	106.09.20	9,600	一級	王思文

KK1005	NRSL-106242	PTW TM31010	1	國泰綜合醫院	106.09.13	106.09.20	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106244	IBA FC65-P	1	國泰綜合醫院	106.09.13	106.09.20	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106243	IBA CC01	1	國泰綜合醫院	106.09.13	106.09.20	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106244	IBA CC01	1	國泰綜合醫院	106.09.13	106.09.20	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106246	IBA FC65-P	1	國泰綜合醫院	106.09.13	106.09.20	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106336	STANDARD IMAGING A1SL	1	光田醫療社團法人光田綜合醫院	106.09.13	106.09.20	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106337	STANDARD IMAGING A1SL	1	光田醫療社團法人光田綜合醫院	106.09.13	106.09.20	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106338	STANDARD IMAGING A1SL	1	光田醫療社團法人光田綜合醫院	106.09.13	106.09.20	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106297	EXRADIN A12	1	長庚醫療財團法人基隆長庚紀念醫院 情人湖院區	106.09.13	106.09.20	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106298	EXRADIN A12	1	長庚醫療財團法人基隆長庚紀念醫院 情人湖院區	106.09.13	106.09.20	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106266	PTW TM30013	1	九和生物科技股份有限公司	106.09.13	106.09.22	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106267	PTW TM30013	1	九和生物科技股份有限公司	106.09.13	106.09.22	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106299	PTW TW30013	1	久和醫療儀器股份有限公司	106.09.13	106.09.25	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106300	PTW TW30013	1	久和醫療儀器股份有限公司	106.09.13	106.09.25	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106279	STANDARD	1	高雄醫學大學附設中和紀念醫院	106.09.13	106.09.30	9,600	一級	王思文

## IMAGING A1SL

KK1005	NRSL-106278	STANDARD IMAGING A1SL	1	高雄醫學大學附設中和紀念醫院	106.09.13	106.09.30	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106240	PTW TM30013	1	華霖股份有限公司	106.09.13	106.09.25	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106276	PTW TM30001	1	華霖股份有限公司	106.09.13	106.09.25	9,600	一級	王思文
KK1004	NRSL-106307	Radcal 20X6-6	1	和鑫生技開發股份有限公司	106.08.18	106.09.26	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106308	Radcal 20X6-6	1	和鑫生技開發股份有限公司	106.08.18	106.09.26	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106309	RTI R100	1	和鑫生技開發股份有限公司	106.08.18	106.09.26	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106310	Radcal 10X6-6	1	和鑫生技開發股份有限公司	106.08.18	106.09.26	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106329	Radcal 10X6-6	1	和鑫生技開發股份有限公司	106.08.21	106.09.26	9,600	一級	金寧法
KK1008	NRSL-106350	THERMO RADEYE N/NL	1	中國鋼鐵股份有限公司	106.09.14	106.09.26	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106351	THERMO RADEYE N/NL	1	中國鋼鐵股份有限公司	106.09.14	106.09.26	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106239	ATOMTEX BDKN-01	1	中龍鋼鐵股份有限公司	106.09.13	106.09.29	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106352	BERTHOLD LB6411-Pb	1	資佳有限公司	106.09.25	106.09.29	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106353	BERTHOLD LB6411-Pb	1	資佳有限公司	106.09.25	106.09.29	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106354	BERTHOLD	1	資佳有限公司	106.09.25	106.09.29	9,600	一級	陳晉奇

## LB6411-Pb

KK1008	NRSL-106355	BERTHOLD LB6411-Pb	1	資佳有限公司	106.09.25	106.09.29	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106367	BERTHOLD LB6411-Pb	1	資佳有限公司	106.09.25	106.09.29	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106368	BERTHOLD LB6411-Pb	1	資佳有限公司	106.09.25	106.09.29	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106369	BERTHOLD LB6411-Pb	1	資佳有限公司	106.09.25	106.09.29	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106370	BERTHOLD LB6411-Pb	1	資佳有限公司	106.09.25	106.09.29	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106328	Thermo / FHT752	1	台灣電力股份有限公司	106.09.22	106.09.30	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106356	Polimaster Inc. / PM1703GN	1	台塑石化股份有限公司	106.09.25	106.10.11	9,600	一級	陳晉奇
KK1005	NRSL-106271	STANDARD IMAGING	1	多模式股份有限公司	106.09.13	106.10.12	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106273	PTW TW30013	1	仁愛醫療財團法人	106.09.13	106.10.12	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106274	PTW TW30013	1	仁愛醫療財團法人	106.09.13	106.10.12	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106302	PTW TM30013	1	高雄市立大同醫院(委託財團法人私立高雄醫學大學附設中和紀念醫院經營)	106.09.13	106.10.12	9,600	一級	王思文

KK1004	NRSL-106295	Unfors Xi R/F&MAM	1	西門子醫療設備股份有限公司	106.08.10	106.10.16	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-106296	Radcal 10X6-3CT	1	西門子醫療設備股份有限公司	106.08.10	106.10.16	9,600	一級	金寧法
KK1005	NRSL-106287	IBA FC65-P	1	林新醫療社團法人林新醫院	106.09.13	106.10.23	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106269	WELLHOFER FC65-G	1	中臺科技大學	106.09.13	106.10.30	9,600	一級	王思文
KK1004	NRSL-106380	RTI Piranha656	1	克馬企業有限公司	106.10.25	106.11.03	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106381	RTI Piranha656	1	克馬企業有限公司	106.10.25	106.11.03	9,600	一級	金寧法
KK1009	NRSL-106377	Standard Imaging / 90008	1	國泰綜合醫院	106.11.14	106.11.20	14,000	一級	陳晉奇
KK1005	NRSL-106361	IBA FC65	1	國泰綜合醫院	106.11.14	106.11.20	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106362	EXRADIN A12	1	國泰綜合醫院	106.11.14	106.11.20	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106363	PTW TM31014	1	國泰綜合醫院	106.11.14	106.11.20	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106364	EXRADIN A12	1	國泰綜合醫院	106.11.14	106.11.20	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106365	IBA FC65	1	國泰綜合醫院	106.11.14	106.11.20	9,600	一級	王思文
KK1004	NRSL-106393	Unfors 8202031-E Xi	1	振興醫療財團法人振興醫院	106.10.30	106.11.20	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-106394	Unfors 8202031-E Xi	1	振興醫療財團法人振興醫院	106.10.30	106.11.20	9,600	一級	金寧法
KK1005	NRSL-106345	IBA FC65-G	1	台南市立安南醫院-委託中國醫藥大學興建經營	106.11.14	106.11.21	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106346	IBA FC65-G	1	台南市立安南醫院-委託中國醫藥大學興建經營	106.11.14	106.11.21	9,600	一級	王思文

KK1001	NRSL-106347	IBA FC65-G	1	台南市立安南醫院-委託中國醫藥大學興建經營	106.11.14	106.11.21	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106348	IBA FC65-G	1	台南市立安南醫院-委託中國醫藥大學興建經營	106.11.14	106.11.21	9,600	一級	王思文
KK1009	NRSL-106376	Nucletron 077094	1	新和生物科技股份有限公司	106.11.14	106.11.22	14,000	一級	陳晉奇
KK1009	NRSL-106410	PTW TN33004	1	秀傳醫療社團法人秀傳紀念醫院	106.11.14	106.11.23	14,000	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106218	BERTHOLD / LB-6411-Pb	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	106.06.20	106.11.23	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106219	BERTHOLD / LB-6411-Pb	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	106.06.20	106.11.23	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106220	BERTHOLD / LB-6411-Pb	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	106.06.20	106.11.23	9,600	一級	陳晉奇
KK1005	NRSL-106357	STANDARD IMAGING A1SL	1	國泰綜合醫院	106.11.14	106.11.23	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106358	PTW TM30013	1	國泰綜合醫院	106.11.14	106.11.23	9,600	一級	王思文
KK1006	NRSL-106422	Harshaw 8814TLD	2	國家同步輻射研究中心	106.11.09	106.11.27	4,800	一級	朱健豪
KK1002	PT10001	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類	2	國立清華大學	106.11.13	106.12.13	57,600	一級	朱健豪, 鄒騰泓, 陳敏達, 朱葦翰
KK1003	PT10001	第十次人員劑量計能力	2	國立清華大學	106.11.13	106.12.13	57,600	一級	朱健豪,



		試驗 測試項目第 I~VI 類							鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰
KK1006	PT10001	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類	1	國立清華大學	106.11.13	106.12.13	28,800	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰
KK1008	PT10001	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類	1	國立清華大學	106.11.13	106.12.13	28,800	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰
KK1002	PT10002	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類 (Panasonic)	2	台灣電力股份有限公司	106.11.13	106.11.27	57,600	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰
KK1003	PT10002	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類 (Panasonic)	2	台灣電力股份有限公司	106.11.13	106.11.27	57,600	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰
KK1006	PT10002	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類	1	台灣電力股份有限公司	106.11.13	106.11.27	28,800	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達,

		(Panasonic)							朱葦翰
KK1008	PT10002	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類 (Panasonic)	1	台灣電力股份有限公司	106.11.13	106.11.27	28,800	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰
KK1002	PT10003	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類 (RADOS)	2	財團法人中華民國輻射防護協會	106.11.13	106.12.12	57,600	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰
KK1003	PT10003	第十次人員劑量計能力 試驗測試項目第 I~VI 類(RADOS)	2	財團法人中華民國輻射防護協會	106.11.13	106.12.12	57,600	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰
KK1006	PT10003	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類 (RADOS)	1	財團法人中華民國輻射防護協會	106.11.13	106.12.12	28,800	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰
KK1008	PT10003	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類 (RADOS)	1	財團法人中華民國輻射防護協會	106.11.13	106.12.12	28,800	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰

KK1002	PT10004	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類 (RADOS)	2	台灣電力股份有限公司	106.11.13	106.11.27	57,600	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰
KK1003	PT10004	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類 (RADOS)	2	台灣電力股份有限公司	106.11.13	106.11.27	57,600	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰
KK1006	PT10004	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類 (RADOS)	1	台灣電力股份有限公司	106.11.13	106.11.27	28,800	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰
KK1008	PT10004	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類 (RADOS)	1	台灣電力股份有限公司	106.11.13	106.11.27	28,800	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰
KK1002	PT10005	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類 (RADOS)	2	國家同步輻射研究中心	106.11.13	106.11.27	57,600	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰
KK1003	PT10005	第十次人員劑量計能力 試驗	2	國家同步輻射研究中心	106.11.13	106.11.27	57,600	一級	朱健豪, 鄒騰泓

