



國家度量衡標準實驗室 103 年度計畫執行報告

# 建立及維持國家游離輻射標準 (4/4)

## 103 年度執行報告

計畫審議編號：103-1403-05-05-01

全程計畫：自 100 年 1 月至 103 年 12 月止

本年度計畫：自 103 年 1 月至 103 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 104 年 1 月



一〇三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(4/4)一〇三年度計畫		計畫編號：103-1403-05-05-01	
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	袁明程	電話：03-4711400-7673	傳真：03-471 3489	
計畫分類	<input type="checkbox"/> 研究發展類 V 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		42,216 千元	
	本年度預算	11,680 千元	本年度實支數	11,422 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. 石墨熱卡計標準系統整合測試與比對驗證</li> <li>2. Ir-192 原級標準系統建置</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>				

一〇三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	103 年度目標	103 年度實際達成情形
研究成果	SCI 期刊	2 篇	● SCI 發表 2 篇。 達成預期目標。
	研究報告	18 篇	發表 24 篇(含國外會議論文 5 篇)。 達成預期目標。
	專 利	1 項	提出 1 項並獲得 1 項，達成預期目標
例行維持	舉辦研討會或 說明會	2 場	2 場，達成預期目標。
	問卷調查	1 次	1 次，達成預期目標。
	技術服務收入	235 件	年度例行校正服務共 451 件，總收入 為 5,311,200 元。超出預期目標。
	能力試驗	1 項	● 提供人員劑量計能力試驗、輻射 偵測儀器校正能力試驗之標準追 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) ● 參加由韓國 KRISS 主辦的 Cs-137 空氣克馬比對 (代號：APMP.RI(I)-K5) ● 參加由日本 NMIJ 主辦的貝他射 線組織吸收劑量比對 (代號：APMP.RI(I)-S2) ● 參加由日本 NMIJ 主辦的亞太 Fe(鐵)-59 放射源活度量測比對 (代號：APMP.RI(II)-K2.Fe-59) 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。
2. 本年度預算執行率為97.79%，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 451 件收入 5,311,200 元。例行校正服務超出原計畫目標(全年度 235 件，收入 230 萬元)甚多，主要原因如下：(1)

## 一〇三年度計畫執行報告摘要記錄表

於上年度開始執行的人員劑量計能力試驗於本年度完成，並陸續繳交測試與校正費用。(2)台電公司放射試驗室的中子標準場與今年度不預警停止運作，使本實驗室中子標準校正服務量突然大幅增加。(3)原能會將電腦斷層攝影納入醫療曝露品保適用範疇，使 X 射線標準相關校正服務量明顯增加。這些變動都將納入後續計畫規劃時參考。

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)	24
(五) 後續工作構想及重點	27
(六) 檢討與建議	48
二、年度經費一千萬元以上科技計畫成果效益自評表	50
(一) 計畫目的與執行內容是否符合	50
(二) 計畫已獲得之主要成就與成果(output)	50
(三) 評估計畫主要成就及成果之價值與貢獻	51

標 題	頁碼
(outcome)	
(四) 計畫經費的適足性與人力運用的適善性	52
(五) 後續工作構想及重點的妥適性	53
(六) 檢討與建議	55
參、報告內容	57
一、執行績效檢討	57
(一) 與計畫符合情形	57
1. 進度與計畫符合情形	57
2. 目標達成情形	63
(二) 資源運用情形	65
1. 人力運用情形	65
2. 設備購置與利用情形	66
3. 經費運用情形	67
(三) 人力培訓情形	69
(四) 標準維持情形	70
二、成果運用檢討	73
(一) 主要成果運用檢討表	73
(二) 研究成果統計	76
(三) 校正服務列表	77
1. 工服成果統計表	77
2. 量測標準系統與校正服務統計表	99
三、結論	102

標 題	頁碼
伍、補充附件	103
補充附件1、顧客滿意度問卷調查統計表	103
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	104
補充附件3、APMP RI(I)-K5 Cs-137空氣克馬比對量測數據結果	105
補充附件4、本實驗室之APMP. RI(I)-S2貝他組織吸收劑量比對量測結果	106
補充附件5、APMP. RI(II)-K2. Fe-59比對本實驗室之初步量測結果	107
補充附件6、APMP. RI(II)-K2. I-131 放射活度量測比對結果	108
補充附件7、APMP. RI(I)-K2 低能量 X 射線空氣克馬關鍵比對結果	109
補充附件8、石墨熱卡計進行鈷-60 量測實驗之照片及量測結果	110
補充附件9、Ir-192 原級標準游離腔與準直儀、平均漏電流量測結果、散射量評估結果	111
補充附件10、第九次人員劑量計能力試驗總結會議議程表及照片	112
補充附件11、第六次輻射偵檢儀器校正能力試驗與低放射性活度量測比對說明會議程表及照片	113
補充附件12、APMP 2014 會議議程表及照片	114
補充附件13、論文報告一覽表	115
補充附件14、NRSL 參加國際比對之現況	118

標 題	頁碼
補充附件 15、本計畫與其他計畫之合作列表	120
補充附件 16、最近五年研究成果統計表	122
補充附件 17、研究報告摘要	123
陸、審查意見與回覆彙整表	
（含期末報告審查暨驗收會議紀錄決議事項）	151

## 壹、基本摘要

計畫名稱：建立及維持國家游離輻射標準(4/4)-0三年度計畫  
審議編號：103-1403-05-05-01 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： 103年1月~103年12月

經 費：(全程)：42,216千元 (年度)：11,680千元

執行情形：

### 一、執行進度：

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

### 二、經費支用

經費支用	預定(千元)	實際(千元)	支用比率(%)
本年度	11,680	11,422	97.79
全程	42,216	41,942	99.35

### 三、主要執行內容：

本計畫配合經濟部規劃之科技施政理念，策略發展係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，本年度主辦中能量 X 射線空氣克馬比對(代號：APMP.RI(I)-K3)，並參與 Cs-137 空氣克馬比對(比對代號：APMP.RI(I)-K5)、貝他射線組織吸收劑量率比對(比對代號：APMP.RI(I)-S2)、亞太 Fe(鐵)-59 放射源活度量測比對(比對代號：APMP.RI(II)-K2.Fe-59) 等亞太計量組織(Asia Pacific Metrology Programme, APMP)國際比對活動。其中由本實驗室主辦的中能量 X 射線空氣克馬比對，已完成比對計畫議定書，於 9 月 22 日向 TCRI 會員國簡報規畫內容並完成審查，預定比對執行時程自 2015 年 7 月至 2016 年 12 月，計有亞太計量組織共 11 個會員國參與。本年度新參與的國際比對活動有韓國 KRISS 主辦的 Cs-137 空氣克馬

比對，及由日本 NMIJ 主辦的亞太 Fe(鐵)-59 放射源活度量測比對，本實驗室皆已完成量測作業，並將初步結果提交主辦實驗室；而由日本 NMIJ 主辦的貝他射線組織吸收劑量率比對，則於 102 年 12 月至 103 年 1 月進行量測，並完成提交量測結果給主辦實驗室。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，提昇實驗室的量測能力。

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 451 件，總收入繳庫 5,311,200 元。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。

## (二) 精進與新建

熱卡計為目前國際上各國游離輻射標準實驗室所新發展的輻射劑量原級標準。由於以往使用的空氣游離腔，作為量測光子輻射劑量的原級標準，有其能量上限(約 2 MeV)，超過此上限便只能使用各種議定書如美國 AAPM-51 號報告、IAEA-398 號報告，將游離腔量測結果延伸至更高能量之應用，但這些方法均會使標準不確定度增加；如使用熱卡計量測高能量輻射，則可依輻射吸收劑量的定義直接量測物質吸收之熱量，並轉換為該物質之輻射吸收劑量以作為原級標準，將可提升國家輻射劑量原級標準之量測能量上限與降低量測不確定度。本計畫於上年度已完成石墨熱卡計本體與電路之建置，以及石墨熱卡計之修正因子評估，本年度則開始進行軟硬體整合測試以及鈷-60 量測實驗，經調整溫度控制之 PID 參數，改善量測環境條件，並更換石

墨熱卡計之部分組件後，石墨熱卡計與現有游離腔水吸收劑量標準差異約 4.5%，達成年度目標。

Ir-192 是目前最普遍應用於高劑量率(HDR)近接治療的射源，核能研究所目前建立的 Ir-192 射源校正方法係採用能量內插的方式，校正不確定度較大，為提供國內後荷式近接治療設備更精準的劑量追溯，故而建立 Ir-192 原級標準系統。本實驗室今年度已完成 100 c.c. 石墨球型電極原級標準游離腔、散射屏蔽、準直儀裝置、校正軌道及定位雷射等製作，並以石墨球型電極原級標準游離腔作為 HDR Ir-192 近接治療射源之空氣克馬量測標準，用影錐體來評估散射訊號。在實驗量測過程中，為降低室散射光子對游離腔的影響，參考 2006 年英國國家物理實驗室報告 (NPL report) 之設計並加以改進，研製雙錐孔之鉛製準直儀，將射源經由導管輸出停留於準直儀中心內，以減少射源於實驗室內所產生的散射輻射。評估標準游離腔及其相關電子組件 (導線、電量計) 所產生的漏電流 (leakage current)，在  $2 \times 10^{-14}$  A 以下。運用影錐法進一步評估射源所產生之散射量對游離腔之影響，使用準直儀裝置後，扣除漏電流因素，本系統之散射訊號與總訊號比值由 6% 降低至 0.01%，大幅地改善散射效應的干擾。

### (三) 推廣與應用

辦理輻射計量標準業務推廣方面：5 月 15 日於核能研究所國家游離輻射標準實驗室召開「第九次人員劑量計能力試驗總結會議」，參加單位有：財團法人全國認證基金會、財團法人國家同步輻射研究中心、台灣電力公司放射試驗室、台灣電力公司放射試驗室核三工作隊、台灣電力公司龍門工作隊、國立清華大學原科中心人員劑量實驗室、中華民國輻射防護協會人員劑量計測試實驗室、貝克西弗公司、台灣光素光公司、本所人員體外劑量評估實驗室，合計共有 10 個單位 47

人參加。會中報告本次人員劑量計能力試驗的測試結果，本次人員體外劑量計能力試驗共有國內九家人員體外劑量評估實驗室參加，能力試驗執行時程由 2013 年 11 月開始，於 2014 年 4 月完成數據回報，依美國 ANSI N13.11-2001 標準規範評估能力商數的結果，九家實驗室皆通過六大類別的測試，顯示各實驗室之技術能力具備一定水準。

6 月 27 日於核能研究所國家游離輻射標準實驗室召開「第六次輻射偵檢儀器校正能力試驗與低放射性活度量測比對說明會」，參加單位有：原能會物管局、原能會輻射偵測中心、台電放射試驗室、台電龍門工作隊、台電核三工作隊、台電公司核一廠廢料組、台電公司核二廠廢料組、台電公司核三廠廢料組、清華大學、本所化學分析組、保健物理組，合計共有 11 個單位 33 人參加。會中報告本次執行輻射偵檢儀器校正能力試驗與低放射性活度量測比對的時程安排及測試項目。其中輻射偵檢儀器校正能力試驗計有輻射偵測中心、清華大學、台電放射試驗室、台電放射試驗室核三工作隊、台電放射試驗室龍門工作隊、核能研究所等六個單位參與能力試驗，預計執行時程為 103 年 9 月至 104 年 5 月。低放射性活度量測比對，邀請參加量測比對之機構計有原子能委員會物管局、台電總公司核發處、台電核一廠廢料組、台電核二廠廢料組、台電核三廠廢料組、核能研究所化學分析組、核能研究所化工組、核能研究所保物組解除管制量測實驗室等八個單位，預計比對時程為 103 年 7 月至 103 年 10 月。

在實驗室參訪方面，4 月 3 日原子能委員會新進同仁共計 35 人參訪國家游離輻射標準實驗室，瞭解實驗室技術服務能量。4 月 25 日台灣大學公共衛生學院師生 19 人至本實驗室行教學參訪。6 月 11 日衛服部沈次長等 8 人參訪，瞭解本實驗室在輻射醫療曝露方面的技服能量。6 月 23 日阿根廷全國商業總會出口委員會主席 DOSORETZ Victor

等 3 人，參訪本實驗室，瞭解實驗室技術與作業能量。7 月 8 日原能會醫療曝露品保輻射安全向下扎根研習營共 50 人、8 月 19 日清華大學輻射與原子能隱形能量知識深耕科學營共 80 人、11 月 19 日衛生福利部科技管理研習營共 80 人參訪本實驗室，瞭解游離輻射標準 SI 單位、技術應用與量測標準追溯體系。

人才培育與合作研究方面，本年度實驗室於縱向方面：提供量測技術或設施予中央大學物理系陳鎰鋒教授及其研究生(蔡雅文、江昆嶸)，進行質子治療品保用雙層平板型游離腔之特性研究與建立校正技術。另提供嘉義大學電機系謝奇文教授及其研究生洪榮鴻進行游離腔之微小電流量測實驗，開發可量測游離腔信號之電子電路與計讀儀。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散，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，協助製作低放射性廢棄物量測比對試驗標準桶，完成量測比對說明會的召開、樣品選定及標準桶的傳遞量測。
- 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，完成多圓柱式中子能譜儀的設計與製作，預計可比一般多球式中子能譜儀的偵測效率高出約 10 倍，將本實驗室中子劑量標準，推向質子治療輻射防護研究領域。

#### 2. 透過與法人機構（如：金工中心、電子檢驗中心、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，目前金工中心已著手建置放射醫材檢測實驗室。

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、臨床及產業應用等方面的資源，有效提昇技術與應用研究及更積極的將標準擴散至民生用途。

#### 四、計畫變更說明:

- (一) 本計畫之原計畫主持人施建樑博士因職務異動，本所另指派新任保健物理組組長胡中興博士(簡任副研究員)接任計畫主持人。本案於 103 年 3 月 28 日以核保字第 1030002043 號函向標準檢驗局說明，標準檢驗局於 103 年 4 月 2 日以經標四字第 10300527260 號函同意本項計畫變更案。

#### 五、落後原因分析：

無

#### 六、主管機關之因應對策(檢討與對策)

## 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、103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』(4/4)

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

(4/4)

審議編號：103-1403-05-05-01

全程期程：100年1月～103年12月

全程經費：42,216千元 年度經費11,680千元

執行機構：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

#### 二、量測標準的精進與新建

(1) 石墨熱卡計標準系統整合測試與比對驗證

(2) Ir-192 原級標準系統建置

#### 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 ionization radiation in Taiwan, perform tasks of calibration, testing and develop related technologies of measurement standards. The work items planned in this year include:

1. Measurement standards maintenance and services
  - (1) Provide calibration services that meet ISO 17025 quality assurance criteria
  - (2) Participating in or piloting international comparisons
2. Measurement standards improvement and establishment
  - (1) Integration test and comparison validation of graphite calorimeter standard system
  - (2) Establishment of primary standard system for Ir-192
3. Measurement standards technology promotion and applications
  - (1) Promotion events of radiation metrology standards and participation in APMP related meeting
  - (2) Providing standard radioactive sources for proficiency testing of ionizing radiation field

Keyword: national standard; 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。核能研究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，82~99 年度共執行四期的計畫。

103 年度為第五期四年計畫(100-103 年度)的第四年，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，103 年計畫執行內容如下表。

計畫目標與 103 年計畫執行內容

計畫目標	103 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>● 石墨熱卡計標準系統整合測試與比對驗證</li><li>● Ir-192 原級標準系統建置</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11,680仟元，分配及支用狀況如下表。

103年度預算分配及支用狀況表

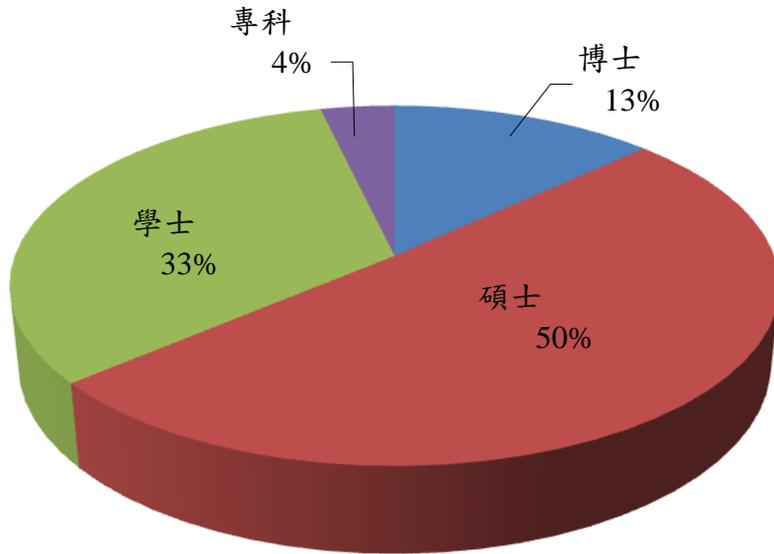
分配項目	預 算 (流用後)		支 用		
	金額(千元)	佔總額(%)	金額(千元)	佔總額(%)	佔分配(%)
人事費	0	0	0	0	0
業務費	9,580	82.02	9,327	79.85	97.36
設備費	2,100	17.98	2,095	17.94	99.76
合 計	11,680	100.00	11,424	97.79	97.79

103 年度各分項工作預算支用狀況表

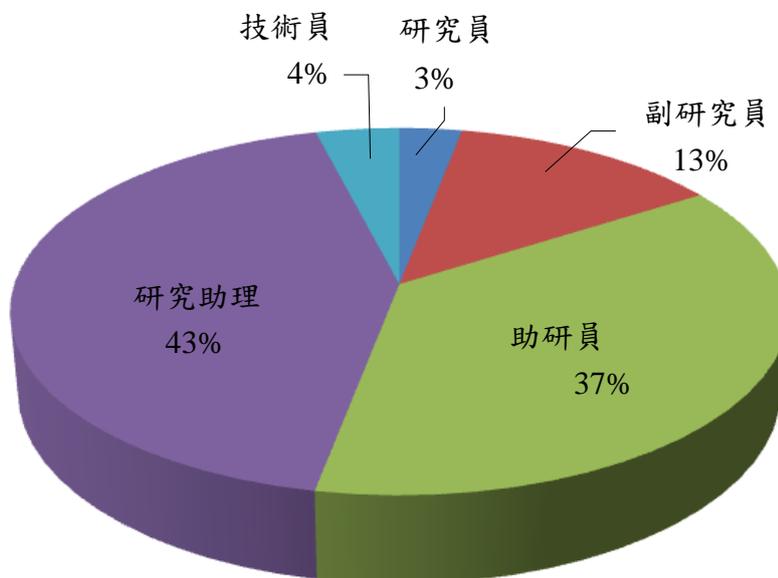
分項工作名稱	103 年 度預算	103 年度支用數						
	小計	小 計	經常支出			資本支出		
			人事 費	材料 費	其它費 用	土地 建築	儀器 設備	其它 費用
1. 量測標準的維持與服務	8,101	7,897	0	876	5,635	0	1,386	0
2. 量測標準的精進與新建	2,700	2,674	0	426	1,539	0	709	0
3. 量測標準技術的推廣與應用	879	851	0	181	670	0	0	0
總 計	11,680	11,422	0	1,483	7,844	0	2,095	0

## 2. 計畫執行人力

本年度計畫總人力是11.50人年（138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

### 103 年度各分項工作使用人力

各分項工作名稱	103 年度 預定人力	103 年度使用人力					
		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	7.80	7.80	0.13	0.70	3.00	3.67	0.30
量測標準的精進 與新建	2.50	2.50	0.10	0.40	1.00	0.80	0.20
量測標準技術的 推廣與應用	1.20	1.20	0.10	0.37	0.30	0.43	0.00
合計	11.50	11.50	0.33	1.47	4.30	4.90	0.50

### (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 103 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共 451 件收入 5,311,200 元，已超越年度計畫目標。完成實驗室內部稽查及實驗室內部管理審查會議，以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 之要求。另完成年度顧客滿意度調查，其結果如補充附件 1。統計結果，除了題號 3(顧客對收到報告時間服務滿意程度)在尚可部分有 3%以外，其他題號的客戶滿意度皆在滿意以上。

##### (2)國際量測比對

A. 主辦中能量 X 射線空氣克馬比對(代號：APMP.RI(I)-K3)，已完成比對計畫議定書，於 9 月 22 日向 TCRI 會員國簡報規畫內容並完成審查，計有日本、韓國、大陸、印度、馬來西亞、印尼、澳洲、紐西蘭、敘利亞、南非、埃及等 11 個亞太計量組織會員國參與，預定比對執行時程自 2015 年 7 月至 2016 年 12 月。比對傳遞件之特性、參與比對之國家及其連絡人列表詳如補充附件 2。

- B. 參加由韓國 KRISS 主辦的 Cs-137 空氣克馬比對（代號：APMP.RI(I)-K5），共有西班牙、台灣、中國、日本、韓國等五個國家實驗室參與比對活動，量測比對期程為 2014 年 2 月至 10 月，目前本實驗室的量測作業已完成，對 Spherical Exradin A3 比對件的校正因子為  $8.5630 \text{ MGy/C} \pm 0.3\%$ ，對 Cylindrical PTW 23331 比對件的校正因子為  $28.107 \text{ MGy/C} \pm 0.3\%$ ，量測結果給主辦實驗室，**詳細的不確定度列表如補充附件 3。**
- C. 參加由日本 NMIJ 主辦的貝他射線組織吸收劑量率比對活動（代號：APMP.RI(I)-S2），共有台灣、韓國、馬來西亞、日本、泰國等五個國家實驗室參加，本實驗室的量測時程為 2013 年 12 月至 2014 年 1 月，目前本實驗室已完成量測比對作業，**本實驗室量測標準不確度約 1.6%**，並提交量測結果給主辦實驗室，**量測結果詳如補充附件 4。**
- D. 參加由日本 NMIJ 主辦的亞太 Fe(鐵)-59 放射源活度量測比對（代號：APMP.RI(II)-K2.Fe-59），計有台灣、韓國、馬來西亞、日本、泰國、印尼、巴西、澳洲、中國大陸等 9 個國家實驗室參加。量測比對樣品於 6 月 23 日送達本實驗室，**本實驗室於 11 月完成量測，量測結果為  $471.8 \text{ kBq/g} \pm 0.3\%$  已傳送主辦實驗室 NMIJ，詳細量測結果及不確定度分析表如補充附件 5。**
- E. 參加由日本 NMIJ 主辦的 I-131 放射核種活度比對（代號 APMP.RI(II)-K2.I-131），量測期程為 2008 年，計有澳洲、印尼、印度、台灣、韓國、中國、日本、泰國共 8 個實驗室參與，比對結果已於 2014 年 2 月通過審查並登錄於 BIPM

KCDB，比對結果詳如補充附件 6。量測結果與標準值差異約 1.6%，主要差異成因，在於製作原級標準量測樣品時，放射源安定劑的添加量不足所致。藉由本次量測比對，已將 I-131 放射活度國際量測標準引回本實驗室的  $4\pi\gamma$  游離腔，並調整游離腔之校正因子為 4.033 pA/MBq，標準不確定度 0.4 %。

F. 參加由日本 NMIJ 主辦的低能量 X 射線空氣克馬關鍵比對(代號 APMP.RI(I)-K2)，量測期程由 2008 年至 2010 年，計有敘利亞、澳洲、印度、國際原子能總署、台灣、韓國、日本、中國、南非、泰國共 10 個實驗室參與，比對結果已於 2014 年 9 月通過審查並登錄於 BIPM KCDB，比對結果如補充附件 7，圖中右側為各國家實驗室與 BIPM 比對之結果，是以原級標準在 BIPM 進行直接比對，因此量測不確定度較小；而圖中左側部分則為亞太地區之比對結果，是以傳遞游離腔至各國校正的方式進行比對，因此量測不確定度較大。本實驗室量測結果與 BIPM 的差異約 0.3%~1%，低於量測不確定度，與國際標準一致。

## 2. 量測標準的精進與新建

### (1) 石墨熱卡計標準系統整合測試與比對驗證

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

延伸至更高能量之應用，但這些方法均會使標準不確定度增加；如使用熱卡計量測高能量輻射，則可依吸收劑量的定義直接量測物質吸收之熱量，並轉換為該物質之吸收劑量以作為原級標準，可提升國家輻射劑量原級標準之能量上限與降低量測不確定度，無須再依 AAPM-51 號報告或 IAEA-398 號報告做能量上的轉換。本計畫於上年度已完成石墨熱卡計本體與電路之建置，以及石墨熱卡計之修正因子評估，本年度則開始進行軟硬體整合測試以及鈷-60 量測實驗，調整溫度控制之 PID 參數，使熱卡計溫度更快達到平衡；改善量測環境條件，使熱卡計周圍之環境溫度更平穩；改善石墨熱卡計之直流電壓供應器以及電源量測單元，使電橋輸入電壓更穩定，並提升加熱器功率上限。此系統利用加熱器與周邊電橋電路，使石墨卡計核心溫度維持在略高於室溫的特定溫度點上，當 Co-60 加馬射線照射卡計時，系統會降低加熱器之功率，使石墨卡計核心溫度仍舊維持在特定溫度點上，藉由加熱器在加馬射線照射前、後所提供的功率差異，得出加馬射線的吸收劑量率。目前使用石墨熱卡計原型機，量測鈷-60 水吸收劑量，並與現有的游離腔水吸收劑量標準比較，兩者之差異約為 4.5%，達成差異需小於 5% 的年度目標。石墨熱卡計鈷-60 量測實驗之照片及量測結果如補充附件 8，量測結果圖表之橫軸為時間，縱軸為維持核心恆溫所需之功率，當開啟鈷-60 照射時，即可觀察到維持恆溫所需輸入的功率下降，而此下降的量即為輻射劑量。

## (2) Ir-192 原級標準系統建置

Ir-192 是目前最普遍應用於高劑量率(HDR)近接治療的射源，核能研究所之前建立的 Ir-192 射源校正方法係採用能量內

插的方式，校正不確定度較大，為提供國內後荷式近接治療設備更精準的劑量追溯，故而建立 Ir-192 原級標準系統。本實驗室今年度已完成 100 c.c. 石墨球型電極原級標準游離腔、散射屏蔽、準直儀裝置、校正軌道及定位雷射等製作，並以石墨球型電極原級標準游離腔作為 HDR Ir-192 近接治療射源之參考空氣克馬量測標準，影錐體用來評估散射訊號。在實驗量測過程中，為降低室散射光子對游離腔的影響，參考 2006 年英國國家物理實驗室報告（NPL report）並加以改進，研製雙錐孔之鉛製準直儀，將射源經由導管輸出停留於準直儀中心內，以減少射源於實驗室內所產生的散射輻射。評估標準游離腔及其相關電子組件(導線、電量計)所產生的漏電流 (leakage current)，在  $2 \times 10^{-14}$  A 以下。運用影錐法進一步評估射源所產生之散射量對游離腔之影響，使用準直儀裝置後，扣除漏電流因素，本系統之散射訊號與總訊號比值由之前的 6% 降低至 0.01%，大幅地改善散射效應。Ir-192 原級標準系統之實景照片，以及漏電流與散射量評估結果詳如補充附件 9。

### 3. 量測標準的推廣與應用

#### (1) 輻射劑量標準業務推廣

本年度完成研討會 2 場、開放實驗室參觀共 7 次總計 275 人，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，同時瞭解領域內的計量技術及其國內與國際發展現況與應用方向，並與國內其他科專計畫與機構進行分工與合作研究，使量測標準可直接支援或應用於其他計畫與機構，達到技術擴散的目的。詳細說明如下：

5月15日於核能研究所國家游離輻射標準實驗室召開「第九次人員劑量計能力試驗總結會議」，參加單位有：財團法人全國認證基金會、財團法人國家同步輻射研究中心、台灣電力公司放射試驗室、台灣電力公司放射試驗室核三工作隊、台灣電力公司龍門工作隊、國立清華大學原科中心人員劑量實驗室、中華民國輻射防護協會人員劑量計測試實驗室、貝克西弗公司、台灣光素光公司、本所人員體外劑量評估實驗室，合計共有10個單位47人參加。會中報告本次人員劑量計能力試驗的測試結果，本次人員體外劑量計能力試驗共有國內九家人員體外劑量評估實驗室參加，能力試驗執行時程由2013年11月開始，於2014年4月完成數據回報，依美國ANSI N13.11-2001標準規範評估能力商數的結果，九家實驗室皆通過六大類別的測試，顯示各實驗室之技術能力具備一定水準。**議程與會議照片佐證資料如補充附件10。**

6月27日於核能研究所國家游離輻射標準實驗室召開「第六次輻射偵檢儀器校正能力試驗與低放射性活度量測比對說明會」，參加單位有：原能會物管局、原能會輻射偵測中心、台電放射試驗室、台電龍門工作隊、台電核三工作隊、台電公司核一廠廢料組、台電公司核二廠廢料組、台電公司核三廠廢料組、清華大學、本所化學分析組、保健物理組，合計共有11個單位33人參加。會中報告本次執行輻射偵檢儀器校正能力試驗與低放射性活度量測比對的時程安排及測試項目。其中輻射偵檢儀器校正能力試驗計有輻射偵測中心、清華大學、台電放射試驗室、台電放射試驗室核三工作隊、台電放射試驗室龍門工作隊、核能研究所等六個單位參與能力試驗，預計執行時程為103年9月至104年5月。低放射性活度量測比對，邀請參加量測比對

之機構計有原子能委員會物管局、台電總公司核發處、台電核一廠廢料組、台電核二廠廢料組、台電核三廠廢料組、核能研究所化學分析組、核能研究所化工組、核能研究所保物組解除管制量測實驗室等八個單位，預計比對時程為 103 年 7 月至 103 年 10 月。**議程與會議照片佐證資料如補充附件 11。**

於 9 月 21 日至 9 月 27 日，赴韓國參與 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。**議程與會議照片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。4 月 3 日原子能委員會新進同仁共計 35 人參訪國家游離輻射標準實驗室，瞭解實驗室技術服務能量。4 月 25 日台灣大學公共衛生學院師生 19 人至本實驗室行教學參訪。6 月 11 日衛服部沈次長等 8 人參訪，瞭解本實驗室在輻射醫療曝露方面的技服能量。6 月 23 日阿根廷全國商業總會出口委員會主席 DOSORETZ Victor 等 3 人，參訪本實驗室，瞭解實驗室技術與作業能量。7 月 8 日原能會醫療曝露品保輻射安全向下扎根研習營共 50 人、8 月 19 日清華大學輻射與原子能隱形能量知識深耕科學營 80 人、11 月 19 日衛生福利部科技管理研習營 80 人參訪本實驗室，瞭解游離輻射標準應用與量測追溯體系與推廣 SI 單位。透過開放實驗室參觀有效介紹標準劑量與輻射基本觀念，達到輻射劑量標準業務推廣之目的。

## (2) 提供游離輻射領域能力試驗標準追溯源

本年度持續提供人員劑量計、解除管制級核種活度分析與

低階放射性廢棄物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：提供量測技術或設施予中央大學物理系陳鎰鋒教授及其研究生(蔡雅文、江昆嶸)，進行質子治療品保用雙層平板型游離腔之特性研究與建立校正技術。另提供嘉義大學電機系謝奇文教授及其研究生洪榮鴻進行游離腔之微小電流量測實驗，開發可量測游離腔信號之電子電路與計讀儀。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，協助製作低放射性廢棄物量測比對試驗標準桶，完成量測比對說明會的召開及、樣品選定及標準桶的傳遞量測。
- 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，完成多圓柱式中子能譜儀的設計與製作，預計可比一般多球式中子能譜儀的偵測效率高出約10倍，將本實驗室中子劑量標準，推向質子治療輻射防護研究領域。

- 2. 透過與法人機構（如：金工中心、電子檢驗中心、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。目前金工中心已著手建置放射醫材檢測實驗室，由本實驗室授權「游離輻射測試機組設計與量測技術」予金工