		測試項目第 I~VI 類 (RADOS)							陳敏達, 朱葦翰
KK1006	PT10005	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類 (RADOS)	1	國家同步輻射研究中心	106.11.13	106.11.27	28,800	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰
KK1008	PT10005	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類 (RADOS)	1	國家同步輻射研究中心	106.11.13	106.11.27	28,800	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰
KK1002	PT10006	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類 (RADOS)	2	貝克西弗股份有限公司	106.11.13	106.12.11	57,600	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰
KK1003	PT10006	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類 (RADOS)	2	貝克西弗股份有限公司	106.11.13	106.12.11	57,600	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰
KK1006	PT10006	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類 (RADOS)	1	貝克西弗股份有限公司	106.11.13	106.12.11	28,800	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰

KK1008	PT10006	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類 (RADOS)	1	貝克西弗股份有限公司	106.11.13	106.12.11	28,800	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰
KK1002	PT10008	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類 (HARSHAW)	2	台灣電力股份有限公司	106.11.13	106.11.27	57,600	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰
KK1003	PT10008	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類 (HARSHAW)	2	台灣電力股份有限公司	106.11.13	106.11.27	57,600	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰
KK1006	PT10008	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類 (HARSHAW)	1	台灣電力股份有限公司	106.11.13	106.11.27	28,800	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰
KK1008	PT10008	第十次人員劑量計能力 試驗 測試項目第 I~VI 類 (HARSHAW)	1	台灣電力股份有限公司	106.11.13	106.11.27	28,800	一級	朱健豪, 鄒騰泓 陳敏達, 朱葦翰
KK1009	NRSL-106375	PTW TW33002	1	彰化基督教醫療財團法人彰化基督教醫院	106.11.14	106.11.27	14,000	一級	陳晉奇

KK1009	NRSL-106374	Standard Imaging HDR 1000 Plus	1	醫世紀健康管理顧問股份有限公司	106.11.14	106.11.21	14,000	一級	陳晉奇
KK1009	NRSL-106125	PTW TW33004	1	戴德森醫療財團法人嘉義基督教醫院	106.11.14	106.11.27	14,000	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106400	THERMO / FHT752	1	量子輻射科技有限公司	106.11.14	106.11.24	9,600	一級	陳晉奇
KK1005	NRSL-106265	Alanine AWM230	1	中國生化科技股份有限公司	106.11.14	106.11.24	30,000	一級	王思文
KK1005	NRSL-106372	PTW TM30013	1	亞東紀念醫院	106.11.14	106.12.12	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106341	PTW TN30013	1	久和醫療儀器股份有限公司	106.11.14	106.12.04	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106340	PTW TN30013	1	久和醫療儀器股份有限公司	106.11.14	106.12.04	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106344	PTW TN30013	1	九和生物科技股份有限公司	106.11.14	106.11.21	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106343	PTW TN30013	1	九和生物科技股份有限公司	106.11.14	106.11.21	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-106421	RTI Electronics AB DCT 10 RS	1	振興醫療財團法人振興醫院	106.11.23	106.12.15	9,600	一級	金寧法
KK1008	NRSL-106406	THERMO / FHT762	1	量子輻射科技有限公司	106.11.27	106.12.04	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-106270	Polimaster Inc. / PM1703GN	1	台塑石化股份有限公司	106.11.27	106.12.20	9,600	一級	陳晉奇
KK1005	NRSL-106404	PTW TM31010	1	臺北榮民總醫院	106.11.30	106.12.12	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106378	PTW TM31002	1	臺中榮民總醫院	106.12.01	106.12.12	9,600	一級	王思文
KK1009	NRSL-106395	Nucletron 077091	1	長庚醫療財團法人嘉義長庚紀念醫院	106.12.01	106.12.12	14,000	一級	陳晉奇

KK1001	NRSL-106396	IBA FC65-P	1	長庚醫療財團法人嘉義長庚紀念醫院	106.12.01	106.12.12	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106401	PTW TW30013	1	東霖儀器股份有限公司	106.12.01	106.12.12	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106402	PTW TW30013	1	東霖儀器股份有限公司	106.12.01	106.12.12	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106407	IBA FC65-P	1	佛教慈濟醫療財團法人大林慈濟醫院	106.12.01	106.12.15	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106408	IBA FC65-P	1	佛教慈濟醫療財團法人大林慈濟醫院	106.12.01	106.12.15	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106412	PTW TM30013	1	東霖儀器股份有限公司	106.12.01	106.12.12	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-106413	PTW TM30013	1	東霖儀器股份有限公司	106.12.01	106.12.12	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-106398	IBA FC65-P	1	鑫萃股份有限公司	106.12.05	106.12.21	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-106425	NRSL-106425	1	長庚醫療財團法人嘉義長庚紀念醫院	106.12.13	106.12.20	9,600	一級	金寧法
KK1001	NRSL-106293	CAPINTEC PR06C	1	醫療財團法人辜公亮基金會和信治癌中心醫院	106.09.13	106.12.22	9,600	一級	王思文
		合 計	375				\$4,500,400		

## 2. 國家標準實驗室量測標準系統與校正服務統計表

國家標準實驗室量測標準系統與校正服務電腦資料庫

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		FY10 1	FY10 2	FY10 3	FY10 4	FY10 5	FY10 6	小計				
加馬射線 空氣克馬 校正系統	kk1001	air kerma rate 1.98E+03 至 2.30+04 mGy/h	1% [p=95%,k=2]	Co-60	85.04.30	√		游離腔	80	56	88	58	76	56	414	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	17	6	20	12	27	14	96	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	22	35	73	52	73	34	289	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	25	30	45	29	33	68	230	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	67	68	97	62	100	81	475	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	4	0	16	3	1	9	33	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	4	20	0	24	朱肇翰	◎		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	37	36	71	40	45	80	309	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	22	14	29	6	3	11	85	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	0	0	0	0	0	0	0	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)	29	20	12	44	20	22	147	表明程	◎			
年度合計(註：系統服務次數係以收件數為準)								303	265	451	310	398	375	2102					

◎：本年度(FY101)進行第三者認證評鑑/再評鑑者。

※：本年度進行系統改良計畫者。

△：本年度進行國際比對者

### 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。
- 本年度之預算執行率為98.86%，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(最近五年研究成果統計表如附件18)。
- 本年度例行校正服務共 375 件，收入 4,500,400 元，超出 106 年度 255 件的計畫目標。
- 完成可攜式石墨熱卡計硬體製作及人機介面程式撰寫，達成計畫目標。
- 完成建立 IEC 61267 中的 RQA 射質，量測不確定度 0.8% (k=2)，達成量測不確定度小於 1% 的計畫目標。
- 完成中能量 X 射線公稱電壓校正系統的建置，評估本系統之量測不確定度為 1.2% (k=2)，達成計畫目標。
- 完成 Mn-54 放射活度原級量測標準系統建置，量測不確定度為 0.45%。與德國 PTB 進行雙邊比對，量測結果 INER/PTB = 0.999±0.009，差異小於量測不確定度。達成計畫目標。
- 本年度實驗室召開 2 場研討會或說明會，開放實驗室參觀 7 梯次，完成實驗室網站重新設置、舉辦全國北中南客戶服務說明會等，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。106 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 70 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？	82.8	17.2	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？	87.1	12.9	0	0	0
3	貴機構對收到校正報告的時間，滿意度為何？	68.6	22.9	5.7	2.8	0
4	貴機構對實驗室人員提供的電話答覆，滿意度為何？	77.1	20	0	0	2.9
5	貴機構對實驗室提供的遊校服務滿意度為何？	79	19.3	0	0	1.7
平均		78.92	18.46	1.14	0.56	0.92

- 關於題號 3，在回收的 70 份問卷中，有 4 份尚可以及 2 份不滿意，勾選不滿意的客戶主要是希望能在 1 個月內收到校正報告。

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 <sup>3</sup> )
Exradin A3	Spherical	19.29
PTW 30001	Cylindrical	6.88 (0.6 cm <sup>3</sup> )

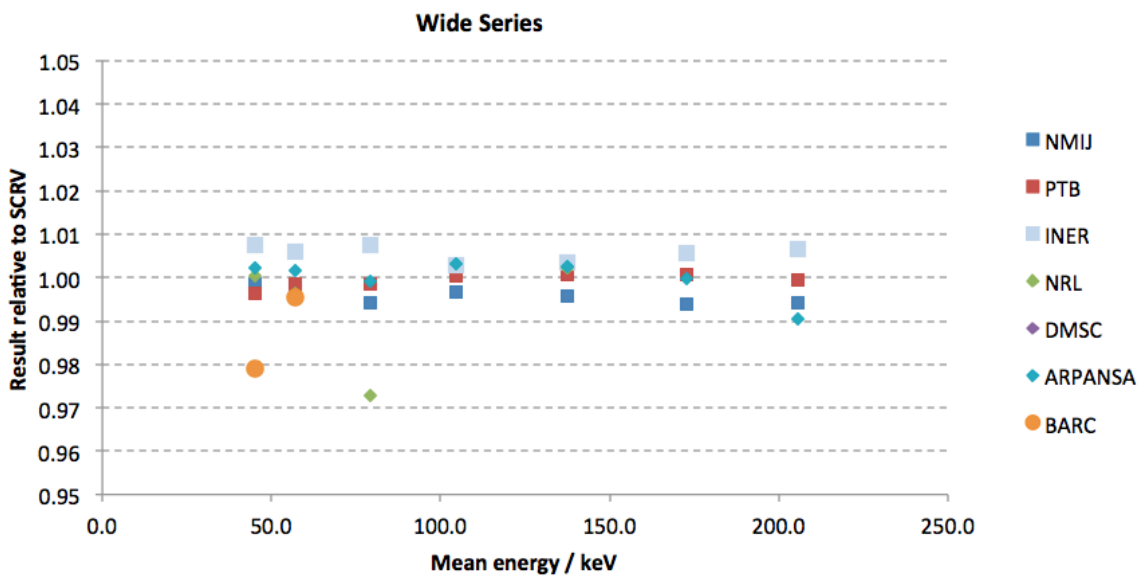
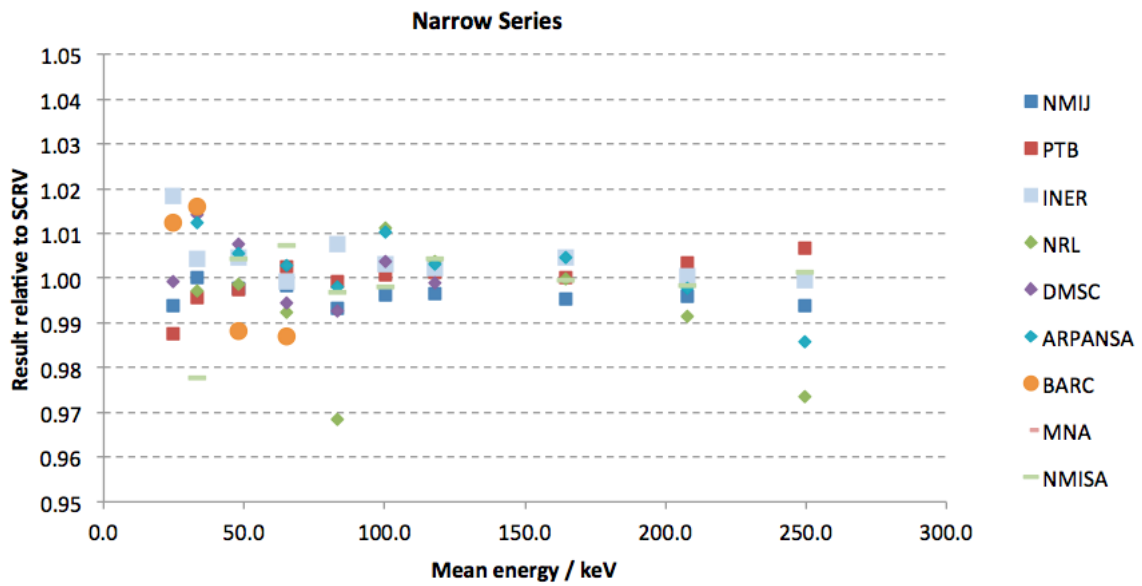
參與國家及預定量測時程