中心，授權金收入57,756元，協助金工中心解決輻射防護問題，建立準確有效的測試技術，並建立半值層與劑量量測評估技術。

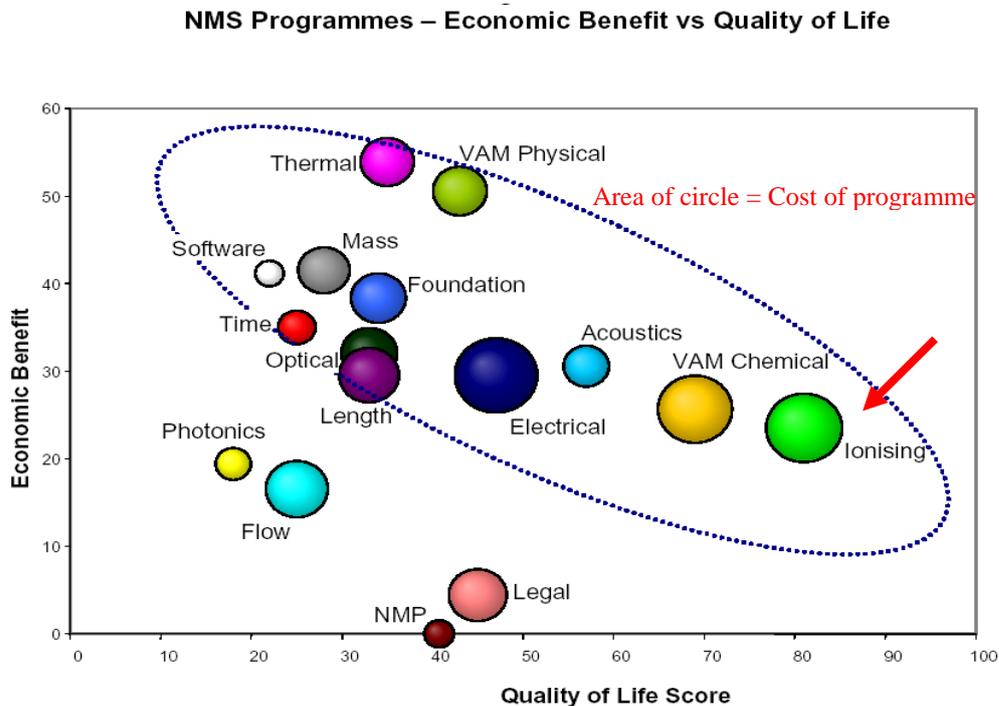
本計畫透過各式管道，期能以國家標準實驗室為中心，結合產、學、研界之力量，融合基礎標準量測能力、法規施行、臨床及產業應用三方面的資源，有效提昇學術研究及更積極的將標準擴散至民生用途。

#### 4. 研究成果

本年度發表 SCI 期刊 2 篇、國內期刊 2 篇、國際會議論文 5 篇、技術報告 14 篇及出國報告 3 篇，共計發表 26 篇，詳如論文報告一覽表(補充附件 13)及研究報告摘要(補充附件 17)。

#### (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 102 年衛生署之統計約 123 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，國家健保支出單就輻射劑量的給付約 16 億元。在乳房攝影方面，依據國民健康署的統計，102 年度接受乳房攝影檢查之婦女約有 70 萬人，其劑量標準直接追溯至本實驗室，而健保對乳房造影術的給付額約 1200 元，以此估算此項付出約 8.4 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 102 年衛生署之統計，接受核子醫學(含正子)掃描檢查的民眾約 52 萬人次，健保對此項掃描檢查的給付額(以鎳-99m 甲狀腺掃描 Tc-99m thyroid scan 為例)約 1300 元，合計約 6.8 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。

## 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 6 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。

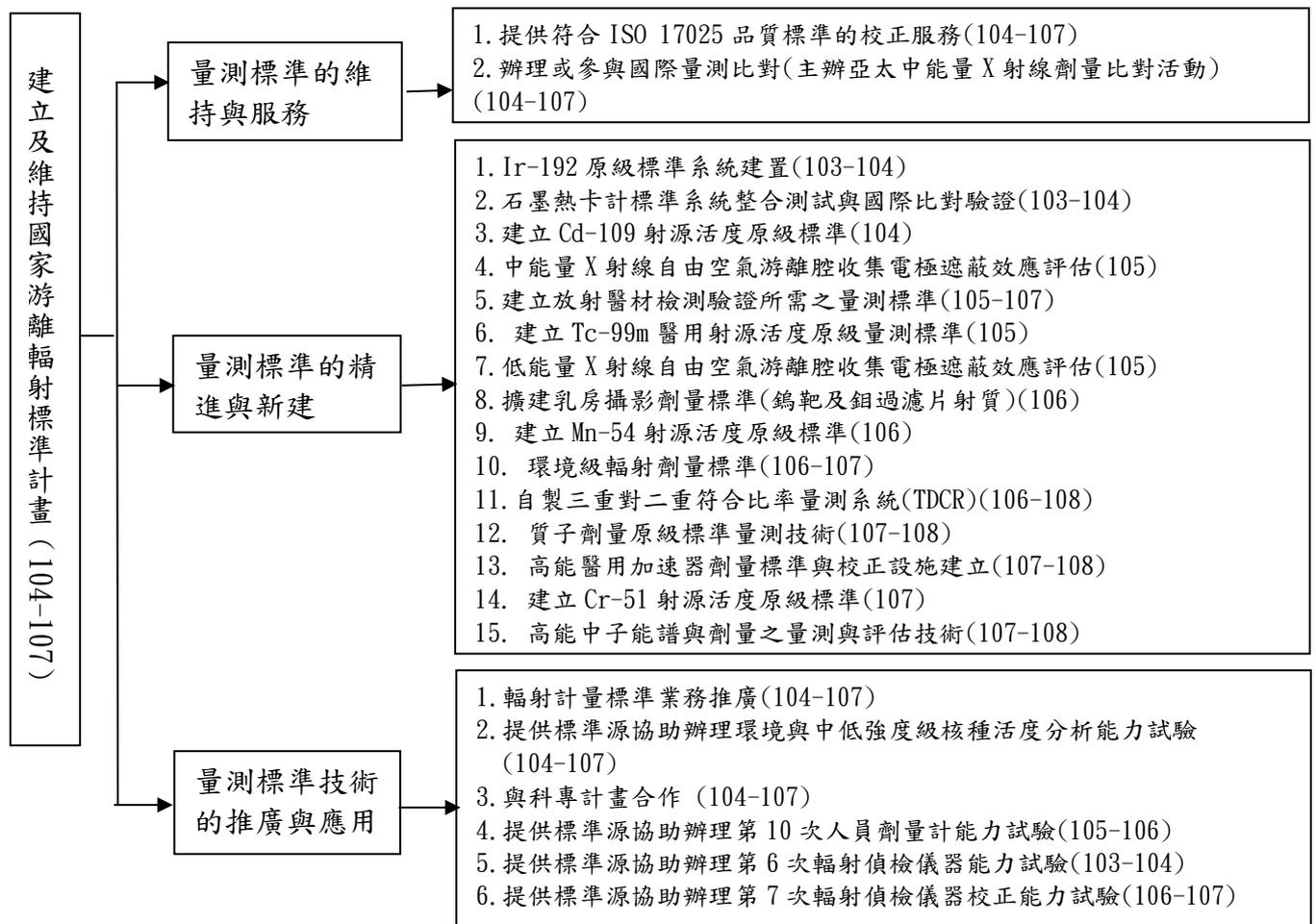
## 3. 經濟效益

本計畫每年約完成 230 件校正服務，收入約 220 萬元，佔年度計畫經費的 18%，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 68%(約每年 150 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 7 家(4 家政府機構、2 家法人機構、1 家私人企業)，每年約提供全國 530,000 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、食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 21 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昇技術、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，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103年止，有15個項目的比對結果進入KCDB，詳如**補充附件14**。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88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，提昇量測水準，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，高能量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，目前已完成軟硬體之建置，但仍有許多部份需要精進，提高石墨熱卡計的量測準確度，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，符合國際潮流。

近接治療標準方面，業於 97 年利用球形游離腔完成自有標準建置，無須再將標準追溯至德國 PTB(Physikalisch Technische Bundesanstalt, Germany)，然由於過高的室散射效應使量測不確定度略高於其他國家，因此由 103 年開始進行改善精進，目前已完成硬體之建置，明年度將進行修正因子計算及不確定度評估，並進行量測比對與系統驗證，期能與國際潮流接軌。

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，如乳房攝影(102 年約 70 萬人次)、電腦斷層掃描(102 年約 190 萬人次)、核子醫學(含正子)掃描(102 年約 50 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(鉬靶及銨靶 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 與 In(銻)-111、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，本計畫有必要跟上使用者的腳步。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 5 家二級儀器校正實驗室、7 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  $\mu$ Sv/h(實際的環境劑量約 0.2 $\mu$ 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。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。

在高階放射醫材產業領域，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) 實驗室技術提昇

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(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，以跟上國際發展的腳步。

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、支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

醫療曝露品質保證計畫已在放射治療部分正式執行，而未來在放射診療領域所需的能力試驗體系或等同目的的相關機制或方法(主辦者、參加者、評定者)、技術(測試或驗證方法)與規範(頻次、準則、合格判定依據、補救措施等)是值得注意的方向。以放射治療領域而言，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名間訓練機構來滿

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 15**），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。104 年度將續與核研所科專計畫、原能會委託計畫、核研所研究共同基金，及清華大學、長庚大學、中央大學、東海大學等計畫或機構合作，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、日本福島核能事件所引發的核安與環保相關議題上，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職(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 年度本實驗已

培訓內部同仁 3 人取得博士學位，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，於 102 年度協辦亞太計量組織 APMP/TCRI 相關會議，於 103-105 年度主辦亞太地區中能量 X 射線劑量比對，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，提昇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 2011 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” Strategic plan for the CCRI up 2020” 的報告中，規劃出至 2020 年，游離輻射標準發展的策略計畫與方向，可歸納如下：

輻射劑量(Dosimetry)方面：

➤ 近期作為包括：

1. 繼續推動國際度量衡局之關鍵比對，以滿足各實驗室在提供 CMC 表佐證資料之需求；
2. 因應高能 X 射線(醫用直線加速器光子射束)的廣泛使用，及各國家實驗室紛紛建立醫用直線加速器吸收劑量原級標準，BIPM 建置可攜式熱卡計原級標準，並藉此推動高能 X 射線吸收劑量國際比對活動，並將活動代碼訂為 BIPM. RI(I)-K6；
3. 由於個人等效劑量，影響輻射工作人員權益及法規執行，因

此有必要推動個人等效劑量比對活動，以調和各校正實驗室之技術能力；

4. 由於近接治療射源的使用量增加，因此需推動近接治療射源 (Ir-192、I-125)劑量的國際比對，以確保各國家標準實驗室具備等同量測水準；
5. BIPM 於 2011 年完成乳房攝影劑量標準系統，可進一步規劃國際量測比對活動；
6. 更新空氣克馬與吸收劑量相關物理常數。

➤ 中長期計畫包括：

1. 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；
2. 由於強度調控式放射治療的快速發展，需建立小照野 ( $\phi = 5\text{mm}$ ) 劑量的原級標準量測技術；
3. 由於現有的輻射物理量，無法滿足微劑量學領域，因此將定義新的物理量，屆時將有新的量測標準需求；
4. 建立近接治療吸收劑量的量測標準；
5. 重粒子(質子)治療廣受歡迎，然其劑量量測的準確度遠不如光子劑量，如何提昇重粒子治療劑量的量測準確度亦將是重要的研究課題；
6. 新的劑量量測儀器如半導體偵測器、液體填充式游離腔、小型卡計等都需要發展高階的量測標準技術，以確保其量測不確定度可滿足終端使用者的需求；
7. 因醫學或食品滅菌需求，新的輻射滅菌可能在極端條件下執行，如在極低溫或在微米級空間解析度條件下，因此應發展新的標準或量測技術以滿足工業發展需求。

在放射核種活度方面：

➤ 近期作為包括：

1. 因應短半化期核種(如核醫藥物)國際標準建置的需求，研發短半化期核種國際量測比對設備，並推動國際比對，建置短半化期核種活度的國際參考系統；
2. 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資料；
3. 調和各國家實驗室的量測不確定評估模式。

➤ 中長期計畫包括：

1. 持續利用標準傳遞設備，推動短半化期核種(Tc-99m、F-18等)的量測比對；
2. 發展活度標準量測設備，其造價需被各國標準實驗室所接受，且量測結果可連結核種活度的國際參考系統；
3. 滿足在健康照護方面新的量測需求，以提昇病患在安全上的信心與治療效果，如醫療影像的量化、運用科技技術降低病人劑量等；
4. 利用 CIEMAT/NIST (Centro de Investigaciones Energeticay, Medioambientalesy Technology, CIEMAT, Spain/National Institute of Standards and Technology, NIST, USA)方法及 TDCR(Triple to Double Coincidence Ratio)系統延伸核種活度國際參考系統至純 $\beta$ 及純 $\alpha$ 發射核種；
5. 分子影像在醫學診斷的應用日益廣泛，然其使用之放射核種半化期通常極短而難以定量，如何克服定量與標準將是一大課題；
6. 由於核種在健康與工業的新興應用，習用的量測方法可能不

適宜，需修改或發展新的量測技術以迎合新需求，且能兼顧計量追溯的基本精神。

中子標準方面：

➤ 近期作為包括：

1. 由於中子截面(crosssection)資料，關係到反應器設計與反應器操作安全，同時為滿足新一代反應器的需求，需有更為精準的中子截面(crosssection)量測資料；
2. 核融合研究中心或最終的核融合反應器，需精確的量測中子通量與能量，其所需求的中子通量標準將比現有標準大上幾個數量級且為脈衝式中子場，因此需建立新的中子標準。

➤ 中長期計畫包括：

1. 建立高能(>20 MeV)中子標準，以迎合質子或重粒子治療設施之需求；
2. 中子輻射生物效應研究；
3. 硼中子捕獲治療劑量需進一步確認等。

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。

本期計畫將於103年度結束，後續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，依據國際發展趨勢與國內需求之分析，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)	國際發展趨勢 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動作，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昇的動作，提昇治療劑量的準確度。
	2. 質子劑量原級標準量測技術	國際發展趨勢 國內需求	質子治療機主要用於癌症治療，且近年來在全球放射治療市場有逐漸增多的趨勢，國內長庚醫院的質子治療機，預計在103年開始提供服務，短期內，其治療劑量的量測儀器，可用現有Co-60標準校正後，經IAEA TRS 398號報告建議方法作轉換，長期而言，仍須建立直接量測方法，準確量測質子劑量，保障病人權益。由於質子治療的效果優於醫用加速器，因此

			國內除長庚醫院外、台大、榮總、義大等醫院皆有意引進，其量測標準的建立實有必要。
	3. 小照野劑量的原級標準量測技術	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 140 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	高能醫用加速器劑量標準與校正設施的建立，主要提供醫用加速器劑量量測設備的校正，同時提供本表項次 1、項次 4 兩項標準技術所須的高能光子場，作為技術建立與標準傳遞的主要設備。
放射診斷與 核醫領域	5. 擴建乳房攝影劑量標準	國內需求	乳房攝影標準劑量與公稱電壓標準，自 92 年建立至今，已漸不符使用，新的 X 射線乳房攝影儀，開始採用鎢靶 X 光機與鉬過濾片作為光源，而目前公稱電壓的服務能量範圍亦有擴大的必要，才能跟上國內的需求。乳房攝影檢查已列為健保給付項目，在 102 年約有 70 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 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	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）	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(約 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. 放射醫學照影設備檢測所須標準源	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。
實驗室技術提昇	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 國內需求	跟上國際發展腳步，同時拓展放射源活度原級標準量測技術，至純貝他粒子或阿伐粒子發射的核種，以因應未來核能電場除役時，核種活度分析之校正追溯需求。
	12. 蒙地卡羅評估技術應用於各量測標準系統之修正參數分析	國內需求	跟上國際發展腳步，將蒙地卡羅評估技術應用於各量測標準系統之修正參數分析，克服實驗操作條件上的限制，使各項標準的精準度與量測不確定度得到良好的提昇與評估。

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 451 件，大幅超越年度目標(235 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：一為發展高能粒子輻射劑量原級標準：石墨卡計之整合測試與比對驗證；另一為建立 Ir-192 劑量原級標準系統。國內接受放射性治療每年約有 120 萬人次，精進劑量標準可有效保障國人健康安全，另因應國內引進高能質子放射治療設備，石墨卡計的研製可配合臨床劑量追溯之需求。而 Ir-192 是目前最普遍應用於高劑量率近接治療之射源，本項標準之建立，應可對近接治療之劑量準確度與醫療品質有正面之助益。近五年之研究成果如**補充附件 16**。
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領域國際量測比對計畫的檢討與未來規劃討論，顯示實驗室的量測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，協助國內業者生產之放射影像設備通過 SGS 認證。將量測技術擴散至國內企業。

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、103 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 (4/4)』

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

審議編號 103-1403-05-05-01

計畫期程 100 年 1 月 -- 103 年 12 月

全程經費 42,216 千元 年度經費 11,680 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)

符合

### (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：適時將研發成果應用於例行校正服務，且並配合法規之需求，使本年度共完成例行校正為 451 件，大幅超越年度目標(235 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和，使能滿足服務量增加與客戶之需求。
- 2.技術建立與發展：完成石墨卡計標準系統整合測試，建置 Ir-192 原級標準。石墨卡計軟硬體皆已初步設計製作完成，並與學校合作進行整合測試，並與現有 Co-60 水吸收劑量標準比對，其

結果達成預期目標；另外，完成建立 Ir-191 劑量原級標準系統硬體設施之設計與建置，預期可提升國家標準實驗室校正 Ir-192 近接治療射源及醫用井型游離腔之準確度。

- 3.國際事務上：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，另外實驗室負責人亦受邀擔任日本國家實驗室之技術評審員，顯示實驗室的量測比對與主導參與國際事務之能力。
- 4.業務推廣上：除召開業務說明會外亦有其他機關的訓練營隊、學生團體參訪本實驗室，同時透過與其他計畫合作將本實驗室技術技轉金工中心，協助其建立放射醫材檢測驗證技術。
- 5.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國家一級量測標準與國際追朔，透過國家的追朔校正體系，將標準傳遞至全國，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支援，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昇的機會，同時亦讓輻射主管機關瞭解各二級實驗室之技術能量，必要時可作適度的輔導。
4. 透過與核研所其他計畫合作，將本實驗室技術技轉金工中心，協助其建立放射醫材檢測驗證實驗室與量測技術，使游離輻射標準可傳遞至放射醫材製造產業，促進產業升級或轉型。

#### (四) 計畫經費的適足性與人力運用的適善性

本年度經費 11,680 千元，人力 11.50 人年，於新技術持續發展，原有校正系統穩定維持，校正與技術服務量持續成長的情形下，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TAF、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，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，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。

### 4. 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，學術機構研擬建立相關規範、準則或完成放射醫學界相關之統計調查分析，發揮計畫間的加乘效應，協助醫療體系與主管機關提昇全民醫療品質。而在輻防與環保議題上，則與核研所科專計畫合作進行廢棄物解除管制量測系統校正評估技術、人員劑量計新認證規範、建立核燃料棒 Pu 含量之非破壞分析技術等，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. 國內原子能產業規模不大，整個校正追溯體系呈現扁平化，且二級校正實驗室或檢測實驗室技術能量不足，往往是最終使用者直接送件至國家實驗室要求校正或檢測，基於服務國內廠商的理念，來者不拒的接受委託，造成國家實驗室之負擔與困擾。因此進行技術移轉，強化國內二級校正實驗室之校正技術能力，應是減輕國家實驗室負擔之有效辦法。目前本實驗室已與國內法人洽談，合作建立放射影像設備的檢測驗證技術，並將檢測技術技轉法人機構之可行性。
2. 103 年預算 11,680 千元，略高於上年度預算，然由於近幾年預算相較於已往的預算減少許多，已顯著降低了本計畫與核研所內其他計畫之競爭力，造成投入人力與其他資源供應之縮減，如此惡性循環終將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。
3. 103 年度執行成果，符合中綱計畫目標的要求，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診療、保健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。

4.建請計畫審查單位持續支持本計畫規劃的未來工作項目。

計畫主持人簽名：\_\_\_\_\_

填表人：\_\_\_\_\_ 聯絡電話：\_(03)4711400-7600\_\_\_\_\_

主管部會評估意見：

主管簽名：

## 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	10306: 1-6 月完成例行校正服務累計達 90 件。  10312: 1-12 月完成例行校正服務累計達 235 件。	● 103 年 6 月：提供校正服務 1~6 月累計達 205 件，收費達 2,263,600 元。  ● 103 年 12 月：提供校正服務累計達 451 件，收費達 5,311,200 元。	超前預定進度
● 國際量測比對	10303: 完成提交亞太貝他劑量比對結果報告予主辦實驗室  10309: 主辦亞太中能量 X 射線劑量比對活動，比對計畫議定書完成 TCRI 審查。	● 參加由日本 NMIJ 主辦的貝他射線組織吸收劑量率比對活動（代號：APMP.RI(I)-S2），共有台灣、韓國、馬來西亞、日本、泰國等五個國家實驗室參加，本實驗室的量測時程為 2013 年 12 月至 2014 年 1 月，目前本實驗室已完成量測比對作業，並提交量測結果給主辦實驗室。  ● 主辦中能量 X 射線空氣克馬比對（代號：APMP.RI(I)-K3），已完成比對計畫議定書，於 9 月	符合預定進度

計畫工作項目	查核點	工作進度	符合情形
		<p>22日向TCRI會員國簡報規畫內容並完成審查，計有日本、韓國、大陸、印度、馬來西亞、印尼、澳洲、紐西蘭、敘利亞、南非、埃及等11個亞太計量組織會員國參與，預定比對執行時程自2015年7月至2016年12月。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 參加由韓國 KRISS 主辦的 Cs-137 空氣克馬比對（代號：APMP.RI(I)-K5），共有西班牙、台灣、中國、日本、韓國等五個國家實驗室參與比對活動，量測比對期程為2014年2月至10月，目前本實驗室的量測作業已完成，並已提交初步量測結果給主辦實驗室。</li> <li>● 參加由日本 NMIJ 主辦的亞太 Fe(鐵)-59 放射源活度量測比對（代號：APMP.RI(II)-K2.Fe-59），計有台灣、韓國、馬來西亞、日本、泰國、印尼、巴西、澳洲、中國大陸等9個國家實驗室參加。量測比對樣品於6月23日送達本實驗室，目前已完成量測。</li> <li>● 參加由日本 NMIJ 主辦的 I-131 放射核種活度比對（代號 APMP.RI(II)-K2.I-131），量測期程為2008年，計有澳洲、印尼、印度、台灣、韓國、中國、日本、泰國共8個實驗室參與，比對結果已於2014年2月通過審查並登錄於BIPM KCDB。</li> <li>● 參加由日本 NMIJ 主辦的低能量 X 射線空氣克馬關鍵比對（代號 APMP.RI(I)-K2），量測期程由2008年至2010年，計有敘利</li> </ul>	

計畫工作項目	查核點	工作進度	符合情形
		<p>亞、澳洲、印度、國際原子能總署、台灣、韓國、日本、中國、南非、泰國共 10 個實驗室參與，比對結果已於 2014 年 9 月通過審查並登錄於 BIPM KCDB。</p>	
<p>二、量測標準的精進與新建</p>			
<p>● 石墨熱卡計標準系統整合測試與比對驗證</p>	<p>10306： 完成電路系統與卡計本體連結並開始進行 Co-60 劑量實際量測。</p> <p>10312： 完成石墨熱卡計標準系統整合測試，與現有水吸收劑量標準差異 &lt;5%。</p>	<p>● 103 年 6 月完成石墨卡計本體、電路系統、真空系統及其他輔助設施之系統整合。完成恆溫模式暖機與初穩定，其中穩定時電橋輸出電壓可維持在約 <math>10^{-6}</math> 伏特。重複測試暖機與初穩定，並量測其電橋輸出電壓，其結果皆可逐漸穩定於約 <math>10^{-6}</math> 伏特。</p> <p>● 石墨卡計於 103 年 7 月 22 日從東海大學運回核能研究所，並著手進行石墨熱卡計電路系統與卡計本體連結，於 8 月 6 日完成電路系統與本體連結以及相關的測試，並開始進行石墨卡計之鈷-60 量測實驗。</p> <p>● 103 年 11 月完成軟硬體整合測試以及鈷-60 量測實驗。調整溫度控制之 PID 參數，使熱卡計溫度更快達到平衡；改善量測環境條件，使熱卡計周圍之環境溫度更平穩；更換石墨熱卡計之直流電壓供應器以及電源量測單元，使電橋輸入電壓更穩定，並提升加熱器功率上限。使用石墨熱卡計量測鈷-60 水吸收劑量，並與現有的游離腔水吸收劑量標準比較，兩者之差異約為 4.5%，達成年度目標。</p>	<p>符合預定進度</p>
<p>● Ir-192 原級標準系統建置</p>	<p>10303： 完成 Ir-192 原級</p>	<p>● 103 年 3 月參考英國 NPL 國家實驗室之經驗與近年國外文獻期</p>	<p>符合預定進度</p>

計畫工作項目	查核點	工作進度	符合情形
	標準系統硬體設計。 10309： 完成 Ir-192 原級標準系統硬體製作。 10312： 完成 Ir-192 原級標準系統硬體建置與功能測試。	刊，完成體積為 100 c.c. 石墨雙球型電極標準游離腔之設計，以及散射屏蔽、準直儀裝置、校正軌道、定位雷射與量測設備設計與規劃。 ● 103 年 9 月完成石墨雙球型電極標準游離腔製作，並完成散射屏蔽、準直儀裝置、校正軌道、定位雷射等硬體之建置，完成 Ir-192 原級標準系統之硬體部分已依計畫建置。 ● 103 年 11 月完成評估標準游離腔及其相關電子組件(導線、電量計)所產生的漏電流(leakage current)，在 $2 \times 10^{-14}$ A 以下。運用影錐法進一步評估射源所產生之散射量對游離腔之影響，使用準直儀裝置後，扣除漏電流因素，本系統之散射訊號與總訊號比值由原來的 6% 降低至 0.01%，大幅地改善散射效應。	
(三)量測標準技術的推廣與應用			
● 輻射計量標準業務推廣及 APMP 相關會議	10309： 完成說明會一場。 10312： 完成 SI 單位推廣活動一場。	● 103 年 5 月 15 日於核能研究所國家游離輻射標準實驗室召開「第九次人員劑量計能力試驗總結會議」，參加單位有：財團法人全國認證基金會、財團法人國家同步輻射研究中心、台灣電力公司放射試驗室、台灣電力公司放射試驗室核三工作隊、台灣電力公司龍門工作隊、國立清華大學原科中心人員劑量實驗室、中華民國輻射防護協會人員劑量計測試實驗室、貝克西弗公司、台灣光素光公司、本所人員體外劑量評估實驗室，合計共有 10 個單位 47 人參加。會中報告本次人員劑量計能力試驗的測試結果，本次人員體外劑量計能力試驗	符合預定進度

計畫工作項目	查核點	工作進度	符合情形
		<p>共有國內九家人員體外劑量評估實驗室參加，能力試驗執行時程由 2013 年 11 月開始，於 2014 年 4 月完成數據回報，依美國 ANSI N13.11-2001 標準規範評估能力商數的結果，九家實驗室皆通過六大類別的測試，顯示各實驗室之技術能力具備一定水準。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 103 年 6 月 27 日於核能研究所國家游離輻射標準實驗室召開「第六次輻射偵檢儀器校正能力試驗與低放射性活度量測比對說明會」，參加單位有：原能會物管局、原能會輻射偵測中心、台電放射試驗室、台電龍門工作隊、台電核三工作隊、台電公司核一廠廢料組、台電公司核二廠廢料組、台電公司核三廠廢料組、清華大學、本所化學分析組、保健物理組，合計共有 11 個單位 33 人參加。會中報告本次執行輻射偵檢儀器校正能力試驗與低放射性活度量測比對的時程安排及測試項目。其中輻射偵檢儀器校正能力試驗計有輻射偵測中心、清華大學、台電放射試驗室、台電放射試驗室核三工作隊、台電放射試驗室龍門工作隊、核能研究所等六個單位參與能力試驗，預計執行時程為 103 年 9 月至 104 年 5 月。低放射性活度量測比對，邀請參加量測比對之機構計有原子能委員會物管局、台電總公司核發處、台電核一廠廢料組、台電核二廠廢料組、台電核三廠廢料組、核能研究所化學分析組、核能研究所化工組、核能研究所保物組解除管制量測實驗室等八個單位，預計比對時程為 103 年 7 月至 103 年 10 月。</li> </ul>	

計畫工作項目	查核點	工作進度	符合情形
		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 7月8日原能會醫療曝露品保輻射安全向下扎根研習營共 50 人、8月19日清華大學輻射與原子能隱形能量知識深耕科學營 80 人、11月19日衛生福利部科技管理研習營 80 人，共計 210 人參訪本實驗室，瞭解與推廣游離輻射 SI 標準單位、技術應用與量測追溯體系。</li> </ul>	

## 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>● 申請專利 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 235 件</li> <li>● 參與國際量測比對 2 項</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 發表 2 篇。</li> <li>● 發表 24 篇。</li> <li>● 提出專利 1 項，並獲得 1 項。</li> <li>● 完成 2 場，並開放實驗室參訪 7 場次。</li> <li>● 完成 1 次</li> <li>● 例行校正服務共完成 451 件收入 5,311,200 元。</li> <li>● 參與 4 項次。</li> </ul>	<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> <li>● 完成石墨熱卡計標準系統整合測試，與現有水吸收劑量標準差異 &lt;5%。</li> <li>● 完成 Ir-192 原級標準系統硬體建置與功能測試。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 人員劑量計能力試驗、輻射偵檢儀器校正能力試驗、放射性廢棄物核種分析比對，由國家游離輻射標準實驗室提供射源並擔任能力試驗的主辦單位提供參考值，推廣放射性核種活度標準之使用。</li> <li>● 完成石墨熱卡計軟硬體整合測試，並進行 Co-60 劑量量測，量測結果與現有水吸收劑量標準差異約 4.5%。</li> <li>● 完成 Ir-192 原級標準系統硬體建置，並評估標準游離腔及其相關電子組件所產生的漏電流在 <math>2 \times 10^{-14}</math> A 以下符合低於 <math>5 \times 10^{-14}</math> A 的預期目標。運用影錐法評估射源所產生之散射量對游離腔之影響，本系統之散射訊號與總訊號比值</li> </ul>	<p>無差異。</p> <p>無差異。</p> <p>無差異。</p>

計畫目標	目標達成度	差異檢討
	由原來的 6%降為 0.01%。	

## (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

年度	分類 狀況	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	
103	預計 (人年)	0.33	1.47	4.30	4.90	0.50	1.50	5.83	3.75	0.42	0	11.50
	實際 (人年)	0.33	1.47	4.30	4.90	0.50	1.50	5.83	3.75	0.42	0	11.50

## 2、設備購置與利用情形

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

機關(學校)名稱原子能委員會核能研究所

單位：新臺幣千元

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

國家標準實驗室計畫新台幣一百萬元以上儀器設備清單

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

### 3、經費運用情形

依計畫逐項檢討各會計科目之運用情形。

#### (1) 歲出預算執行情形

會計科目	預 算 (流用後)		決 算		差異說明
	金額(千元)	佔預算(%)	金額(千元)	佔決算(%)	
人事費	0	0	0	0	
業務費	9,580	82.02	9,327	81.66	
設備費	2,100	17.98	2,095	18.34	
合 計	11,680	100	11,422	100	