Participant	Date of calibration at the laboratory	Date of chambers leaving for next laboratory
Pilot(INER)		1-Jul-2015(START)
<b>ESR</b>	18-Jul-2015	8-Aug-2015
<b>Nuclear Malaysia</b>	26-Aug-2015	16-Sep-2015
Pilot(INER)	3-Oct-2015	24-Oct-2015
<b>NMISA</b>	11-Nov-2015	25-Nov-2015
<b>ARPANSA</b>	12-Dec-2015	2-Jan-2016
<b>BATAN</b>	20-Jan-2016	10-Feb-2016
<b>NMIJ</b>	27-Feb-2016	20-Mar-2016
Pilot(INER)	7-Apr-2016	21-Apr-2016
<b>AEC</b>	8-May-2016	29-May-2016
<b>NIM</b>	16-Jun-2016	7-Jul-2016
<b>KRISS</b>	24-Jul-2016	14-Aug-2016
Pilot(INER)	1-Sep-2016	22-Sep-2016
<b>NIS</b>	9-Oct-2016	30-Oct-2016
<b>LNMRI-IRD</b>	17-Nov-2016	9-Dec-2016
Pilot(INER)	27-Dec-2016	17-Jan-2017
<b>ESR</b>	7-Feb-2017	28-Feb-2017
<b>Nuclear Malaysia</b>	20-Mar-2017	10-Apr-2017
<b>BARC</b>	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(APMPRI(I)-K8)參與實驗室與原定比對期程

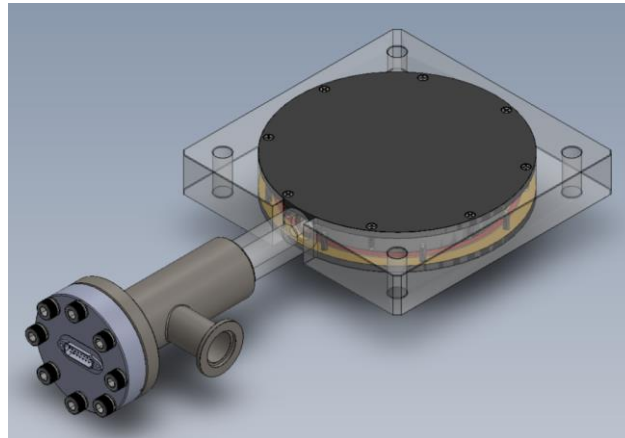
Institute	Receive chambers	Measurement	Send chambers
NMIJ		September, 2016	October 15, 2016
NRC	October 25, 2016	October – November, 2016	November 10, 2016
NMIJ	November 20, 2016	December, 2016	May 15, 2017
PTKMR-BATAN	October 16, 2017	October 23, 2017 – October 27, 2017	October 30, 2017
NMISA	November 10, 2017	November 13, 2017 – November 17, 2017	November 20, 2017
Nuclear Malaysia	December 1, 2017	December 4, 2017 – December 8, 2017	December 11, 2017
INER	December 22, 2017	December 25, 2017 – January 5, 2018	January 8, 2018
NRC	January 19, 2018	January 22, 2018 – January 26, 2018	January 29, 2018
KRISS	February 9, 2018	February 12, 2018 – February 16, 2018	February 19, 2018
IAEA	March 2, 2018	March 5, 2018 – March 9, 2018	March 12, 2018
NMIJ	March 23, 2018	March , 2018	

補充附件 4、X 射線 ISO-4037 射質空氣克馬(APMP.RI(I)-S3)比對結果

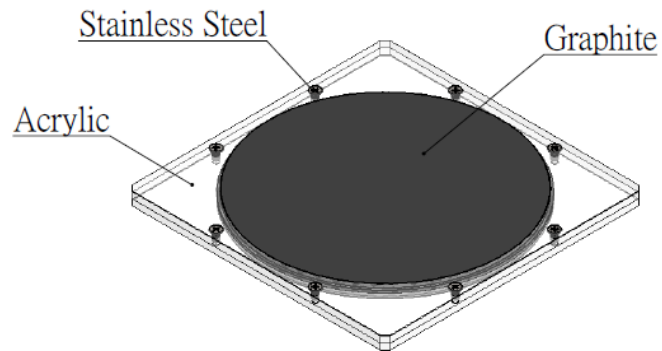




補充附件 5、可攜式石墨熱卡計(a)本體設計圖、(b)假體設計圖、(c)外觀照片



(a)可攜式石墨熱卡計本體設計圖



(b)石墨熱卡計假體設計圖：可順應不同布拉格峰深度調整堆疊數量



(c)可攜式石墨熱卡計外觀照片

補充附件 6、IEC 61267 RQA 射質量測結果(上表)、與 PTB 比對結果 (下表)

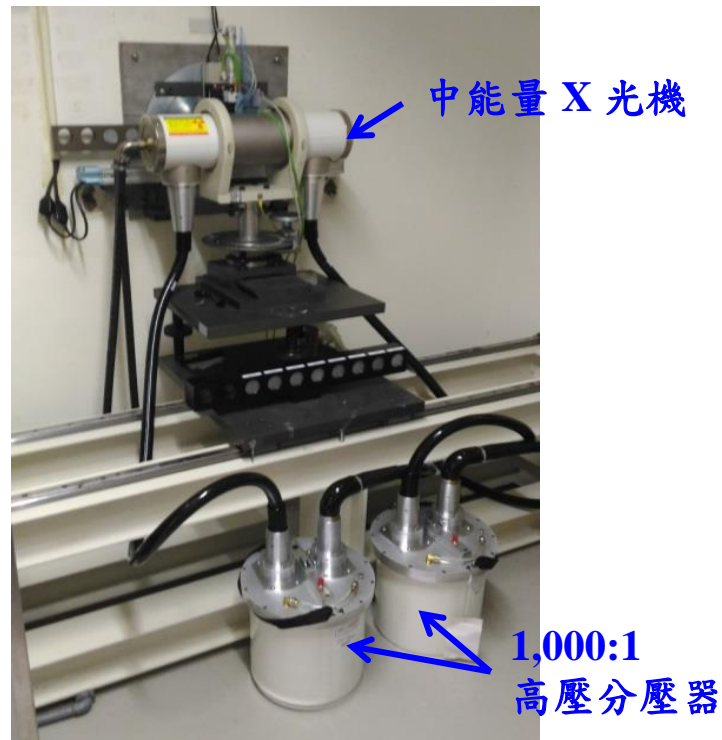
IEC 61267 RQA 射質量測結果

射質	管電壓 kV	量測距離 cm	第一半值層 mm Al	標準克馬率 Gy/s	量測不確 定度 %
RQA3	48.9	150	3.75	1.1602E-05	0.80
RQA4	59.2	150	5.31	1.0760E-05	0.80
RQA5	69.4	150	6.78	1.1822E-05	0.80
RQA6	79.7	150	8.12	1.3475E-05	0.80
RQA7	89.9	150	9.10	1.6434E-05	0.80
RQA8	100.2	150	10.08	1.9103E-05	0.80
RQA9	120.7	150	11.34	2.6596E-05	0.80
RQA10	151.5	150	13.21	4.3697E-05	0.80

INER 與 PTB 比對結果

射質 X	校正因子(Gy/C)		差異 (%)
	本實驗室	PTB 實驗室	
RQA3	3.0127E+05	3.0120E+05	0.025
RQA4	3.0048E+05	2.9910E+05	0.46
RQA5	2.9959E+05	2.9970E+05	-0.036
RQA6	2.9827E+05	2.9910E+05	-0.28
RQA7	2.9879E+05	2.9880E+05	-0.0027
RQA8	2.9926E+05	3.0090E+05	-0.54
RQA9	3.0163E+05	3.0300E+05	-0.45
RQA10	3.0250E+05	3.0180E+05	0.23

補充附件 7、公稱電壓量測系統外觀(上圖)、與德國 PTB 比對結果(下表)



公稱電壓量測系統外觀

INER 與德國 PTB 比對結果

射質	INER 校正因子	PTB 校正因子	差異
RQR 3	0.995	0.995	-0.02%
RQR 4	0.984	0.988	-0.42%
RQR 5	0.993	0.996	-0.25%
RQR 6	0.988	0.990	-0.18%
RQR 7	0.981	0.984	-0.30%
RQR 8	0.976	0.979	-0.32%
RQR 9	0.973	0.979	-0.63%
RQR 10	0.980	0.988	-0.77%

補充附件 8、Mn-54 原級標準 4πβ-γ 符合計測系統(上圖)、與德國 PTB 雙邊比對結果(下表)



Mn-54 原級標準 4πβ-γ 符合計測系統

表：INER 與 PTB 雙邊比對結果	
比活度(INER)=	$770.5 \pm 3.5 \frac{kBq}{g}$
比活度(PTB)=	$771 \pm 3 \frac{kBq}{g}$

## 補充附件 9、實驗室網站首頁



補充附件 10、「第七次輻射偵檢儀器校正能力試驗與第十次人員劑量計能力試驗總結會議」議程表及照片

「第七次輻射偵檢儀器校正能力試驗與第十次人員劑量計能力試驗總結會議」

會議議程

日期：106年05月25日  
地點：核能研究所 國家游離輻射標準實驗室(035館)二樓

時間	講題	講員/單位
08:30-09:00	報到	
09:00-09:10	開幕致詞	胡中興組長 核能研究所保健物理組
09:10-11:30	人員劑量計能力試驗總結評估	陳晉奇先生 核能研究所保健物理組
	輻射偵檢儀器校正能力試驗說明	葉俊賢先生 核能研究所保健物理組
	第三次 陸軍核生化研究中心儀器校正比對	葉俊賢先生 核能研究所保健物理組
11:30-13:00	肢端劑量計能力試驗試運轉	葉俊賢先生 核能研究所保健物理組
13:00-15:30	綜合討論	朱健豪 分組長 核能研究所保健物理組

備註：開會當日請攜帶開會通知單，以便進出本所。

「第十次人員劑量計能力試驗總結會議」

會議議程

日期：106年05月25日  
地點：核能研究所 國家游離輻射標準實驗室(035館)二樓

時間	講題	講員/單位
08:30-09:00	報到	
09:00-09:10	開幕致詞	胡中興 組長 核能研究所保健物理組
09:10-11:00	人員劑量計能力試驗總結評估	陳晉奇 先生 核能研究所保健物理組
11:00-11:30	休息	
11:30-13:00	肢端劑量計能力試驗試運轉	葉俊賢 先生 核能研究所保健物理組
13:00-15:30	綜合討論	朱健豪 分組長 核能研究所保健物理組

「第七次輻射偵檢儀器校正能力試驗說明會」

日期：106年05月25日  
地點：核能研究所 國家游離輻射標準實驗室(035館)二樓

時間	講題	講員/單位
09:00-09:30	報到	
09:30-09:40	開幕致詞	胡中興 組長 核能研究所保健物理組
09:40-10:40	第七次 輻射偵檢儀器校正能力試驗	葉俊賢 核能研究所保健物理組
10:40-11:00	休息	
11:00-13:30	第三次 陸軍核生化訓練中心儀器校正比對	葉俊賢 核能研究所保健物理組
13:30-15:00	綜合討論	朱建豪 分組長 核能研究所保健物理組



補充附件 11、「游離輻射暨醫療器材研討會」會議海報及照片

## 游離輻射暨醫療器材研討會

參加費用：免費      報名時間：即日起~2017/08/17截止  
 時間：2017/08/29 (二) 8:30~16:30  
 地點：國立陽明大學活動中心第三會議室 (台北市北投區立農街二段155號)  
 主辦單位：國立陽明大學醫學工程研發中心游離輻射產學技術聯盟  
 合辦單位：國立陽明大學生物醫學影像暨放射科學系  
 行政院原子能委員會核能研究所國家游離輻射標準實驗室  
 會議相關問題請洽：林芷君小姐 ([irillab123@gmail.com](mailto:irillab123@gmail.com))  
 聯絡電話：02-2821-3959    報名網址：<https://goo.gl/forms/t2uZWp6mOnzyYSzt2>

**\*\*活動全程參加者，均發予輻射防護人員繼續教育積分證明書\*\***



為了推動跨領域之產業技術應用於游離輻射檢驗技術及醫學影像技術發展，促進跨領域產業資訊與各相關技術資訊之交流，以此增加與醫療產業合作之機會，進而提升醫療方面之技術及研發能力。

# 敬邀

時間	會議內容	主講人
09:00~09:50	游離輻射安全防護法規及審查現況	陳皇龍 總經理 量子輻射科技有限公司
09:50~10:50	醫療器材設計開發之重要考量	王明哲 總經理 浩宇生醫股份有限公司
11:10~12:00	醫療器材管理現況與前瞻發展	黃小文 博士 衛福部食品藥物管理署
13:20~14:10	診斷X光系統關鍵零組件之效能測試	陳志成 特聘教授 國立陽明大學 醫放系
14:10~15:10	X光醫療設備之電性安全及電磁相容需求	彭益裕 副理、柯長貴 資深工程師 Intertek Testing Services Taiwan Ltd.
15:30~16:30	輻射醫療器材法規簡介	李子偉 主任 工研院量測中心醫療器材實驗室



## 補充附件 12、APMP 2017 會議議程表及照片

Pre-Workshops: November 24, 2017 (Friday)		TC Meetings: November 27, 2017 (Monday)		November 29, 2017 (Wednesday)	
Time	Program	Time	Program	Time	Program
8.30-9.30	Registration	8.30 – 9.30	Registration	8.30	Registration
9.30 - 13.00	Chemical Metrology Electrotechnical Focus Group workshops	9.30 – 17.30	TCPR TCQM TCAUV TCQS TCEM TCT TCL TCFF TCM Meeting and workshop TCRI TCMM TCTF EC Meeting #2	9.15 - 13.00	Symposium "Topic to be decided " Forty years Anniversary
<b>Tea Break 11.15</b>		Tea Break 11.00		Teak Break: 11.15	
13.00 - 14.00	Lunch			13.00 - 14.00	Lunch
14.00 - 18.00	Chemical Metrology Electrotechnical Focus Group workshops			14.00 - 17.30	NMI Director's Workshop
<b>Tea Break 15.45</b>				Tea Break: 15.30	
10.00 - 17.00	TCFF Technical Tour Other TC Technical Tours			14.00 - 18.00	City Tour
				<b>19.00</b>	<b>APMP Dinner</b>
<b>TC Workshops: November 25, 2017 (Saturday)</b>				<b>November 30, 2017 (Thursday)</b>	
<b>Time</b>	<b>Program</b>	<b>Time</b>	<b>Program</b>	<b>Time</b>	<b>Program</b>
8.30-9.30	Registration	13.00 – 14.00	Lunch	8.30	Registration
9.30 - 17.30	TCT Workshop TCQM Workshop TCQS Workshop TCPR Workshop TCL Workshop TCEM Workshop TCFF Workshop TCRI Workshop TCMM Workshop TCAUV Workshop TCTF Workshop	<b>19.00</b>	<b>EC/TC Dinner</b>	9.15 - 13.00	General Assembly
				Teak Break: 11.15	
		<b>TC Meetings: November 28, 2017 (Tuesday)</b>		13.00 - 14.00	Lunch
		<b>Time</b>	<b>Program</b>	14.00 - 17.30	General Assembly
		8.30 – 9.30	Registration	<b>19.00</b>	<b>General Assembly Dinner</b>
		9.30 – 13.00	TCPR TCQM TCAUV TCQS TCEM TCT TCL TCFF TCM Meeting and workshop TCRI TCMM TCTF	<b>December 1, 2017 (Friday)</b>	
		Tea Break 11.00		<b>Time</b>	<b>Program</b>
				8.30-9.30	Registration
				9.30 - 13.00	General Assembly
				Teak Break: 11.15	
				13.00 - 14.00	Lunch
				14.00 - 15.30	EC Meeting #3
				Tea Break	15.30
				16.00 - 19.00	Lab TOUT/City Tour
13.00 - 14.00	Lunch				
<b>November 26, 2017 (Sunday)</b>					
<b>Time</b>	<b>Program</b>	13.00 – 14.00	Lunch		
8.30 - 9.30	Registration	14.00 – 15.30	DEC Meeting #2		
9.30 - 13.00	EC Meeting #1	15.30 – 15.45	Tea Break		
<b>Tea Break: 11.30</b>		15.45 – 17.45	EC/TCC Meeting		
13.00 - 14.00	Lunch	14.00 – 18.00	Lab Tour		
14.00 - 17.30	DEC Meeting #1				
<b>Tea Break: 16.00</b>					
18.30	APMP-APLAC joint PT working group meeting Welcome/Reception Dinner				





## 補充附件 13、科普探奇之旅行程表及照片

### 2017 科普探奇之旅@游離輻射標準實驗室

研習內容與行程表(10/20)：

活動聯絡人：財團法人中華民國輻射防護協會 顏麗娜小姐

連絡電話：03-5742828/手機電話：0937132824

時間	研習主題與行程簡介	地點
09:00 - 09:30	核能研究所短片介紹。	標準實驗室
09:30 - 10:50	1. 核醫製藥中心 2. 輻射照射場	核能研究所
11:00-12:00	標準實驗室的應用	標準實驗室
12:00 - 13:00	午餐時間	標準實驗室
13:00 - 15:00	1. 什麼是核能？核能與輻射知識補給站。 2. 動手做實驗 DIY：體驗核能與輻射實驗的魅力。	標準實驗室
15:00 - 15:10	休息／交通時間	
15:10 - 16:00	1. 實地參觀「食品檢測實驗室」。 2. Q & A 與交流討論。	食品檢測實驗室 標準實驗室



## 補充附件 14、北中南客戶服務說明會

### 會議議程

時間	講題	講員/單位
09:00-09:30	報到	
09:30-10:00	輻射防護法規與管制作業	鄭科長/原能會
10:00-10:30	人員劑量計計讀業務	邱敏綺/核研所
10:30-10:45	休息(茶點)	
10:45-11:15	輻射偵檢儀器校正與現場遊校業務	葉俊賢/核研所
11:15-11:45	醫用游離腔校正業務	王思文/核研所
11:45-12:15	空氣濾器系統檢測	曾洪隆/核研所
12:15-14:00	綜合討論(午餐)	朱健豪/核研所



### 會議時間地點

時間	會議地點
106/10/24(二)	台北市羅斯福路四段85號B1 (台大集思中心地下室柏拉圖廳)
106/10/27(五)	高雄市鳥松區大華里澄清路823號 原能會輻射監測中心(3樓會議室)
106/11/3(五)	台中市西屯區臺灣大道四段1650號 榮民總醫院(教學大樓1樓第五會議室)



補充附件 15、論文報告一覽表(摘要如附件 19)

1. 期刊論文(3)

項次	作者	出版年月	題目	期刊名稱	卷期頁數
SCI 期刊(2)					
1	朱葦翰;袁明程;李振弘;林怡君;	10611	Reference air kerma rate calibration system for high dose rate Ir-192 brachytherapy sources in Taiwan	Radiation Physics and Chemistry	Radiation Physics and Chemistry 140, p361-364
2	黃增德; 朱健豪; 林怡君	10611	Photon-scattering, electron-loss and shadow-effect correction factors calculation for cylindrical free-air chamber	Radiation Physics and Chemistry	Volume 140, November 2017, Pages 38-42
國內期刊(1)					
1	朱健豪	10605	放射性醫療器材的校正標準與輻防安規檢測	標準與檢驗	中華民國一〇六年五月 201期, 30-37 頁