## (2) 歲入繳庫情形

科 目	本年度預算數	本年度實際數	差異說明
財產收入			
不動產租金			
動產租金			
廢舊物資售價			
技術移轉			
權利金			
技術授權		57,756 元	
製程使用			
其他			
罰金罰鍰收入			
罰金罰鍰			
其他收入			
供應收入— 資料書刊費			
服務收入— 教育學術服務 技術服務		5,311,200 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		5,368,956 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 (暫訂)	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
會議	2014 年第 15 屆國際輻射度量與應用研討會(SORMA-15)	密西根/ 美國	1030607- 1030615	黃增德  李國威	X 光子劑量標準技術之建立與維持相關工作  中子輻射場劑量蒙地卡羅評估評估	發表技術論文、收集國際發展趨勢、進行技術研討，或參訪歐、美相關實驗室。
會議	參加 2014 年亞太計量組織會議及游離輻射技術委員會	大田/韓 國	1030918- 1030928	袁明程  黃增德  王思文	協同主持人  X 射線及光子劑量標準技術之建立與維持相關工作  執行加馬光子劑量標準之建立與儀器校正相關工作	發表論文、收集國際發展趨勢、討論國際比對結果、規劃國際比對活動。

(四) 標準維持情形

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)
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 APRANSA 雙邊比對(2003)。
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 APRANSA 三邊比對(2002)。規劃爭取主辦 APMP/TCRI 比對(2005)。
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)。
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)。
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 APRANSA 雙邊比對(2003)。

Calibration or Measurement Service			Measurand Level or Range		Measurement Conditions / Independent Variable		Expanded Uncertainty			Reference Standard used in calibration	
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)。
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) 與 PTB 雙邊比對(2010)
INER-1008	air kerma rate	μGy h <sup>-1</sup>	170	0.55	Am-241		1.2 ~2.8	%	2	INER	2010 通過實地查證
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)。
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)。
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)。

Calibration or Measurement Service			Measurand Level or Range		Measurement Conditions / Independent Variable		Expanded Uncertainty			Reference Standard used in calibration	
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)。
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，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昇量測水準，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的量測比對活動而達成國際追溯，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，目前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</p>

執行項目	成果運用
	<p>分析實驗室、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>石墨熱卡計標準系統整合測試與比對驗證</p>	<p>由於空氣游離腔量測輻射劑量有其能量上限，(約2百萬電子伏特)，超過此上限則必須使用各種議定書進行修正，增加劑量量測之不確定度。但熱卡計則沒有能量或劑量上限的問題，如能順利完成石墨熱卡計之研製，則可將高能量輻射的原級標準改為熱卡計，大大提升本實驗室於高能量高劑量率的量測能力。未來若能進一步建置醫用加速器設施，或將石墨卡計微形化及可攜化，則可將高能粒子吸收劑量標準直接傳遞至醫院，無須再使用各種議定書進行修正，可使醫院治療劑量的計算推導過程大幅縮減，降低誤差與失誤的機率。</p>
<p>Ir-192原級標準系統建置</p>	<p>Ir-192是目前最普遍應用於高劑量率(HDR)近接治療的射源，核能研究所目前建立的Ir-192射源校正方法係採用能量內插的方式，校正不確定度較大，為提供國內後荷式近接治療設備更精準的劑量追溯，故而建立Ir-192原級標準系統。本項標準之</p>

執行項目	成果運用
	建立，可對近接治療之劑量準確度與醫療品質有正面之助益。

(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)	1		2	2	22								1	1			2		
小 計	1		2	2	22								1	1			2		
合 計	1		4		22								2				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

中華民國一〇三年一月一日至一〇三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（103 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-102156	PTW TM30013 校正	1	國泰綜合醫院	102.06.25	103.01.03	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-102160	Standard Imaging AISL 校正	1	國泰綜合醫院	102.06.25	103.01.03	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-102350	PTW TN30013 校正	1	Sumitomo Heavy Industries	102.12.02	103.01.03	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-102351	PTW TN30013 校正	1	Sumitomo Heavy Industries	102.12.02	103.01.03	9600	一級	張瓏騰
KK1008	NRSL-102370	Thermo Eberline ESM 校正	1	台電放射試驗室	102.11.14	103.01.03	9600	一級	潘承亞
KK1001	NRSL-102174	IBA FC65G/DSO4-100 校正	1	洽泰企業(股)公司	102.12.02	103.01.03	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-102381	IBA FC65G/DSO4-100 校正	1	洽泰企業(股)公司	102.12.02	103.01.03	9600	一級	張瓏騰
KK1001	NRSL-102326	IBA FC65G/DSO4-100 校正	1	洽泰企業(股)公司	102.12.02	103.01.03	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-102359	IBA FC65G/DSO4-100 校正	1	洽泰企業(股)公司	102.12.02	103.01.03	9600	一級	張瓏騰

KK1009	NRSL-102366	井型游離腔校正	1	華霖股份有限公司	102.11.12	103.01.03	14000	一級	潘承亞
KK1001	NRSL-102368	PTW TM30013 校正	1	華霖股份有限公司	102.12.17	103.01.07	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-102339	PTW TM30013 校正	1	東霖儀器股份有限公司	102.11.25	103.01.07	9600	一級	張瓏騰
KK1009	NRSL-102330	井型游離腔校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	102.10.30	103.01.08	14000	一級	潘承亞
KK1001	NRSL-102356	PTW TM31010 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	102.12.02	103.01.08	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-102357	PTW TM31010 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	102.12.02	103.01.08	9600	一級	張瓏騰
KK1001	NRSL-102341	NE-2571	1	新光醫療財團法人新光吳火獅紀念醫院	102.11.22	103.01.09	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-102317	PTW TN30013 校正	1	財團法人佛教慈濟綜合醫院	102.11.13	103.01.17	9600	一級	張瓏騰
KK1008	NRSL-102409	ThermoFHT752/FH40GX 校正	1	量子輻射科技有限公司	103.01.10	103.01.17	9600	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-102408	ThermoFHT751/FHT6010 校正	1	資佳有限公司	103.01.10	103.01.17	9600	一級	潘承亞
KK1005	NRSL-102317	PTWTN30013 校正	1	醫世紀健康管理顧問(股)公司	102.11.13	102.01.17	9600	一級	張瓏騰
KK1008	NRSL-102181	中子佩章照射	2	貝克西弗(股)公司	102.08.23	103.01.29	4800	一級	潘承亞
KK1001	NRSL-103029	IBA FC6-P 校正	1	洽泰企業(股)公司	103.01.21	103.01.29	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-103030	IBA FC6-P 校正	1	洽泰企業(股)公司	103.01.21	103.01.29	9600	一級	張瓏騰
KK1008	NRSL-103028	LUDLUM 12-4 校正	1	巴拿馬商施蘭卜吉海外(股)公司	103.01.13	103.02.05	9600	一級	潘承亞
KK1004	NRSL-103003	Ontors Xi 8202031-G 校正	1	西門子(股)公司	103.01.16	103.02.12	9600	一級	黃增德
KK1003	NRSL-103004	Ontors Xi 8202041-B 校正	1	西門子(股)公司	103.01.16	103.02.12	9600	一級	黃增德
KK1005	NRSL-102367	Standard Imaging AISL	1	醫世紀健康管理顧問(股)公司	102.12.20	103.02.12	9600	一級	張瓏騰
KK1009	NRSL-103025	DTW 077091 校正	1	亞東紀念醫院	103.01.15	103.02.12	14000	一級	潘承亞
KK1001	NRSL-102384	丙銨酸劑量計	1	中國生化科技(股)公司	103.01.21	103.02.12	30000	一級	張瓏騰
KK1008	NRSL-103037	BERTHOLD 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	103.02.26	103.02.17	9600	一級	潘承亞

KK1008	NRSL-103038	BERTHOLD 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	103.02.26	103.02.17	9600	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103039	BERTHOLD 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	103.02.26	103.02.17	9600	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103040	BERTHOLD 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	103.02.26	103.02.17	9600	一級	潘承亞
KK1001	NRSL-102397	PTW TM31010 校正	1	寶建醫療社團法人寶建醫院	102.12.30	103.02.17	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-102398	PTW TM31010 校正	1	寶建醫療社團法人寶建醫院	102.12.30	103.02.17	9600	一級	張瓏騰
KK1001	NRSL-102399	PTW TM31010 校正	1	寶建醫療社團法人寶建醫院	102.12.30	103.02.17	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-102400	PTW TN30013 校正	1	寶建醫療社團法人寶建醫院	102.12.30	103.02.17	9600	一級	張瓏騰
KK1009	NRSL-102255	井型游離腔校正	1	長庚醫療財團法人高雄長庚紀念醫院	102.10.30	103.02.17	14000	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103041	BERTHOLD LB6411 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	103.01.10	103.01.17	9600	一級	潘承亞
KK1005	NRSL-102385	IBA FC6-P 校正	1	洽泰企業(股)公司	102.12.20	103.02.27	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-102386	IBA FC6-P 校正	1	洽泰企業(股)公司	102.12.20	103.02.27	9600	一級	張瓏騰
KK1008	NRSL-102402	KEITHLEY 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	102.12.12	103.03.04	9600	一級	黃增德
KK1004	NRSL-102404	INOVISION 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	102.12.12	103.03.04	9600	一級	黃增德
KK1004	NRSL-102405	FLUKE 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	102.12.12	103.03.04	9600	一級	黃增德
KK1004	NRSL-102403	INOVISION 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	102.12.12	103.03.04	9600	一級	黃增德
KK1008	NRSL-103032	保華 P-600	1	台灣電力股份有限公司	103.02.06	103.03.07	9600	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103033	保華 P-600	1	台灣電力股份有限公司	103.02.06	103.03.07	9600	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103034	保華 P-600	1	台灣電力股份有限公司	103.02.06	103.03.07	9600	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103035	保華 P-600	1	台灣電力股份有限公司	103.02.06	103.03.07	9600	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103036	保華 P-600	1	台灣電力股份有限公司	103.02.06	103.03.07	9600	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103063	保華 P-600	1	台灣電力股份有限公司	103.02.14	103.03.07	9600	一級	潘承亞

KK1006	NRSL-102410	NE-2575 校正	1	台灣電力股份有限公司	103.02.25	103.03.07	60000	一級	朱健豪
KK1001	NRSL-102371	NE-2575C 校正	1	台灣電力股份有限公司	103.01.17	103.03.07	9600	一級	張瓏騰
KK1002	NRSL-102372	NE-2575C 校正	1	台灣電力股份有限公司	103.01.17	103.03.07	9600	一級	張瓏騰
KK1001	NRSL-102373	PTW TW32002 校正	1	台灣電力股份有限公司	103.01.17	103.03.07	9600	一級	張瓏騰
KK1002	NRSL-102374	PTW TW32002 校正	1	台灣電力股份有限公司	103.01.17	103.03.07	9600	一級	張瓏騰
KK1001	NRSL-102375	EXRADIN A4 校正	1	台灣電力股份有限公司	103.01.17	103.03.07	9600	一級	張瓏騰
KK1002	NRSL-102376	EXRADIN A4 校正	1	台灣電力股份有限公司	103.01.17	103.03.07	9600	一級	張瓏騰
KK1001	NRSL-102377	EXRADIN A5 校正	1	台灣電力股份有限公司	103.01.17	103.03.07	9600	一級	張瓏騰
KK1002	NRSL-102378	EXRADIN A5 校正	1	台灣電力股份有限公司	103.01.17	103.03.07	9600	一級	張瓏騰
KK1001	NRSL-102379	EXRADIN A6 校正	1	台灣電力股份有限公司	103.01.17	103.03.07	9600	一級	張瓏騰
KK1002	NRSL-102380	EXRADIN A6 校正	1	台灣電力股份有限公司	103.01.17	103.03.07	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-103001	PTW TN30013 校正	1	住友重機械株式會社	103.01.22	103.03.10	9600	一級	張瓏騰
KK1001	NRSL-103023	Wellhofer FC65P 校正	1	亞東紀念醫院	103.01.22	103.03.20	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-103026	Standard Imaging AISL 校正	1	亞東紀念醫院	103.01.22	103.03.20	9600	一級	張瓏騰
KK1009	NRSL-103060	Standard Imaging 校正	1	中國醫藥大學附設醫院	103.02.25	103.03.20	14000	一級	潘承亞
KK1006	NRSL-102097	貝他射源校正	1	台灣電力股份有限公司	103.03.13	103.04.01	60000	一級	朱健豪
KK1001	NRSL-102389	IBA FC6-P 校正	1	佛教慈濟醫療財團法人台中慈濟醫院	103.01.10	103.04.01	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-102390	IBA FC6-P 校正	1	佛教慈濟醫療財團法人台中慈濟醫院	103.01.10	103.04.01	9600	一級	張瓏騰
KK1001	NRSL-102391	IBA PPC-05 校正	1	佛教慈濟醫療財團法人台中慈濟醫院	103.01.10	103.04.01	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-102392	IBA PPC-05 校正	1	佛教慈濟醫療財團法人台中慈濟醫院	103.01.10	103.04.01	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-102393	IBA.CC04 校正	1	佛教慈濟醫療財團法人台中慈濟醫院	103.01.10	103.04.01	9600	一級	張瓏騰

KK1001	NRSL-103058	PTW TN30013 校正	1	中國醫藥大學附設醫院放射腫瘤科	103.03.19	103.04.01	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-103059	PTW TN30013 校正	1	中國醫藥大學附設醫院放射腫瘤科	103.03.19	103.04.01	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-103021	PTW TM30013 校正	1	東霖儀器股份有限公司	103.01.22	103.04.01	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-103070	IBA FC65P 校正	1	洽泰企業(股)公司	103.03.19	103.04.01	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-103073	IBA FC65P 校正	1	洽泰企業(股)公司	103.03.19	103.04.01	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-103072	IBA PPC-05 校正	1	洽泰企業(股)公司	103.03.19	103.04.01	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-103074	IBA PPC-05 校正	1	洽泰企業(股)公司	103.03.19	103.04.01	9600	一級	張瓏騰
KK1008	NRSL-103098	Thermo RADEYE .NL 校正	1	輻新企業(股)公司	103.03.11	103.04.03	9600	一級	潘承亞
KK1003	NRSL-103113	Radcal 20X6-0.6 校正	1	克馬企業有限公司	103.03.24	103.04.08	9600	一級	黃增德
KK1009	NRSL-103118	PTW TM33004 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	103.03.20	103.04.08	14000	一級	潘承亞
KK1009	NRSL-103117	PTW TM33004 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	103.03.20	103.04.08	14000	一級	潘承亞
KK1009	NRSL-103089	Nucletron 077094 校正	1	富特茂股份有限公司	103.02.25	103.04.11	14000	一級	潘承亞
KK1001	NRSL-103053	PTW TW30013 校正	1	仁愛醫療財團法人	103.03.19	103.04.11	9600	一級	張瓏騰
KK1001	NRSL-103086	PTW TM30013 校正	1	富特茂股份有限公司	103.04.02	103.04.18	9600	一級	張瓏騰
KK1001	NRSL-103087	PTW TM30013 校正	1	富特茂股份有限公司	103.04.02	103.04.18	9600	一級	張瓏騰
KK1009	NRSL-103090	PTW TM33004 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	103.01.17	103.04.18	14000	一級	潘承亞
KK1001	NRSL-103054	PTW TN30013 校正	1	高雄醫學大學附設中和醫院	103.03.19	103.04.18	9600	一級	張瓏騰
KK1009	NRSL-103114	Standard ImagingHDI1000duc	1	佛教慈濟醫療財團法人台北慈濟醫院	103.03.17	103.05.02	14000	一級	潘承亞
KK1001	NRSL-103064	Wellhofer FC65P 校正	1	華霖股份有限公司	103.03.28	103.05.02	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-103065	Wellhofer FC65P 校正	1	華霖股份有限公司	103.03.28	103.05.02	9600	一級	張瓏騰
KK1001	NRSL-103075	PTW TN23343 校正	1	華霖股份有限公司	103.03.28	103.05.02	9600	一級	張瓏騰

KK1005	NRSL-103076	PTW TN23343 校正	1	華霖股份有限公司	103.03.28	103.05.02	9600	一級	張瓏騰
KK1001	NRSL-103067	PTW TM30013 校正	1	華霖股份有限公司	103.03.19	103.05.02	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-103068	PTW TM30013 校正	1	華霖股份有限公司	103.03.19	103.05.02	9600	一級	張瓏騰
KK1004	NRSL-103119	Fluke TNT 12000D 校正	1	長庚醫療財團法人嘉義長庚紀念醫院	103.03.24	103.05.02	9600	一級	張瓏騰
KK1004	NRSL-103120	Fluke TNT 12000D 校正	1	長庚醫療財團法人嘉義長庚紀念醫院	103.03.24	103.05.02	9600	一級	張瓏騰
KK1003	NRSL-103121	Unfors603 校正	1	長庚醫療財團法人嘉義長庚紀念醫院	103.03.24	103.05.02	9600	一級	黃增德
KK1002	NRSL-103135	Standard ImagingA6 校正	1	盛泰和(股)公司	103.04.24	103.05.02	9600	一級	張瓏騰
KK1003	NRSL-103042	X-ray 空氣克馬率校正	1	長庚大學	103.03.06	103.05.01	11600	一級	黃增德
KK1003	NRSL-103045	X-ray 空氣克馬率校正	1	長庚大學	103.03.06	103.05.01	11600	一級	黃增德
KK1003	NRSL-103046	X-ray 空氣克馬率校正	1	長庚大學	103.03.06	103.05.01	11600	一級	黃增德
KK1003	NRSL-103043	CT 游離腔校正	1	長庚大學	103.03.06	103.05.01	9600	一級	黃增德
KK1003	NRSL-103049	CT 游離腔校正	1	長庚大學	103.03.06	103.05.01	9600	一級	黃增德
KK1003	NRSL-103052	CT 游離腔校正	1	長庚大學	103.03.06	103.05.01	9600	一級	黃增德
KK1004	NRSL-103047	Mammo 空氣克馬率校正	1	長庚大學	103.03.06	103.05.01	9600	一級	張瓏騰
KK1004	NRSL-103048	Mammo 空氣克馬率校正	1	長庚大學	103.03.06	103.05.01	9600	一級	張瓏騰
KK1004	NRSL-103050	Mammo 空氣克馬率校正	1	長庚大學	103.03.06	103.05.01	9600	一級	張瓏騰
KK1004	NRSL-103051	Mammo 空氣克馬率校正	1	長庚大學	103.03.06	103.05.01	9600	一級	張瓏騰
KK1004	NRSL-103044	MammokVp meter 校正	1	長庚大學	103.03.06	103.05.01	9600	一級	張瓏騰
KK1003	NRSL-103097	PTW TA34044-1 校正	1	長庚大學	103.03.26	103.05.01	11600	一級	黃增德
KK1003	NRSL-103154	電腦斷層游離腔空氣克馬率校正	1	長庚大學	103.04.11	103.05.01	9600	一級	黃增德
KK1003	NRSL-103155	電腦斷層游離腔空氣克馬率校正	1	長庚大學	103.04.11	103.05.01	9600	一級	黃增德

KK1004	NRSL-103156	乳房攝影游離腔空氣克馬率校正	1	長庚大學	103.04.11	103.05.01	9600	一級	張瓏騰
KK1004	NRSL-103157	乳房攝影游離腔空氣克馬率校正	1	長庚大學	103.04.11	103.05.01	9600	一級	張瓏騰
KK1004	NRSL-103158	乳房攝影公稱電壓儀 kVp 校正	1	長庚大學	103.04.11	103.05.01	9600	一級	張瓏騰
KK1008	NRSL-103084	LUDLUM 2241-4	1	國立中央大學物理系	103.03.03	103.05.01	9600	一級	潘承亞
KK1011	NRSL-103122	放射源粒子發射率校正	1	台灣電力股份有限公司	103.04.11	103.05.02	12000	一級	葉堅勇
KK1011	NRSL-103123	放射源粒子發射率校正	1	台灣電力股份有限公司	103.04.11	103.05.02	12000	一級	葉堅勇
KK1011	NRSL-103124	放射源粒子發射率校正	1	台灣電力股份有限公司	103.04.11	103.05.02	12000	一級	葉堅勇
KK1011	NRSL-103125	放射源粒子發射率校正	1	台灣電力股份有限公司	103.04.11	103.05.02	12000	一級	葉堅勇
KK1011	NRSL-103126	放射源粒子發射率校正	1	台灣電力股份有限公司	103.04.11	103.05.02	12000	一級	葉堅勇
KK1011	NRSL-103127	放射源粒子發射率校正	1	台灣電力股份有限公司	103.04.11	103.05.02	12000	一級	葉堅勇
KK1003	NRSL-103132	Radcal 10x6-3CT 校正	1	西門子(股)公司	103.03.28	103.05.02	9600	一級	黃增德
KK1003	NRSL-103133	PTW TM30009 校正	1	西門子(股)公司	103.03.28	103.05.02	9600	一級	黃增德
KK1008	NRSL-103128	MGP DMC2000GN 校正	1	資佳有限公司	103.04.23	103.05.02	2400	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103129	MGP DMC2000GN 校正	1	資佳有限公司	103.04.23	103.05.02	2400	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103130	MGP DMC2000GN 校正	1	資佳有限公司	103.04.23	103.05.02	2400	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103131	MGP DMC2000GN 校正	1	資佳有限公司	103.04.23	103.05.02	2400	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103111	INOVISION/RP-N 校正	1	貝克西弗股份有限公司	103.04.14	103.05.08	9600	一級	潘承亞
KK1003	NRSL-103169	電腦斷層游離腔空氣克馬率校正	1	馬偕紀念醫院台北院區	103.04.11	103.05.08	9600	一級	黃增德
Kk1001	NRSL-103149	PTW TN30013 校正	1	資佳有限公司	103.05.02	103.05.14	9600	一級	張瓏騰
KK1003	NRSL-103196	Unfors 8202011-B 校正	1	友信行股份有限公司	103.04.23	103.05.14	9600	一級	黃增德
KK1003	NRSL-103214	Fluke TNT 12000	1	老達利貿易股份有限公司	103.05.06	103.05.16	9600	一級	黃增德

KK1008	NRSL-103194	Thermo/NRD	1	義大醫療財團法人義大醫院	103.04.23	103.05.27	9600	一級	潘承亞
KK1005	NRSL-103137	Standard ImagingA12 校正	1	佛教慈濟醫療財團法人台北慈濟醫院	103.04.24	103.05.29	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-103139	Standard Imaging AISL 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	103.04.24	103.05.30	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-103140	Standard Imaging AISL 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	103.04.24	103.05.30	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-103141	Standard Imaging AISL 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	103.04.24	103.05.30	9600	一級	張瓏騰
KK1001	NRSL-103161	NE-2571 校正	1	台中榮民總醫院嘉義分院	103.05.02	103.05.30	9600	一級	張瓏騰
KK1011	NRSL-103163	放射源粒子發射率校正	1	台灣電力股份有限公司	103.05.12	103.05.30	12000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-103164	放射源粒子發射率校正	1	台灣電力股份有限公司	103.05.12	103.05.30	12000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-103165	放射源粒子發射率校正	1	台灣電力股份有限公司	103.05.12	103.05.30	12000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-103166	放射源粒子發射率校正	1	台灣電力股份有限公司	103.05.12	103.05.30	12000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-103167	放射源粒子發射率校正	1	台灣電力股份有限公司	103.05.12	103.05.30	12000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-103168	放射源粒子發射率校正	1	台灣電力股份有限公司	103.05.12	103.05.30	12000	一級	張修亞
KK1008	NRSL-103231	LUDLUM2241 校正	1	台灣電力股份有限公司	103.05.16	103.05.30	9600	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103230	LUDLUM 42-30H 校正	1	台灣電力股份有限公司	103.05.16	103.05.30	9600	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103229	LUDLUM 42-30H 校正	1	台灣電力股份有限公司	103.05.16	103.05.30	9600	一級	潘承亞
KK1009	NRSL-103188	Nucletron 077092 校正	1	馬偕紀念醫院新竹分院	103.04.25	103.06.04	14000	一級	潘承亞
KK1001	NRSL-103191	PTW TN30013 校正	1	台華醫網股份有限公司	103.05.02	103.06.05	9600	一級	張瓏騰
KK1004	NRSL-102209	Untros 8202021-E 校正	1	亞東紀念醫院	102.07.16	103.06.10	9600	一級	張瓏騰
KK1001	NRSL-103159	九和生物科技股份有限公司	1	長庚醫療財團法人	103.05.02	103.06.11	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-103178	PTW TM31010 校正	1	義大醫療財團法人義大醫院	103.05.27	103.06.17	9600	一級	張瓏騰
KK1001	NRSL-103189	PTW TM30013 校正	1	臺灣愛可芮股份有限公司	103.05.27	103.06.17	9600	一級	張瓏騰

		第九次人員劑量計能力試驗	6	財團法人國家同步輻射研究中心	103.05.30	103.06.16	172800	一級	
KK1001	NRSL-103180	PTW TN31010 校正	1	九和生物科技股份有限公司	103.05.28	103.06.17	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-103181	PTW TN31010 校正	1	九和生物科技股份有限公司	103.05.28	103.06.17	9600	一級	張瓏騰
KK1001	NRSL-103182	PTW TN30013 校正	1	九和生物科技股份有限公司	103.05.28	103.06.17	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-103183	PTW TN30013 校正	1	九和生物科技股份有限公司	103.05.28	103.06.17	9600	一級	張瓏騰
KK1001	NRSL-103205	PTW TN30013 校正	1	佛教慈濟醫療財團法人台北慈濟醫院	103.05.29	103.06.18	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-103206	PTW TN30013 校正	1	佛教慈濟醫療財團法人台北慈濟醫院	103.04.11	103.05.01	9600	一級	張瓏騰
KK1001	NRSL-103207	PTW TM30013 校正	1	佛教慈濟醫療財團法人台北慈濟醫院	103.03.03	103.05.01	9600	一級	張瓏騰
KK1009	NRSL-103232	PTW TM33004 校正	1	醫世紀健康管理顧問股份有限公司	103.05.27	103.06.18	14000	一級	潘承亞
KK1001	NRSL-103170	PTW TM30013 校正	1	新霖科技股份有限公司	103.05.27	103.06.18	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-103174	Standard Imaging AISL 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	103.05.28	103.06.18	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-103175	Standard Imaging AISL 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	103.05.28	103.06.18	9600	一級	張瓏騰
KK1005	NRSL-103176	Standard Imaging AISL 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	103.05.28	103.06.18	9600	一級	張瓏騰
KK1008	NRSL-103285	ATOMTEX BDKN-02 校正	1	中央研究院	103.06.10	103.06.19	9600	一級	潘承亞
KK1009	NRSL-103221	Standard Imaging Hdr1000plus 校正	1	新世紀科技(股)公司	103.05.16	103.06.24	14000	一級	潘承亞
KK1001	NRSL-103219	Wellhofer FC65P 校正	1	新世紀科技(股)公司	103.06.17	103.06.24	9600	一級	張瓏騰
KK1003	NRSL-103093	Radcal 10x6-6 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	103.03.24	103.06.25	11600	一級	潘承亞
KK1003	NRSL-103094	Radcal 10x6-60 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	103.03.24	103.06.25	9600	一級	潘承亞
KK1004	NRSL-103095	Radcal 10x6-6M 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	103.03.24	103.06.25	9600	一級	潘承亞
KK1003	NRSL-103096	Radcal 10x6-3CT 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	103.03.24	103.06.25	9600	一級	潘承亞
KK1003	NRSL-103211	IBA DCT-10 校正	1	供群科技股份有限公司	103.05.01	103.06.04	11600	一級	潘承亞

KK1009	NRSL-103193	PTW 077091 正	1	台華醫網(股)公司	103.04.14	103.06.04	14000	一級	潘承亞
KK1004	NRSL-103143	乳房攝影游離腔校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.04.02	103.05.27	9600	一級	潘承亞
KK1004	NRSL-103146	乳房攝影游離腔校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.04.02	103.05.27	9600	一級	潘承亞
KK1004	NRSL-103151	乳房攝影游離腔校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.04.02	103.05.27	9600	一級	潘承亞
KK1003	NRSL-103144	X光攝影游離腔校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.04.02	103.05.27	9600	一級	潘承亞
KK1003	NRSL-103145	X光攝影游離腔校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.04.02	103.05.27	9600	一級	潘承亞
KK1003	NRSL-103147	X光攝影游離腔校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.04.02	103.05.27	9600	一級	潘承亞
KK1003	NRSL-103148	X光攝影游離腔校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.04.02	103.05.27	9600	一級	潘承亞
KK1003	NRSL-103152	X光攝影游離腔校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.04.02	103.05.27	9600	一級	潘承亞
KK1003	NRSL-103153	X光攝影游離腔校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.04.02	103.05.27	9600	一級	潘承亞
KK1004	NRSL-103099	Radcal 20x6-6M 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.03.26	103.05.27	9600	一級	潘承亞
KK1004	NRSL-103102	Radcal 20x6-6M 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.03.26	103.05.27	9600	一級	潘承亞
KK1004	NRSL-103105	Radcal 10x5-6M 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.03.26	103.05.27	9600	一級	潘承亞
KK1004	NRSL-103108	Radcal 20x6-6M 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.03.26	103.05.27	9600	一級	潘承亞
KK1003	NRSL-103100	Radcal 20x6-6	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.03.26	103.05.27	9600	一級	潘承亞
KK1003	NRSL-103101	Radcal20x6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.03.26	103.05.27	9600	一級	潘承亞
KK1003	NRSL-103103	Radcal20x6-6	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.03.26	103.05.27	9600	一級	潘承亞
KK1003	NRSL-103104	Radcal20x180	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.03.26	103.05.27	9600	一級	潘承亞
KK1003	NRSL-103106	Radcal10x5-6	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.03.26	103.05.27	9600	一級	潘承亞
KK1003	NRSL-103107	Radcal10x5-180	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.03.26	103.05.27	9600	一級	潘承亞
KK1003	NRSL-103109	Radcal20x6-3	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.03.26	103.05.27	9600	一級	潘承亞

KK1003	NRSL-103110	Radcal20x6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.03.26	103.05.27	9600	一級	潘承亞
KK1001	NRSL-103172	PTW TM30013 校正	1	華霖股份有限公司	103.05.27	103.07.28	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103185	PTW TN30013 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	103.05.28	103.07.28	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103186	PTW TN30013 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	103.05.28	103.07.28	9600	一級	王思文
KK1003	NRSL-103246	Radcal 10x6-6 校正	1	長庚醫療財團法人基隆長庚紀念醫院	103.06.13	103.07.28	9600	一級	王思文
KK1003	NRSL-103247	Radcal 10x6-60E 校正	1	長庚醫療財團法人基隆長庚紀念醫院	103.06.13	103.07.28	9600	一級	王思文
KK1003	NRSL-103248	Radcal 10x6-3CT 校正	1	長庚醫療財團法人基隆長庚紀念醫院	103.06.13	103.07.28	9600	一級	王思文
KK1004	NRSL-103244	Radcal 40x9-MC 校正	1	長庚醫療財團法人基隆長庚紀念醫院	103.06.13	103.07.28	9600	一級	王思文
KK1004	NRSL-103245	Radcal 10x6-6M 校正	1	長庚醫療財團法人基隆長庚紀念醫院	103.06.13	103.07.28	9600	一級	王思文
		第九次人員劑量計能力試驗	6	台灣電力股份有限公司	103.05.30	103.07.28	172800	一級	
		第九次人員劑量計能力試驗	6	台灣電力股份有限公司	103.05.30	103.07.28	172800	一級	
		第九次人員劑量計能力試驗	6	台灣電力股份有限公司	103.05.30	103.07.28	172800	一級	
KK1008	NRSL-103269	Atomtex BDKN-1 校正	1	台電公司第三核能發電廠	103.06.10	103.07.28	9600	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103270	Atomtex BDKN-1 校正	1	台電公司第三核能發電廠	103.06.10	103.07.28	9600	一級	潘承亞
		第九次人員劑量計能力試驗	6	國立清華大學	103.05.30	103.07.28	172800	一級	
		第九次人員劑量計能力試驗	6	貝克西弗股份有限公司	103.05.30	103.07.28	172800	一級	
KK1008	NRSL-103234	LUDLUM 12-4 校正	1	台電公司第二核能發電廠	103.06.12	103.07.28	9600	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103235	LUDLUM 12-4 校正	1	台電公司第二核能發電廠	103.06.12	103.07.28	9600	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103287	Thermo Rad EyE NL 校正	1	台電公司第二核能發電廠	103.06.12	103.07.28	9600	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103288	Thermo Rad EyE NL 校正	1	台電公司第二核能發電廠	103.06.12	103.07.28	9600	一級	潘承亞
KK1002	NRSL-103249	PTW TM32002 校正	1	國立清華大學	103.05.29	103.07.28	9600	一級	王思文