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	袁明程;林怡君;朱葦翰;葉俊賢	106 年 5 月 13-22日阿根廷/布宜諾斯艾利斯	Standardization of 109-Cd by three methods	2017 年第 21 屆國際放射核種計量與應用會議 (ICRM 2017)
2	葉俊賢;袁明程	106 年 5 月 13-22日阿根廷/布宜諾斯艾利斯	Impact Evaluations of Activity Measurement Results for Clearance Operations	2017 年第 21 屆國際放射核種計量與應用會議 (ICRM 2017)
3	朱健豪	106年11月24日-12月2日印度/新德里	Laboratory Report	2017APMP(第 33 屆 APMP 大會)
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	王思文	10602	建立環境級輻射劑量校正系統(鈷-60)	BSMI-INNER-001-T001(106)	48
2	朱葦翰;袁明程	10604	燃料池隔架完整性評估用之中子計測系統建置	BSMI-INNER-001-T002(106)	46
3	葉俊賢	10604	日本緊急事故的食品放射性計測手冊	BSMI-INNER-001-T003(106)	49
4	鄒騰泓;林怡君	10604	能力試驗執行單位之認證研究	BSMI-INNER-001-T004(106)	47
5	謝宗佑 黃增德	10607	X 射線之 RQA 系列射質照射系統評估	BSMI-INNER-001-T006(106)	49
6	謝宗佑	10607	X 射線空氣克馬校正系統校正工作程序書(中能量)	BSMI-INNER-001-T007(106)	67
7	黃增德	10611	X 射線空氣克馬校正系統-中能量公稱電壓校正程序書	BSMI-INNER-001-T008(106)	22
8	黃增德	10611	X 射線空氣克馬校正系統評估-中能量公稱電壓校正	BSMI-INNER-001-T009(106)	26
9	邱敏綺	10608	一〇五年核能研究所員工全身計測體內劑量評估年度報告書	BSMI-INNER-001-T010(106)	38
10	邱敏綺 陳俊良 陳立言	10610	2017年人員劑量計(貝他/光子)量測不確定度評估報告	BSMI-INNER-001-T011(106)	36
11	黃增德 林怡君	10610	X 射線能譜計算及自由空氣游離腔修正因子評估	BSMI-INNER-001-T012(106)	48
12	陳晉奇 林怡君	10610	2017 肢端劑量計能力試驗試運轉執行計畫書	BSMI-INNER-001-T013(106)	34
13	王思文	10609	多射源環境級低劑量率之校正系統	BSMI-INNER-001-T014(106)	44
14	施名原	10610	次世代 X 光造影儀胸部攝影之危急器官劑量評估	BSMI-INNER-001-T015(106)	43
15	施名原	10610	次世代 X 光造影儀輻射安全評估報告	BSMI-INNER-001-T016(106)	47
16	金寧法 袁明程 朱健豪 沈煜翔 黃宣雅 施名原 黃增	10610	數位 X 光影像裝置之量子偵測效率測定技術建立	BSMI-INNER-001-T017(106)	41

	德 蔡羽威				
17	金寧法 蔡羽威 黃宣雅 沈煜翔	10610	數位 X 光影像裝置之量子偵測效率測定操作手冊	BSMI-INNER-001-T018(106)	33
18	陳晉奇 林怡君	10610	第十次人員體外劑量評估實驗室能力試驗之總結報告	BSMI-INNER-001-T019(106)	73

#### 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;葉俊賢	10606	赴阿根廷布宜諾斯艾利斯參加 2017 年第 21 屆國際放射核種計量與應用會議(ICRM)	BSMI-INNER-001-T005(106)	68
2	黃增德;朱健豪;王正忠	10612	赴印度新德里參加 2017 年亞太計量組織(APMP)會議	BSMI-INNER-001-T020(106)	75
3	施名原	10612	至日本 NMIJ/AIST 研討外推式游離腔技術	BSMI-INNER-001-T021(106)	32

#### 5. 專利(2)

項次	名稱	申請國家/類型	編號	獲得日期
1	游離輻射計讀儀與微小電流量測裝置	中華民國/新型	M537219	106.02.21
2	具有包覆式護極結構之穿透游離腔	中華民國/發明	I575557	106.03.21

補充附件 16、1999-2017 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，本項比對於 2016 年 4 月放棄
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	已進入 KCDB(2016 年 12 月)
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	已進入 KCDB(2017 年 6 月)
APMP.RI(I)-S3(2012-2013)	ISO4037 窄能譜空氣克馬	澳洲 ARPANSA 主辦，報告於 BIPM 審查中
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(I)-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 17、96-106 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
95-96	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
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	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	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
	偵測儀器檢測技術	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	
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
106	微劑量學劑量評估研究	鄂惹效應在放射治療輻射劑量研究	核研所科發基金計畫

補充附件18、最近五年研究成果統計表

年度		102	103	104	105	106
項目						
年度預算(千元)		11,007	11,680	11,971	11,841	10,172
專利		1	1	2	1	2
論文 (發表)	國際期刊	2	2	2	2	2
	其他	28	24	25	24	25
說明會/研討會(場次)		2	2	2	2	2
校正服務(件)		265	451	310	398	375
工服	收入(千元)	2,554	5,311	3,416	3,734	4,500
	較上年成長率	-23%	108%	-36%	9%	21%
國際標 竿	比對(項)	4	4	4	2	2
	進入 BIPM 關鍵 比對資料庫數	1	2	1	0	1
標準新 擴建及 技術發 展項數	技術發展(精進)	1	2	2	3	2
	標準新擴建	1	0	1	1	2
培養在 校研究 生(人)	博士	0	1	1	1	0
	碩士	2	2	4	4	3

## 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*

Ir-192 sources are widely used in brachytherapy and the number of treatments is around seven thousand for the use of the high dose rate (HDR) Ir-192 brachytherapy source per year in Taiwan. Due to its physical half-life of 73.8 days, the source should be replaced four times per year to maintain the HDR treatment mode (DDEP, 2005; Coursey et al., 1992). When doing this work, it must perform the source dose trace to assure the dose accuracy. To establish the primary measurement standard of reference air kerma rate (RAKR) for 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 directly measure the RAKR of the Ir-192 brachytherapy source. In this system, the ion-charge was accumulated by the two ionization chambers and after correction for the ion recombination, temperature, atmosphere pressure, room scattering, graphite-wall attenuation, air attenuation, source decay, stem effect, and so on. The RAKR of the Ir-192 source was obtained in the ambient conditions of 22 °C and one atmosphere. The measurement uncertainty of the system was around 0.92% in 96% confidence level ( $k=2.0$ ). To verify the accuracy of the result, the source calibration comparison has been made at the National Radiation Standard Laboratory (NRSL) of INER and Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB, Germany) in 2015. The ratio of the measurement results between INER and PTB, INER/PTB, was  $0.998 \pm 0.027$  ( $k=2$ ) which showed good consistency and the performance of the system was verified.

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

Tseng-Te Huang <sup>a</sup>, Chien-Hau Chu <sup>a</sup> and Yi-Chun Lin <sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Healthy Physics Division, Institute of Nuclear Energy Research, Taiwan*

#### 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 the cylindrical free-air ionization chamber. The photon-scattering correction factor is used to deduct the ionizations caused by scattered photons. The electron-loss correction factor compensates for the loss of electrons striking the electrode shell without fully depositing their energies to charges in the air. The shadow-effect correction factor compensates for the loss of electrons striking the collecting rod inside the chamber. The photon scattering and electron loss correction factors previously used at INER were based on a least-squares fit with 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 a Monte Carlo code, EGS5. Then, the mono-energetic correction factors were substituted into the ISO 4037 radiation qualities spectrum, and the energy weighted correction factors were calculated. Comparing the calculated correction factors with the previous correction factors, the maximum differences were 0.51% and 1.22% for IN-250 and IN-300 radiation qualities, respectively. In a report detailing an international comparison of air kerma standards for the ISO 4037 narrow spectrum series (EUROMET.RI(I)-S3), which was conducted from 2004 to 2005, the ratio of differences and expanded uncertainties ( $D_i/U_i$ ) for INER's IN-250 and IN-300 radiation qualities were 0.9 and 1.8, respectively. If the correction factors obtained in this study are substituted, the differences can be reduced, and the ( $D_i/U_i$ ) ratios become 0.36 and 0.6 for IN-250 and IN-300, respectively.

## 放射性醫療器材的校正標準與輻防安規檢測

朱健豪 / 行政院原子能委員會核能研究所

### 一、前言

國內在放射診斷領域的電腦斷層掃描儀共有379台(243家醫院)，統計至104年底，每年接受檢查的民眾約有207萬人次<sup>[1]</sup>，顯示國內在放射醫學領域的高品質診斷需求；另外，依據衛生福利部食品藥物管理署規定國內第二等級的醫療器材，無論國產或輸入皆必須提供發生游離輻射器材之輻射線防護安全資料，其中則必須包括該器材的輻射防護安規的檢測結果，國內的放射性醫療器材輻射劑量校正標準主要建立於國家游離輻射標準實驗室(經濟部標準檢驗局委託行政院原子能委員會核能研究所辦理)，其所建置的中能量X射線空氣克馬率量測系統可提供X射線輻射劑量的校正追溯，以確保放射性醫療器材在輻防安規檢測的劑量正確性。

2017 年第 21 屆國際放射核種計量與應用會議(ICRM 2017)  
106 年 5 月 13-22 日阿根廷/布宜諾斯艾利斯

## Standardization of $^{109}\text{Cd}$ by three methods

Ming-Chen Yuan <sup>\*</sup>, Yi-Chun Lin, Wei-Han Chu and Chin-Hsien Yeh

*Health Physics Division, Institute of Nuclear Energy Research,*

*No. 1000 Wenhua Rd. Jiaan Village, Longtan District, Taoyuan City 32546, Taiwan (ROC)*

*Corresponding author: Fax: + 886 3 471 3489, E-mail:mcyuan@iner.gov.tw*

### ABSTRACT

$^{109}\text{Cd}$  is quite a useful nuclide for the calibration of X-ray spectroscopy, gamma-ray spectroscopy or as an excitation source in X-ray fluorescence. In this work,  $4\pi(\text{PC})\text{e-X}$  coincidence counting,  $4\pi(\text{LS})\text{ce}$  counting and the CIEMAT/NIST method were used to determine the activity of the  $^{109}\text{Cd}$  solution. The three methods showed in good agreement on their counting results. On the other hand, the weighted mean came from the results of the three methods was used to calibrate the well type ionization chambers to maintain the radioactivity measurement standard of  $^{109}\text{Cd}$  at INER.