KK1003	NRSL-103266	Standard ImagingA650 校正	1	樹人醫藥專科學校	103.06.17	103.07.28	9600	一級	潘承亞
KK1003	NRSL-103304	Standard Imaging A101 校正	1	阮綜合醫療財團法人阮綜合醫院	103.06.20	103.07.28	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103302	PTW TM30013 校正	1	阮綜合醫療財團法人阮綜合醫院	103.07.04	103.07.28	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103200	PTW TM30006 校正	1	佛教慈濟醫療財團法人大林慈濟醫院	103.05.30	103.07.28	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103201	PTW TM30006 校正	1	佛教慈濟醫療財團法人大林慈濟醫院	103.05.30	103.07.28	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103202	PTW TM23343 校正	1	佛教慈濟醫療財團法人大林慈濟醫院	103.05.30	103.07.28	9600	一級	王思文
KK1009	NRSL-103203	PTW TM23343 校正	1	佛教慈濟醫療財團法人大林慈濟醫院	103.05.30	103.07.28	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103170	PTW TW30013 校正	1	秀傳醫療財團法人彰濱秀傳紀念醫院放腫科	103.07.04	103.07.28	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103174	PTW TW23343 校正	1	秀傳醫療財團法人彰濱秀傳紀念醫院放腫科	103.07.04	103.07.28	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103175	PTW TM31010 校正	1	秀傳醫療財團法人彰濱秀傳紀念醫院放腫科	103.07.04	103.07.28	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103251	PTW TM30013 校正	1	富特茂股份有限公司	103.06.24	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103252	PTW TM30013 校正	1	富特茂股份有限公司	103.06.24	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1009	NRSL-103301	PTW TW33004 校正	1	戴德森醫療財團法人嘉義基督教醫院	103.06.24	103.08.25	14000	一級	潘承亞
KK1001	NRSL-103298	PTW TM30013 校正	1	戴德森醫療財團法人嘉義基督教醫院	103.06.24	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103299	PTW TM30013 校正	1	戴德森醫療財團法人嘉義基督教醫院	103.06.24	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1008	NRSL-103285	Eberline E600 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.06.10	103.08.25	9600	一級	潘承亞
KK1003	NRSL-103286	IBA DCT10 Lemo 校正	1	友信行股份有限公司	103.06.16	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1004	NRSL-103284	TLDUD-802 校正	1	貝克西弗股份有限公司	103.07.01	103.08.25	2400	一級	王思文
KK1001	NRSL-103241	WELLHOFER FC65-P	1	高雄榮民總醫院	103.06.24	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1009	NRSL-103358	PTW TW33004 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	103.07.24	103.08.25	14000	一級	潘承亞
KK1009	NRSL-103240	NUCLETRON 077092	1	財團法人台灣基督長老教會馬偕紀念社會事業基金會馬偕紀念醫院	103.05.27	103.08.25	14000	一級	潘承亞

KK1003	NRSL-103295	Radcal 10x6-3CT	1	佛教慈濟醫療財團法人大林慈濟醫院	103.06.20	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1004	NRSL-103296	Radcal 10x6-6M	1	佛教慈濟醫療財團法人大林慈濟醫院	103.06.20	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1004	NRSL-103296	Radcal 40x9-M0	1	佛教慈濟醫療財團法人大林慈濟醫院	103.06.20	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1009	NRSL-103274	Standard Imaging HDR100Plus 校正	1	彰化嘉義基督教醫院	103.06.09	103.08.25	14000	一級	潘承亞
KK1005	NRSL-103271	PTW TM30013 校正	1	彰化嘉義基督教醫院	103.06.24	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103272	Standard Imaging A10 校正	1	彰化嘉義基督教醫院	103.06.24	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103215	PTW 23331 校正	1	財團法人羅許基金會羅東博愛醫院	103.06.24	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103216	PTW TW31010 校正	1	財團法人羅許基金會羅東博愛醫院	103.06.24	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103217	PTW N23343 校正	1	財團法人羅許基金會羅東博愛醫院	103.06.24	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103227	PTW N30001 校正	1	馬偕紀念醫院台東分院	103.06.24	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1003	NRSL-103360	RTI R100 校正	1	和鑫生技開發股份有限公司	103.07.17	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1004	NRSL-103256	Radcal 20x6-6M 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.06.19	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1004	NRSL-103259	Radcal 20x6-6M 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.06.19	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1004	NRSL-103262	Radcal 20x6-6M 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.06.19	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1004	NRSL-103265	Radcal 20x6-6M 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.06.19	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1003	NRSL-103257	Radcal 20x6-6 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.06.19	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1003	NRSL-103260	Radcal 20x6-6 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.06.19	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1003	NRSL-103263	Radcal 20x6-6 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.06.19	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1003	NRSL-103258	Radcal 20x6-180 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.06.19	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1003	NRSL-103261	Radcal 20x6-180 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.06.19	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1003	NRSL-103264	Radcal 20x6-180 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.06.19	103.08.25	9600	一級	王思文

KK1003	NRSL-103266	IBA DCT10 Lemo 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.06.19	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1003	NRSL-103267	IBA DCT10 Lemo 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.06.19	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1004	NRSL-103268	Gammex 245 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.06.19	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103363	IBA FC65-D 校正	1	方泰貿易有限公司	103.08.15	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103237	Standard Imaging A19 校正	1	三軍總醫院	103.07.22	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103308	WELLHOFER FC65-P	1	三軍總醫院	103.07.22	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1003	NRSL-103243	IBA DCT10 Lemo 校正	1	友信行股份有限公司	103.07.17	103.08.28	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103310	PTW TM30013 校正	1	醫世紀健康管理顧問(股)公司	103.07.04	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103311	PTW TM30013 校正	1	醫世紀健康管理顧問(股)公司	103.07.04	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103312	PTW TM30014 校正	1	醫世紀健康管理顧問(股)公司	103.07.04	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103313	PTW TM31010 校正	1	醫世紀健康管理顧問(股)公司	103.07.04	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103314	PTW TM23343 校正	1	醫世紀健康管理顧問(股)公司	103.07.04	103.08.25	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103330	PTW TM30013 校正	1	東霖儀器股份有限公司	103.07.24	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103331	PTW TM30013 校正	1	東霖儀器股份有限公司	103.07.24	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103332	PTW TW23343 校正	1	東霖儀器股份有限公司	103.07.24	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103333	PTW TM23343 校正	1	東霖儀器股份有限公司	103.07.24	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103299	PTW TN30013 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	103.07.24	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103285	PTW TN30013 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	103.07.24	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103286	PTW TN30013 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	103.07.24	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103284	PTW TN30013 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	103.07.24	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1004	NRSL-103374	RTI R100 校正	1	滿開股份有限公司	103.08.01	103.09.12	9600	一級	王思文

KK1003	NRSL-103375	RTI R100 校正	1	滿開股份有限公司	103.08.01	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103306	Exradin Aisl	1	多模式股份有限公司	103.07.22	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103307	Exradin Aisl	1	多模式股份有限公司	103.07.22	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103342	PTW TM30013 校正	1	東霖儀器股份有限公司	103.07.22	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103343	PTW TM30013 校正	1	東霖儀器股份有限公司	103.07.22	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103335	Standard Imaging AISL 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	103.07.24	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103336	Standard Imaging AISL 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	103.07.24	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103337	Standard Imaging AISL 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	103.07.24	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1003	NRSL-103398	Radcal 10x6-3CT 校正	1	貝克西弗(股)公司	103.08.20	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1008	NRSL-103275	Berthold LB6411-Pb 校正	1	長庚醫療財團法人	103.06.06	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1008	NRSL-103276	Berthold LB6411-Pb 校正	1	長庚醫療財團法人	103.06.06	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1008	NRSL-103277	Berthold LB6411-Pb 校正	1	長庚醫療財團法人	103.06.06	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1008	NRSL-103278	Berthold LB6411-Pb 校正	1	長庚醫療財團法人	103.06.06	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1008	NRSL-103279	Berthold LB6411-Pb 校正	1	長庚醫療財團法人	103.06.06	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1008	NRSL-103293	Berthold LB6411-Pb 校正	1	長庚醫療財團法人	103.06.06	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1008	NRSL-103294	Berthold LB6411-Pb 校正	1	長庚醫療財團法人	103.06.06	103.09.12	9600	一級	王思文
KK1009	NRSL-103312	PTW TN33004 校正	1	高雄長庚紀念醫院	103.07.30	103.09.22	14000	一級	潘承亞
KK1005	NRSL-103376	Exradin A12	1	長庚醫療財團法人基隆長庚 紀念醫院	103.08.15	103.09.17	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103377	Exradin A12	1	長庚醫療財團法人基隆長庚 紀念醫院	103.08.15	103.09.17	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103378	Exradin A10	1	長庚醫療財團法人基隆長庚	103.08.15	103.09.17	9600	一級	王思文

紀念醫院									
KK1001	NRSL-103361	PTW TN30013 校正	1	久和醫療儀器股份有限公司	103.08.15	103.09.24	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103365	CAPINTEC RR-06C 校正	1	醫療財團法人辜公亮基金會 和信治癌中心醫院	103.08.15	103.10.01	9600	一級	王思文
KK1009	NRSL-103386	PTW 077094 校正	1	義大醫療財團法人義大醫院	103.08.26	103.10.03	14000	一級	潘承亞
KK1005	NRSL-103369	PTW TM30013 校正	1	長庚醫療財團法人高雄長庚 紀念醫院	103.08.15	103.10.15	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103370	PTW TM30013 校正	1	長庚醫療財團法人高雄長庚 紀念醫院	103.08.15	103.10.15	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103116	PTW TN30013 校正	1	住友重機械工業株式會社	103.09.19	103.10.01	9600	一級	王思文
		第九次人員劑量計能力試驗	6	加瑪貝塔股份有限公司	103.05.30	103.10.01	172800	一級	
KK1009	NRSL-103396	Standard Imaging HDR 1000plus 校正	1	國泰綜合醫院	103.08.26	103.10.07	14000	一級	潘承亞
KK1006	NRSL-103305	配章照射	1	財團法人國家同步輻射研究 中心	103.09.02	103.10.13	2400	一級	潘承亞
KK1009	NRSL-103428	Standard Imaging HDR 1000plus 校正	1	醫世紀健康管理顧問股份有 限公司	103.10.02	103.10.20	14000	一級	潘承亞
KK1004	NRSL-103427	FLUKE TNT12000WD 校正	1	長庚醫療財團法人高雄長庚 紀念醫院	103.09.29	103.10.16	9600	一級	黃增德
KK1004	NRSL-103430	FLUKE TNT12000WD 校正	1	長庚醫療財團法人高雄長庚 紀念醫院	103.09.29	103.10.16	9600	一級	黃增德
KK1004	NRSL-103328	Radcal 10x6-6M 校正	1	台北榮民總醫院	103.07.14	103.10.20	9600	一級	黃增德
KK1004	NRSL-103329	Gammex RMI245 校正	1	台北榮民總醫院	103.07.14	103.10.20	9600	一級	黃增德
KK1005	NRSL-103349	Standard Imaging AISL	1	中山醫藥大學附設醫院	103.07.24	103.11.07	9600	一級	王思文

KK1005	NRSL-103387	PTW TW23343 校正	1	國泰綜合醫院	103.10.15	103.11.04	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103388	PTW TM31010 校正	1	國泰綜合醫院	103.10.15	103.11.04	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103389	PTW TN31014 校正	1	國泰綜合醫院	103.10.15	103.11.04	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103390	IBA CCOI 校正	1	國泰綜合醫院	103.10.15	103.11.04	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103391	IBA CCOI 校正	1	國泰綜合醫院	103.10.15	103.11.04	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103392	EXRADIN 校正	1	國泰綜合醫院	103.10.15	103.11.04	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103393	EXRADIN 校正	1	國泰綜合醫院	103.10.15	103.11.04	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103394	Wellhofer FC65P 校正	1	國泰綜合醫院	103.10.15	103.11.04	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103395	Wellhofer FC65P 校正	1	國泰綜合醫院	103.10.15	103.11.04	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103416	Wellhofer FC65P 校正	1	國泰綜合醫院	103.10.15	103.11.04	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103417	Wellhofer FC65P 校正	1	國泰綜合醫院	103.10.15	103.11.04	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103409	PTW TN30013 校正	1	九和生物科技(股)公司	103.10.15	103.11.04	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103410	PTW TN30013 校正	1	九和生物科技(股)公司	103.10.15	103.11.04	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103394	PTW TN30013 校正	1	九和生物科技(股)公司	103.10.15	103.11.04	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103406	PTW TN30013 校正	1	九和生物科技(股)公司	103.10.15	103.11.04	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103407	PTW TN31010 校正	1	九和生物科技(股)公司	103.10.15	103.11.04	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103411	PTW TN31010 校正	1	九和生物科技(股)公司	103.10.15	103.11.04	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103412	PTW TN31010 校正	1	九和生物科技(股)公司	103.10.15	103.11.04	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103413	PTW TN31010 校正	1	九和生物科技(股)公司	103.10.15	103.11.04	9600	一級	王思文
KK1008	NRSL-103449	Thermo RadEyE 校正	1	銳昕科技股份有限公司	103.10.16	103.10.30	9600	一級	潘承亞
KK1001	NRSL-103419	PTW TM30013 校正	1	高雄醫學大學附設中和醫院	103.10.13	103.10.30	9600	一級	王思文

KK1008	NRSL-103453	BERTHOLD LB6411	1	量子輻射科技有限公司	103.10.16	103.11.07	9600	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103454	THERMO FHT762	1	量子輻射科技有限公司	103.10.16	103.11.07	9600	一級	潘承亞
KK1005	NRSL-103421	Standard Imaging AISL	1	多模式股份有限公司	103.10.13	103.11.05	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103425	PTW TM31010 校正	1	方泰貿易股份有限公司	103.10.13	103.11.07	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103402	PTW TM30013 校正	1	東霖儀器股份有限公司	103.10.13	103.11.07	9600	一級	王思文
KK1008	NRSL-103423	ATOMETEX BDKN01	1	台灣電力公司第三核能發電廠	103.10.16	103.11.07	9600	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103424	Eberline RM-21-4 校正	1	台灣電力公司第三核能發電廠	103.10.16	103.11.07	9600	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103455	TLD 照射	2	財團法人國家同步輻射研究中心	103.10.23	103.11.07	4000	一級	潘承亞
KK1005	NRSL-103413	PTW TM30013 校正	1	臺灣愛可芮股份有限公司	103.10.13	103.11.14	9600	一級	王思文
KK1004	NRSL-103457	Unfors Xi Mammo	1	得豐科技股份有限公司	103.10.21	103.11.11	9600	一級	黃增德
KK1003	NRSL-103459	Radcal 10x9-6	1	新醫科技股份有限公司	103.10.24	103.11.11	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103445	PTW TN30013 校正	1	住友重機械工業株式會社	103.10.28	103.11.13	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103446	PTW TN30013 校正	1	住友重機械工業株式會社	103.10.28	103.11.13	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103450	PTW TM30013 校正	1	富特茂股份有限公司	103.10.28	103.11.18	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103451	PTW TM30013 校正	1	富特茂股份有限公司	103.10.28	103.11.18	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103399	PTW TN30013 校正	1	華霖股份有限公司	103.10.13	103.11.18	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103400	PTW TN30013 校正	1	華霖股份有限公司	103.10.13	103.11.18	9600	一級	王思文
KK1008	NRSL-103456	BF-3 Detector 9900305	1	臺灣新吉美碩(股)公司	103.10.16	103.11.18	9600	一級	潘承亞
KK1005	NRSL-103464	PTW TM30013 校正	1	新和生物科技(股)公司	103.10.29	103.11.18	9600	一級	王思文