Keywords :  $^{109}\text{Cd}$ ;  $4\pi\text{e-x}$  coincidence counting; CIEMAT/NIST method;  
 $4\pi(\text{LS})\text{ce}$  counting

2017 年第 21 屆國際放射核種計量與應用會議(ICRM 2017)  
106 年 5 月 13-22 日阿根廷/布宜諾斯艾利斯

## Impact Evaluations of Activity Measurement Results for Clearance Operations

Chin-Hsien Yeh\* , Ming-Chen Yuan

*Health Physics Division, Institute of Nuclear Energy Research, 1000 Wenhua Rd. Jiaan Village,  
Longtan District, Taoyuan City 32546, Taiwan (ROC)*

### Abstract

Inside the barrels which contained metal tubes and metal slices, there were point sources, rod sources and slice sources of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{60}\text{Co}$  to simulate the low-level radiowaste whose radioactivity was non-homogeneous distribution in order to observe the standard deviation( $\sigma$ ) of the counting rate as well as the maximum ratios of the counting rate against the relative average values  $(Ri)_{\max}$  of the ten detectors of the  $4\pi$  plastic scintillation counter. These two homogeneity indexes indicated the distribution homogeneity status of the radioactivity of the radiowaste in the whole barrel. When the whole barrel radioactivity was homogeneously distributed, the standard deviation( $\sigma$ ) was less than 0.4 and the maximum ratios of the counting rate against the relative average values were less than 1.5. When the whole barrel radioactivity was not homogeneously distributed, the maximum differences of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{60}\text{Co}$  were  $>26\%$ ; when the whole barrel radioactivity was homogeneously distributed, the maximum differences of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{60}\text{Co}$  were respectively  $>31\%$  and  $>48\%$ . When the hotspots distribution centered at the center of the whole barrel, the shielding effect of the materials made the two homogeneity indexes smaller but the differences with the standard radioactivity appeared larger. This method is to avoid the time-consuming practice of going around the layers of the drum with the highly sensitive detectors for the surface dose-rate.

Key words: low-level radiowaste ,two homogeneity indexes indicated , hotspots distribution

33rd Asia Pacific Metrology Programme General Assembly  
24 November – 1 December 2017  
New Delhi, India

**Laboratory Report**  
***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 14 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.



## 建立環境級輻射劑量校正系統(鈷-60)

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。目前國內輻射偵測儀器校正最低僅能達到約背景劑量的 50 倍，造成儀器的輻射背景劑量存在較大差異。核研所國家游離輻射標準實驗室因應低劑量光子的量測與校正之需求，規劃在核研所 035 館建立鈷-60 環境級的加馬空氣克馬率校正系統。

本系統為低劑量率量測與校正系統採用鈷-60 射源，低輻射強度部份則採用衰減法，利用阻擋片將射源衰減至所需之強度，並自製環境級照射裝置及 10000 cc 標準游離腔來進行 Co-60 校正系統之劑量標定，且依序進行系統性能測試與量測不確定度評估等，完成系統相關數據量測與評估。

鈷-60 低劑量率標準空氣游離腔量測標準輻射場，分成四種劑量率：5.7286、0.7497、0.0911、0.0277  $\mu\text{Gy/h}$ ，而擴充不確定度分別為 1.26 %、2.5 %、5.77 %、10.1 %，代表可模擬環境背景劑量 0.027  $\mu\text{Sv/h}$  至 5.728  $\mu\text{Sv/h}$  涵蓋了天然背景輻射之範圍。鈷-60 環境級量測與校正系統建立上，由於低劑量率產生信號微弱，量測相當困難，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、低能量低劑量率

# 燃料池隔架完整性評估用之中子計測系統建置

朱葦翰 袁明程

## 摘 要

硼基元件中子回散射非破壞性檢測系統運用於核燃料格架中子毒素衰減能力測試，又稱為黑度測試（Blackness Test）工作，其目的瞭解選定的燃料架格板的硼吸收中子的完整性。本研究將針對此量測系統的建置加以介紹。

關鍵字：硼基元件、非破壞檢驗、黑度測試

# 日本緊急事故的食品放射性計測手冊

葉俊賢

## 摘要

日本的衛生勞動部之食品衛生藥物管理局的安全監測課，制定公布的“緊急事故的食品放射性計測手冊”，根據緊急監測的準則，緊急時的監測區分為第一階段迅速完成對緊急事故時的監測，與執行事故後的第二階段監測，因應事故等狀態作適當的監測。目的為因應緊急時的食品放射性污染相關的防災指引與在緊急時的監測指引為基礎，對食品來源的輻射暴露劑量的評估方法、確認食品的安全資訊、環境樣品如農畜牧業和漁業食品的放射性活度的分析方法等，詳細介紹實施辦法。

關鍵字：緊急事故、食品、放射性計測

# 能力試驗執行單位之認證研究

鄒騰泓 林怡君

## 摘 要

能力試驗已成為實驗室在執行各類測試、校正、檢驗之重要活動，能力試驗活動主要是藉由實驗室間的比對，評估實驗室測試或校正的能力。國際標準組織(ISO)依據 ISO/IEC Guide 43 及 ILAC G13:08/2007 之內容，於 2010 年 2 月公佈能力試驗之新標準 ISO/IEC 17043:2010「Conformity assessment — General requirements for proficiency testing」以作為 PTP 所需能力和能力試驗計畫建立及運作的一般要求。

關鍵字：ISO 17043、能力試驗。

## X 射線之 RQA 系列射質照射系統評估

謝宗佑、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，建立 IEC 61267 所建議之 RQA 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，使用自由空氣游離腔量測部分修正因子，並利用 Xcom5r 程式模擬 X 射線射質之能譜以評估其餘的修正因子，最後標定出標準劑量率。

建立完成 X 射線之 RQA 系列射質，其半值層量測結果都能符合 IEC 61267 規範要求，整個照射系統的擴充不確定度為 0.80%(涵蓋因子  $k = 2$ ，95%信賴水準)，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，各射質的比對結果差異皆在 0.55% 以內。

關鍵字：國際電工技術協會、X 射線射質、標準建立。

## X 射線空氣克馬校正系統校正工作程序書(中能量)

謝宗佑

X 射線空氣克馬校正系統校正工作程序書(中能量)	編號：NRSL-XL-07
國家游離輻射標準實驗室	版次：02 頁次：01

### 1 目的：

本工作程序書訂定中能量 X 光實驗室可做儀器校正項目(包括一般 X 光游離腔、電腦斷層筆型游離腔以及劑量面積乘積儀)之游離腔校正方法及步驟，以確保實驗室量測與校正品質。

### 2 適用範圍：

適用於本實驗室中能量 X 光校正系統之所有射質，可使用射質之詳細資料請詳閱 NRSL-XL-01：X 射線輻射場強度標定工作程序書之表一。

### 3 服務項目：

中能量 X 光實驗室各校正儀器可提供之校正服務項目詳述如下：

- (1) 一般 X 光游離腔可提供的校正服務項目為「一般校正」，對象為「游離腔單獨校正(提供一般 X 光游離腔校正因子，單位為 Gy/C)」及「游離腔和測讀儀合併校正(提供校正因子，類似修正因子，無單位)」。
- (2) 電腦斷層筆型游離腔可提供的校正服務包括「(克馬)長度校正」與「一般校正」，「一般校正」對象為「游離腔單獨校正(提供長度與一般校正因子單位分別為 Gy\*cm/C 與 Gy/C)」及「游離腔和測讀儀合併校正(提供校正因子，類似修正因子，無單位)」。

# X 射線空氣克馬校正系統-中能量公稱電壓校正程序書

黃增德

X 射線空氣克馬校正系統-中能量公稱電壓校正程序書	編號：NRSL-XL-09
國家游離輻射標準實驗室	版次：01 頁次：01

## 1 目的：

本工作程序書訂定中能量 X 光實驗室公稱電壓儀之校正方法及步驟，以確保實驗室量測與校正品質。

## 2 適用範圍：

利用 X 光機鎢靶及鋁過濾片產生 50~150 kVp 之 X 射線，所使用的射質為 IEC 61267 RQR 系列 X 射線射質；目前 X 射線實驗室提供公稱電壓校正服務的射質資料詳如表一所示。

表一、公稱電壓儀校正之 X 射線射質

IEC 61267 RQR 射質				
射質	管電壓 (kVp)	附加濾片 (mm) (固有濾片=3 mmBe) Al	半值層 (mm) Al	空氣克馬率 ( $\mu\text{Gy/s}$ )
RQR 3	50	2.343	1.79	161.8
RQR 4	60	2.365	2.17	237.5
RQR 5	70	2.628	2.57	297.3
RQR 6	80	3.057	3.08	342.7
RQR 7	90	3.121	3.56	420.4
RQR 8	100	3.174	3.96	509.7
RQR 9	120	3.673	5.05	647.4
RQR 10	150	4.429	6.59	881.5

# X 射線空氣克馬校正系統評估-中能量公稱電壓校正

黃增德

## 前言

因應國內醫院針對 X 射線之公稱電壓值(kVp)追溯的需求，國家游離輻射標準實驗室(以下簡稱本實驗室)目前已完成建置中能量 X 射線之公稱電壓(50~150 kVp)的量測標準，針對量測 X 光攝影公稱電壓之儀器提供校正服務。

放射師在執行 X 光攝影時，會根據病患體型及照射部位等，調整 X 光機的公稱電壓值，以獲得合適的影像對比度。X 光機的公稱電壓條件會在每一次的診斷照射中顯示在儀表板上，為確定其儀表板上的數值，通常臨床上會使用公稱電壓儀(kVp meter)量測 X 光輸出，以確認儀表上數值的正確性，故公稱電壓儀的校正就顯得非常重要。

本文以國際標準組織(ISO)、國際電工組織(IEC)等規範(如：ISO 4037、IEC 61267、IEC 61676 等)建置及評估 X 射線公稱電壓校正系統，其中評估項目包括系統長期穩定性測試及不確定度評估等，並與德國聯邦物理技術研究院(PTB)量測結果進行比對驗證。



# 一〇五年核能研究所員工全身計測體內劑量評估年度報告書

邱敏綺

## 摘 要

本報告係核能研究所（以下簡稱本所）於 105 年度本所員工所執行的全身計測體內劑量評估：包含本所員工每年的例行全身計測；本所員工出差到台電之離所及進所的全身計測；新進員工報到後及員工離職前的全身計測；及員工覺得有需要時所做的全身計測等。其目的是對本所員工的體內劑量有所評估及管制。

關鍵字：全身計測、體內劑量。

# 2017 年人員劑量計(貝他/光子)量測不確定度評估報告

邱敏綺 陳俊良 陳立言

## 摘 要

財團法人全國認證基金會 (Taiwan Accreditation Foundation, TAF) 依據 ISO-17025 文件，要求測試實驗室應評估其量測不確定度。本報告依據 ISO 出版的量測不確定度表示方式指引 (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement)，建立人員劑量計(貝他/光子)評估體外劑量之量測不確定度。本報告內容包含：不確定度之評估方法，如 A 類不確定度、B 類不確定度、擴充不確度及量測不確定度結果等。

關鍵字：人員劑量、不確定度、熱發光劑量計

# X 射線能譜計算及自由空氣游離腔修正因子評估

黃增德、林怡君

## 摘要

核能研究所國家游離輻射標準實驗室中能量 X 射線空氣克馬校正系統，使用圓柱形自由空氣游離腔作為原級標準。自由空氣游離腔的空氣衰減、光子散射、電子損失與電極遮蔽效應修正因子之計算，皆須配合 X 射線能譜進行加權計算，方可獲得各種 X 射線射質的修正因子。本文使用蒙地卡羅程式 BEAMnrc，模擬電子射束撞擊 X 光機鎢靶產生 X 射線，再依序穿過鈹窗、過濾片、錐孔後，到達參考點並獲得能譜。將所獲得的 X 射線能譜，代入計算得自由空氣游離腔的修正因子，並藉此提升國家游離輻射標準實驗室的量測能力。

關鍵字：蒙地卡羅方法、原級標準、自由空氣游離腔

## 2017 肢端劑量計能力試驗試運轉執行計畫書

陳晉奇 林怡君

### 摘 要

肢端劑量計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「肢端劑量計能力試驗技術規範(草案)」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，係參考 ANSI/HPS N13.32-2008 肢端劑量計能力試驗(Performance Testing of Extremity Dosimeters)美國國家標準，並研擬「肢端劑量計能力試驗技術規範(草案)初稿」，據此邀請國內 8 家實驗室參加測試。本測試於 2017 年開始進行先期作業及系統測試，預計於 2017 年 10 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，內容包含肢端劑量計接收程序，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、肢端劑量計、品保、體外劑量評估實驗室

## 多射源環境級低劑量率之校正系統

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，然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此需求，規劃在 035 館建立多射源環境級低劑量率校正系統。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。

建立多射源環境級低劑量率校正系統提升了實驗室研製校正設施之能力。三射源經過不同厚度阻擋濾片，可提供十一種不同強度輻射場，作為國內量測與校正追溯之標準。多射源環境級低劑量率校正系統已建立完成，但由於此系統為低劑量率，信號微弱，量測困難，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

## 次世代 X 光造影儀胸部攝影之危急器官劑量評估

施名原

### 摘 要

核能研究所新開發之次世代 X 光造影儀係使用一種斷層合成攝影技術，其產生的影像具有如電腦斷層般的切面影像，且對病人造成的吸收劑量較一般電腦斷層為低。為使病人接受的劑量合理抑低，次世代 X 光攝影儀使用較佳的攝影方式及演算法，以求得最佳化的檢查程序。

此研究利用侖多人假體搭配熱發光劑量計，實際量測侖多人假體的器官劑量及體表劑量，以瞭解次世代電腦斷層造影儀對身體危急器官的影響。

關鍵字：斷層合成、熱發光劑量計、侖多人假體。

# 次世代 X 光造影儀輻射安全評估報告

施名原

## 摘要

依據國際電工標準委員會 (International Electrotechnical Commission, IEC) 制訂之規範 IEC 60601-1-3 及 IEC 60601-2-54 建立醫療器材檢測系統，並於 106 年取得財團法人全國認證基金會之認證證書，希望藉由本實驗室建立的 X 射線設備檢測技術，提升我國放射診斷設備開發的國際競爭力。

為確保新開發之次世代 X 光診斷造影儀符合 IEC 國際規範，本實驗室將對其進行輻射安全項目檢測，其檢測項目包含(1)輻射品質測試；(2)洩漏輻射檢測；(3)輻射輸出的再現性；(4)負載因子範圍內之空氣克馬線性度；(5)管電壓、管電流及照射時間之準確度；(6)X 光照野與有效影像接收區的符合度、光照野的準確度；(7)材料衰減厚度檢測。

關鍵字：放射診斷、輻射品質、洩漏輻射。

## 數位 X 光影像裝置之量子偵測效率測定技術建立

金寧法 袁明程 朱健豪 沈煜翔 黃宣雅 施名原 黃增德 蔡羽威

### 摘 要

國際電工委員會制定了 IEC 62220-1 報告，明定調制轉換函數及量子偵測效率之量測、計算方法。本研究將比較 4 種不同之邊緣擴散函數計算方法，法一為將所取得之多條邊緣擴散函數，僅取中央條計算調制轉換函數；法二為將多條預採樣邊緣擴散函數進行平均，取得平均之邊緣擴散函數計算調制轉換函數；法三所提之方法，是將取得之多條邊緣擴散函數皆位移後平均，再計算調制轉換函數；方法四為把每條的預採樣邊緣擴散函數計算到調制轉換函數後再作平均。

透過本所新世代 X 光造影儀—Taiwan TomoDR 原型機實際量測影像感應器。結果顯示，方法四擁有較平滑的曲線和量子偵測效率。

關鍵字： 量子偵測效率，調制轉換函數。



# 數位 X 光影像裝置之量子偵測效率測定操作手冊

金寧法 蔡羽威 沈煜翔 黃宣雅

## 摘 要

國際電工委員會制定了 IEC 62220-1 報告，明定調制轉換函數及量子偵測效率之量測、計算方法。透過本所新世代 X 光造影儀—Taiwan TomoDR 原型機實際量測影像感應器。本操作手冊簡述於原型機的量子偵測效率計算程序及作業流程。

關鍵字： 量子偵測效率，調制轉換函數。

## 第十次人員體外劑量評估實驗室能力試驗之總結報告

陳晉奇 林怡君

### 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，至今已執行十次(1991、1993、1995、1998、2001、2004、2007、2010、2013 及 2016)。前四次能力試驗採用之測試標準為美國國家標準 ANSI N13.11(1983)；第五次至第七次則採用 ANSI N13.11(1993)標準；第八次開始採用美國 ANSI N13.11(2001)標準規範，第九次與第十次執行依據為核能研究所與 TAF 於 2012 年第三版的「測試領域人員體外劑量評估技術規範」(TAF-CNLA-T08(3))。

本次人員體外劑量計能力試驗共有國內 8 家人員體外劑量評估實驗室參加，8 組人員劑量計中包含了 4 種不同的廠牌型號。於 2016 年 11 月開始，2017 年 3 月完成數據回報，5 月 25 日召開總結會議，測試已於 NRSL 與劑量評估實驗室充份合作下順利完成。其中，4 個實驗室之能力商數( $P_i$ )平均值之絕對值和標準差的和( $|B|+S$ )皆於 0.2 之內，另 4 個實驗室之 $|B|+S$ 數值不大於 0.3，8 個實驗室皆通過 6 大類別的測試，顯示各實驗室之技術能力具備一定水準。

關鍵字：能力試驗、人員劑量計、人員體外劑量評估實驗室

# 赴阿根廷布宜諾斯艾利斯參加 2017 年第 21 屆國際放射核種計量與應用會議(ICRM)

林怡君 葉俊賢

## 摘 要

本次公差目的為參加第 21 屆 ICRM (International Conference on Radionuclide Metrology)會議及其會員大會(General Meeting)，收集最新的國際核種活度計量發展資訊，提供我國國家游離輻射標準實驗室（本實驗室）未來發展之參考與方向。本次 ICRM 會議，由阿根廷原子能委員會 (Comision Nacional de Energia Atomica)主辦，會議地點設於阿根廷布宜諾斯艾利斯市中心的泛美酒店(Hotel Panamericano)，會議期程為 5 月 14 日至 19 日，共有 29 個國家、145 人與會，另有阿根廷原能會、4 家輻射偵檢儀器製造商、1 家國際期刊、1 家阿根廷旅遊業者參展。會議總共進行 6 天，第 1 天為註冊報到和非正式接待會，第 2 至 5 天為技術論文發表與工作小組會議，最後一天為會員大會，會議論文發表 128 篇，共分為：國際計量概況、量測比對、核種計量技術、液體閃爍量測技術、射源製備技術、量測標準與參考物質、阿伐粒子能譜、貝他粒子能譜、加馬能譜、核子衰變數據、生命科學之放射核種計量技術、低階放射性活度量測技術、以及放射性活度量測之品質保證與不確定度評估等 13 個主題進行，其間穿插口頭報告、壁報論文概述、各技術工作組的報告與討論。本實驗室於核種計量技術及加馬能譜主題發表壁報論文各一篇，題目分別為：Standardization of Cd-109 by three methods 及 Impact evaluations of activity measurement results for clearance operations。本會之會議論文將於同儕審核通過後，轉成 Applied Radiation and Isotopes SCI 期刊論文。

關鍵字：放射性活度、核種計量技術、區域計量組織、量測比對、加馬能譜

## 赴印度新德里參加 2017 年亞太計量組織(APMP)會議

黃增德 朱健豪 王正忠

### 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印度新德里舉辦的 2017 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 2017 年工作成果，展現研發能力；同時必須於工作會議報告本所主辦的中能量 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。

## 赴日本 NMIJ/AIST 研討外推式游離腔技術

施名原

摘 要

外推式游離腔是度量  $\beta$  粒子輻射劑量的原級標準儀器。利用外推式游離腔可測得 0.07 mm 深度處軟組織之淺部等效劑量，此劑量可作為人員輻射防護之依據。

本次公差的目的係赴日本產業技術綜合研究所量測標準研究部門 (NMIJ/AIST) 與其貝他系統負責人研究並討論貝他射線外推式游離腔量測技術及修正因子之評估方法。

NMIJ/AIST 利用自行設計並委託民間公司製造的外推式游離腔，建立外推式游離腔量測技術。首先，先建立參考貝他粒子輻射場；其次，評估各項修正因子；最後，計算組織吸收劑量率。

此次日本參訪，與加藤昌弘資深研究員針對貝他射線劑量量測的方法進行交流討論，獲取非常多且寶貴的技术及經驗。期望將來雙方密切合作，持續提升國內相關技術發展。

## 伍、審查意見與回覆彙整表

### 計畫名稱：建立及維持國家游離輻射標準計畫 (3/4)

106 年度  細部計畫審查  期中報告  期末報告

建議事項	說明
<b>A 委員</b>	
1. 106 年度之計畫執行與預定達成目標一致。	謝謝委員支持。
2. 第 10 頁年度支用狀況，在設備費用至 11 月份只佔分配 56.11%，請說明至 12 月底的狀況，及設備的項目。	謝謝委員指導，截至今年 12 月底設備費支用分配的確只達成 98%，主要是因為今年的實驗室整建之工程案，經費別不熟稔的原因，導致工程案中的設備費之管理費至結案時因為管理費編列錯誤需調整，設備費調整後已是 12 月 20 日，但整體經費仍維持 99% 的支用狀況。
3. 量化績效產能依計畫執行，特別在例行校正服務成長與資訊公開宣導上值得肯定。	謝謝委員支持與指導。
4. 多再注意國際量測比對成效及計畫內容，在各項量測上設備及技術上的精進與汰換要作長期規劃。	謝謝委員指導，實驗室每年參加亞太計量組織暨技術委員會議，與亞太地區的相關實驗室專家及代表討論技術及比對項目，確實可使台灣在游離輻射計量與世界同步；在未來的規劃上，仍考量國內需求及國際趨勢，作為標準建置及汰舊換新的長期規劃。
<b>B 委員</b>	
1. 至 1 月底，本計畫預算執行率為 78%，但若包括尚未完成驗收結報之購案經費，則預算執行率為 99%，計畫執行良好，符合預期。	謝謝委員支持。
2. P. 41，林口長庚醫院質子治療基已於民國 104 年 11 月正式啟用，表中”預計在 103 年開始提供服務”為誤植，請更正？	謝謝委員指導，將於後續計畫書更新改版修訂。

<p>3. P. 66 與 P. 68，表中所列之 Am-241 加馬射線空氣克馬率標準並未列出所曾參與過之國際比對記錄，在補充附件 16 中亦未見到該項比對記錄。由於國際比對結果係國家標準實驗室宣告量測結果具有國際可接受的佐證，十分關鍵，建議游離輻射實驗室規劃於未來進行該項國際比對。</p>	<p>目前在國際度量衡局的網站上 INER 實驗室仍並未在 CMC 表上公告具備此項量測能力，主因是亞太地區並未主辦此項國際比對，且實驗室也並未建立此項量測的原級標準，目前 Am-241 (能量為 59.5 keV) 加馬射線空氣克馬率標準是追溯到 X 射線的劑量標準 (IN60、IN80 及 IN100 射質平均)，以內插的方式計算 Am-241 加馬射線空氣克馬率，以因應國內二級實驗室的需求。</p>
<p>4. 本年度游離輻射實驗室獲得專利獲證兩件，績效優異，十分難得，值得肯定嘉勉。</p>	<p>謝謝委員支持。</p>
<p><b>C 委員</b></p>	
<p>1. 本計畫之執行可促進原子能於民生應用科技與產業之發展，並維護輻射工作場所、人員與大眾之輻射安全，對於國內游離輻射之應用與防護方面有極重要之效益。</p>	<p>謝謝委員肯定。</p>
<p>2. 本年度執行成果，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。106 年度已發表 SCI 期刊 2 篇、國內期刊 1 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 27 篇，成果顯著。</p>	<p>謝謝委員肯定。</p>
<p>3. (p21)提及：人才培育與合作研究方面，106 年已與嘉義大學以及長庚大學合作，建議可再多加推廣游離輻射之應用與防護，與更多大學院校建立合作關係。</p>	<p>謝謝委員建議，目前游離輻射相關應用也透過其他不同計畫與其他學研單位共同執行相關研發工作，包括質子治療、高能中子劑量、醫療曝露品質保證研究、放射性醫療器材檢測等，未來仍會盤點計畫需求，與更多的學研單位合作。</p>

<p>4. (p27) 1. 量測標準的維持與服務之(1)校正追溯服務內容提及：…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；…又於(p31)之(3)輻射防護與環保領域內容議提及：在輻射防護與環保領域，目前有…9 個人員劑量評估實驗室…，進行第一線的檢校業務，確保人員、設施與環境之輻射安全。</p> <p>建議：依據主管機關(原能會)公告認可之人員體外輻射劑量評定機構名單現有僅 7 家，如未經原能會認可者在國內是不能提供服務的，請確認實際提供人員劑量計服務之實驗室家數，如有誤植請予修正。</p>	<p>謝謝委員指導，內容提及人員劑量評估實驗室國內現有 9 家，乃根據第九次人員體外劑量評估能力試驗資料，具備該技術能力的實驗室數量，且評估系統依不同廠牌型號採分別計數，通過單位可據此取得 TAF 認證，並向原能會申請證照；於今年 7 月完成的第十次人員體外劑量評估能力試驗，通過單位為 8 家，對照原能會認可之人員體外輻射劑量評定機構名單，其中 1 家可提供 2 種不同類型人員劑量計之技術服務。</p> <p>計劃書修訂為：人員劑量評估實驗室國內現有 7 家（3 家政府機構、1 家學術機構、2 家法人機構、1 家私人企業）8 組劑量計，每年約提供全國 540,000 片人員劑量計的輻射劑量評估服務。</p> <p>於(p31)之(3)輻射防護與環保領域內容議提及：在輻射防護與環保領域，目前有…8 組人員劑量評估實驗室…，進行第一線的檢校業務，確保人員、設施與環境之輻射安全。</p>
<p>5. (p37)第三行：…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，…</p> <p>建議：上述文字之” 105 年度” 是否為誤植？請予確認</p>	<p>謝謝委員指導，將於後續計畫書更新改版修訂。</p>
<p><b>D 委員</b></p>	
<p>1. 建立及維持國家游離輻射標準(3/4)一〇六年度計畫內容，依該年度執行報告所描述，所有工作項目皆如期達成計畫目標。。</p>	<p>謝謝委員肯定。</p>



<p>2. 校正服務超出原計畫目標(全年度 255 件, 收入 250 萬元), 是否有影響國家游離輻射標準實驗室, 其他量測標準的精進與新建? 另超出原計畫目標的收入, 是否有一定之比例可回饋至國家游離輻射標準實驗室?</p>	<p>截至去年(106 年)底, 全年度共校正 375 件 (收入為 450 萬元), 佔總計畫收入的 44%; 故目前計畫的人力 2/3 必須投入於例行標準的維持與服務, 精進與新建僅最多 1/4 人力 (約 3 人年), 的確可能影響標準的國際等同進展, 目前以爭取新計畫為重點考量, 但有鑑於公務體制的法令限制, 的確無法回饋至核研所實驗室。</p>
<p>3. 目前國際上對於醫療診斷用 X 射線輸出能譜是以 IEC 61267 的規範為標準, 此輸出能譜的測量位置為何? 如病人體厚不同, 需如何修正?</p>	<p>依 IEC 61267 規範的標準輻射品質 RQA 2 至 RQA 10 所做的量測佈局規定, 量測位置必須大於 100 公分, 而實驗室距離射源標定為 150 公分位置, 如病人體後不同則採用不同射質條件進行校正。</p>
<p>4. 國家游離輻射標準實驗室的石墨熱卡計或水熱卡計技術, 是否已對外開放, 提供校驗申請。</p>	<p>謝謝委員指導, 由於目前實驗室僅有 Co-60 校正系統, 因此水吸收劑量標準仍以游離腔為主。待未來實驗室完成直線加速器系統建置後, 將採用石墨熱卡計作為原級標準, 並提供對外校正。</p>
<p>5. 輻射計量標準業務推廣, 完成研討會或說明會累計 2 場次, 但這 2 場次的參與人員分別為 67 人及 53 人。就我國的相關輻射計量業務從業人員而言, 此參與人員的比例並不高, 建議在舉行研討會或說明會前應廣為宣傳。</p>	<p>謝謝委員指導, 本年度舉辦的兩場研討會議, 其範圍包括人員劑量計能力試驗以及放射性醫療器材等, 主題性較明確但普及性不高, 故參與人員具代表性但人員比例不高, 未來在推動研討會或說明會前會依委員建議加強宣傳。</p>
<p><b>E 委員</b></p>	
<p>1. 建立與維持國家游離輻射標準是所有輻射應用與輻射安全基礎, 必須持續支持。而且, 相關成果亦可提供國內發展放射醫材產業所需的支援, 與政府五大創新研發計畫中的高商業價值醫材開發方向一致, 應持續精進並擴展新的領域。</p>	<p>謝謝委員指導。</p>

<p>2. p.13 圖二：職級分布圖。研究員只占 2%，副研究員也只有 17%，助理研究與研究助理加起來超過 78%，是否表示經驗豐富的資深研究人員比例較少，未來可能必須特別注意經驗傳承與新進人員的訓練，以維持國家標準實驗室的水平。</p>	<p>謝謝委員指導，核研所體制受限於公務體系的級職規定，研究員等級與簡任十一至十二職等對應，對於公務體系而言，是需要長久歷練後才有可能。故未來實驗室會特別注意經驗傳承與新進人員訓練，以維持國家標準實驗室的水平。</p>
<p>3. p16 使用熱卡計沒有能量上限及劑量率上限的問題…為了使熱卡計便於攜帶，本計畫著手研製可攜式石墨熱卡計，縮小石墨熱卡計量測系統之體積…。是否評估過體積較小的石墨熱卡計是否會造成哪些缺點或性能限制？請簡述。</p>	<p>謝謝委員指導，目前設計的可攜式石墨熱卡計，將石墨假體尺寸由原本的 30 公分縮小至 18 公分，主要影響為經由假體散射貢獻給核心的劑量會減少。經蒙地卡羅評估，對於 Co-60 射束，核心劑量約減少 0.2%；對於質子射束則差異小於 0.01%。</p>
<p>4. p26 本計畫的後續工作重點 2. 進行量測標準的精進與新建有六領域：(1)放射治療領域(2)放射診斷與核醫領域(3)輻射防護與環保領域(4)工業應用領域(5)微劑量學領域(6)實驗室技術提升。在人力與經費的限制下，請簡述未來執行的規劃與優先順序。</p>	<p>謝謝委員指導，目前實驗室在綱要計畫書中會規畫實驗室未來 5 年的量測標準建置藍圖，依據現行分類的方式，考量國內需求與國際趨勢規劃每年的執行內容；另外，仍需考量經費的因素提前作業，將人員訓練及經費需求做全盤性的規劃。</p>
<p>5. 開放實驗室參觀以及邀請學生參訪的做法值得鼓勵與持續，亦應注意網路或社群媒體的演進，多思考如何借助相關媒體的特性，以利傳播實驗室累積的成果，以期擴大社會影響力。</p>	<p>謝謝委員指導，今年特別增加開放實驗室邀請學生參訪與網站修編，在計畫運作人力上明顯吃力，但有鑑於技術擴散對於標準對外傳遞的重要性，未來仍會秉持目前的做法與委員建議，持續推動量測標準的傳播工作，以期達到擴大社會影響力之成效。</p>