KK1001	NRSL-103465	PTW TM30013 校正	1	新和生物科技(股)公司	103.10.29	103.11.18	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103469	PTW TM30013 校正	1	東霖股份有限公司	103.10.29	103.11.18	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103429	PTW TW31010 校正	1	醫世紀健康管理顧問股份有限公司	103.10.13	103.11.21	9600	一級	王思文
KK1009	NRSL-10462	PTW TW33004 校正	1	久和醫療儀器(股)公司	103.10.29	103.11.20	14000	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-10471	Thermo RadEyE 校正	1	中國鋼鐵股份有限公司	103.10.25	103.11.25	9600	一級	潘承亞
KK1005	NRSL-103381	Standard Imaging AISL	1	國泰綜合醫院	103.10.09	103.11.08	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103382	Standard Imaging AISL	1	國泰綜合醫院	103.10.09	103.11.08	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103385	Standard Imaging AISL	1	國泰綜合醫院	103.10.09	103.11.08	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103460	PTW TM30001 校正	1	華霖股份有限公司	103.10.29	103.11.26	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103467	PTW TN31013 校正	1	華霖股份有限公司	103.10.29	103.11.26	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103468	PTW TM31013 校正	1	華霖股份有限公司	103.10.29	103.11.26	9600	一級	王思文
KK1008	NRSL-103506	Atomtex BDKN-04 校正	1	克馬企業有限公司	103.11.12	103.12.04	9600	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103507	Atomtex BDKN-04 校正	1	克馬企業有限公司	103.11.12	103.12.04	9600	一級	潘承亞
KK1005	NRSL-103440	PTW TN30013 校正	1	中國醫藥大學附設醫院	103.10.28	103.12.01	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103441	PTW TN30013 校正	1	中國醫藥大學附設醫院	103.10.28	103.12.01	9600	一級	王思文
KK1004	NRSL-103435	Gammex RMI 245 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.10.17	103.12.04	9600	一級	王思文
KK1004	NRSL-103436	RTI Electronics AB Piranha 3d 校正	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	103.10.17	103.12.04	9600	一級	王思文
KK1009	NRSL-103501	PTW TM33004 校正	1	久和醫療儀器(股)公司	103.11.14	103.12.05	14000	一級	潘承亞
KK1001	NRSL-103438	PTW TN30013 校正	1	久和醫療儀器(股)公司	103.10.28	103.12.04	9600	一級	王思文

KK1005	NRSL-103437	PTW TN30013 校正	1	久和醫療儀器(股)公司	103.10.28	103.12.04	9600	一級	王思文
KK1009	NRSL-103433	Nucletron 077091 校正	1	光品醫事管理有限公司	103.10.08	103.12.03	14000	一級	潘承亞
KK1001	NRSL-103431	PTW TN30013 校正	1	光品醫事管理有限公司	103.11.04	103.12.03	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103432	PTW TN30013 校正	1	光品醫事管理有限公司	103.11.04	103.12.03	9600	一級	王思文
KK1009	NRSL-103475	Nucletron 077091 校正	1	台中榮民總醫院	103.11.07	103.12.11	14000	一級	潘承亞
KK1003	NRSL-103477	Radcal 20x6-6 校正	1	和鑫生技開發股份有限公司	103.11.10	103.12.04	9600	一級	王思文
KK1003	NRSL-103478	Radcal 20x6-6 校正	1	和鑫生技開發股份有限公司	103.11.10	103.12.04	9600	一級	王思文
KK1004	NRSL-103479	Radcal 2025 校正	1	老達利貿易股份有限公司	103.11.12	103.12.09	9600	一級	黃增德
KK1004	NRSL-103480	Gammex RMI 245 校正	1	老達利貿易股份有限公司	103.11.12	103.12.09	9600	一級	黃增德
KK1008	NRSL-103508	Nuclear Research Corporation/NP-2 校正	1	台灣玻璃工業(股)公司	103.11.17	103.12.15	9600	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103458	Polimsster Inc 校正	1	台塑石化(股)公司	103.10.30	103.12.08	9600	一級	潘承亞
	NRSL-103486	Harshaw 指環劑量計照射	4	國立清華大學	103.11.14	103.12.08	9600	一級	
	NRSL-103486	Harshaw TLD 劑量配章照射	4	國立清華大學	103.11.14	103.12.08	9600	一級	
KK1009	NRSL-103495	PTW TM33004 校正	1	國立成功大學醫學院附設醫院	103.11.14	103.12.23	14000	一級	潘承亞
KK1009	NRSL-103367	PTW TN33002 校正	1	長庚醫療財團法人	103.07.24	103.12.15	14000	一級	潘承亞
KK1003	NRSL-103487	Radcal 10x6-3CT 校正	1	佛教慈濟醫療財團法人台北慈濟醫院	103.11.13	103.12.18	9600	一級	王思文
KK1008	NRSL-103521	ATOMTEX BDKN-01 校正	1	財團法人中華民國輻射防護協會	103.12.08	103.12.25	9600	一級	潘承亞
KK1008	NRSL-103526	Thermo FHT751 校正	1	恩斯特生物科技股份有限公司	103.12.08	103.12.22	9600	一級	潘承亞

KK1008	NRSL-103515	Thermo FHT751 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	103.11.24	103.12.23	9600	一級	潘承亞
KK1005	NRSL-103496	TM30013 校正	1	國立成功大學醫學院附設醫院	103.12.02	103.12.02	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103497	TM30013 校正	1	國立成功大學醫學院附設醫院	103.12.02	103.12.02	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103498	TM30013 校正	1	國立成功大學醫學院附設醫院	103.12.02	103.12.02	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103499	TM30013 校正	1	國立成功大學醫學院附設醫院	103.12.02	103.12.02	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103500	TM30013 校正	1	國立成功大學醫學院附設醫院	103.12.02	103.12.02	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103517	TM30013 校正	1	國立成功大學醫學院附設醫院	103.12.02	103.12.02	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103518	TM23343 校正	1	國立成功大學醫學院附設醫院	103.12.02	103.12.02	9600	一級	王思文
KK1001	NRSL-103519	TM23343 校正	1	國立成功大學醫學院附設醫院	103.12.02	103.12.22	9600	一級	王思文
KK1005	NRSL-103481	丙胺酸 AWM230	1	中國生化科技(股)公司	103.11.14	103.12.22	30000	一級	王思文
KK1003	NRSL-103483	Radcal 10x6-3CT 校正	1	佛教慈濟醫療財團法人大林慈濟醫院放腫科	103.11.12	103.12.22	9600	一級	王思文
KK1004	NRSL-103484	Radcal 10x6-6M 校正	1	佛教慈濟醫療財團法人大林慈濟醫院放腫科	103.11.12	103.12.22	9600	一級	黃增德
KK1004	NRSL-103485	Radcal 40x9-M0 校正	1	佛教慈濟醫療財團法人大林慈濟醫院放腫科	103.11.12	103.12.22	9600	一級	黃增德

KK1003	NRSL-103510	IBA DCT-10 Lemo 校正	1	量子輻射科技有限公司	103.11.24	103.12.17	9600	一級	黃增德
合計			451				\$ 5,311,200		

2. 國家標準實驗室量測標準系統與校正服務統計表

系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備與標準件	系統完成日期	管制情形		可校正之儀器名稱	系統服務次數							負責人	第三者認證 ◎	改良※ △	變動說明 〔可另件提供資料〕
						是	否		FY98	FY99	FY100	FY101	FY102	FY103	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	80	70	80	56	88	454	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	10	7	12	17	6	20	72	林怡君	◎	△	辦理人員劑量計能力試驗，使校正量明顯上升。
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	31	98	21	22	35	73	280	黃增德	◎	△	辦理人員劑量計能力試驗，使校正量明顯上升。
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	19	25	20	25	30	45	164	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	31	39	48	67	68	97	350	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	76	12	4	0	16	112	朱 健 豪	◎△	辦理人員劑量計 能力試驗，使校正 量明顯上升。
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	2	0	0	0	0	0	2	李 振 弘	◎	本項服務已有二 級實驗室提供服 務，擬啟動退場機 制。
中子劑量 校正系統	kk1008	ambient dose equivalent rate, personal dose equivalent rate 1.44E-06 to 5.83E-06 mSv/h	5% [p=95%,k=2]	Am-241/Be-9 、 Cf-252 source	89.12.01	✓	中子偵 檢器、人 員劑量 計	25	36	26	37	36	71	231	朱 葦 翰	◎	台電放射試驗室 之中子標準場於 本年度停止運 轉，台電內部儀器 轉至本實驗室校 正，使校正量突 增。

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、銻-192	85.06.30	▽	Single nuclide solution source, 井形游離腔	18	16	9	22	14	29	108	衰明程	◎	※	
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	6	0	0	0	6	衰明程	◎	△	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，本年度內部校正數 8 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)	23	16	20	29	20	12	120	衰明程	◎		
年度合計(註：系統服務次數係以收件數為準)								243	393	244	303	265	451	1899				

◎：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。
- 本年度預算執行率為97.79%，滿足年度總預算執行率需達80%以上之要求。
- 本年度所有量化績效產出皆達到年度預期目標。
- 本年度例行校正服務共 451 件，收入 5,311,200 元，達到 103 年度的 235 件計畫目標。
- 本年度內共計參與 4 項國際量測比對，達成預定目標，在數量上大致與上兩年度相當。
- 完成石墨熱卡計標準系統整合測試，並進行鈷-60 量測實驗，與現有水吸收劑量標準差異小於 5%，達成計畫目標。
- 完成 Ir-192 原級量測標準系統硬體建置，並完成游離腔漏電流測試及散射輻射量測，確認硬體設計規格與性能達成預定目標。
- 本年度實驗室主辦兩場輻射計量業務說明會，開放實驗室參觀 7 梯次，達到人才培育、技術擴散、SI 單位推廣與開發創新未來議題的目的。

## 伍、補充附件

### 補充附件 1、顧客滿意度問卷調查統計表

題號	問題	非常滿意 (%)	滿意 (%)	尚可 (%)	不滿意 (%)
1	貴機構對實驗室儀器接收服務，滿意度為何？	69	31	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？	68	32	0	0
3	貴機構對收到校正報告的時間，滿意度為何？	54	43	3	0
4	貴機構對實驗室人員提供的電話答覆，滿意度為何？	74	26	0	0
5	貴機構對實驗室提供的遊校服務滿意度為何？	66	34	0	0

註：回收問卷份數：35

題號 3 的統計結果可知，顧客對收到報告時間服務滿意程度，在尚可部份還有 3%，並且在非常滿意的比例低於其他項目，主因可能為本年度校正量多於預期，使人員、系統之工作負荷明顯增加，然應仍有可改善空間。其他題號的客戶滿意度皆在滿意以上。

104 年度將進行實驗室網站更新，並加入校正進度 追蹤、預約等功能，屆時應可對校正量、校正時程等做更有效之管控。

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

傳遞標準特性

Chamber Type	Cavity Volume	Cavity Length	Cavity Inside diameter	Wall material	Wall thickness	Connector	Applied Voltage
NE 2571	0.69cm <sup>3</sup>	24 mm	6.3 mm	Graphite	65mg cm <sup>-2</sup>	TNC	+250 V



TNC Connector and adaptor

參與國家

Participating Laboratory	Contact person
AEC, Syria	Mamdouh Bero
ARPANSA, Australia	Duncan Butler
BARC, India	
BATAN, Indonesia	C Tuti Budiantari
ESR, New Zealand	John Laban
INER, Taiwan	Chien-Hau Chu
KRISS, Korea	Chul-Young Yi
NIM, China	Jinjie Wu
NIS, EGYPT	Ahmed Rashad Elersy
NMIJ, Japan	Takahiro Tanaka (Norio Saito)
NMISA, South Africa	Zakithi Msimang
Nuc. Malaysia, Malaysia	Taiman Bin Kadni

- **Time of measurement:**  
**Jul. 2015-Dec. 2016**
- **10 (~12) laboratories participated**
- **Link laboratories:**  
**(1) ARPANSA/ Australia (2010)**  
**(2) NMIJ/ Japan (2006)**  
**(3) NIM/ China (2001)**

補充附件 3、APMP RI(I)-K5 Cs-137 空氣克馬比對量測數據結果

比對傳遞游離腔	標準輻射場 (Gy/s)	漏電荷 (C/s)	換算電荷 (C/s)	校正因子 (Gy/C)
Spherical Exradin A3	3.4936E-04 Gy/s	-3.52482E-13	4.0801E-11	8.5630E+06
Cylindrical PTW 23331	3.4936E-04 Gy/s	-4.16081E-14	1.2431E-11	2.8107E+07

Uncertainties budget in % (k = 1)

item	Uncertainty	
	Type A	Type B
Measure air kerma	0.14	0.20
Measure voltage	0.15	0.02
Capacitance		0.01
Atmospheric pressure correction		0.01
Temperature correction		0.02
Distance	0.09	
Quadratic sum	0.22	0.20
Combined uncertainty	0.30	

補充附件 4、本實驗室之 APMP.RI(I)-S2 貝他組織吸收劑量比對量測結果

**3.1 EXRADIN Magna**

Date of calibration:	Dec. 26. 2013
Temperature range:	20±1 °C
Pressure range:	991 mbar
Humidity range:	40%

radiation quality	Calibration distance (Source to reference point)	Beam diameter where the homogeneity of the dose rate inside is 5 % and better (At the reference point)	absorbed dose rate Dt(0,07; α) (At the reference point)	Relative standard uncertainty of absorbed dose rate (coverage k=1)	Calibration coefficient (Reference: T=293.15 K, P=101.325 kPa, h=65%)	Relative standard uncertainty of Calibration coefficient (coverage k=1)
	mm	mm	mGy/h	%	mGy/(h•A)	%
Sr-90/Y-90	300	100	59.610	1.2	3.515E+13	1.56
Kr-85						
Pm-147						

Remarks:

**3.2 OYOGIKEN CE-II**

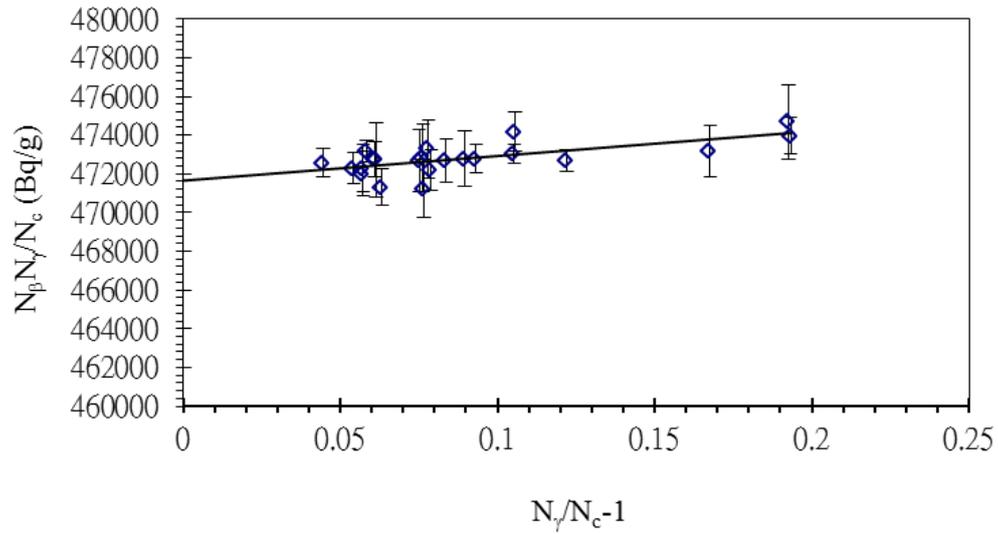
Date of calibration:	Jan. 16. 2013
Temperature range:	20±1 °C
Pressure range:	999 mbar
Humidity range:	42%

radiation quality	Calibration distance (Source to reference point)	Beam diameter where the homogeneity of the dose rate inside is 5 % and better (At the reference point)	absorbed dose rate Dt(0,07; α) (At the reference point)	Relative standard uncertainty of absorbed dose rate (coverage k=1)	Calibration coefficient (Reference: T=293.15 K, P=101.325 kPa, h=65%)	Relative standard uncertainty of Calibration coefficient (coverage k=1)
	mm	mm	mGy/h	%	mGy/(h•A)	%
Sr-90/Y-90	300	100	59.610	1.2	1.895E+12	1.65
Kr-85						
Pm-147						

補充附件 5、APMP.RI(II)-K2. Fe-59 比對本實驗室之量測結果

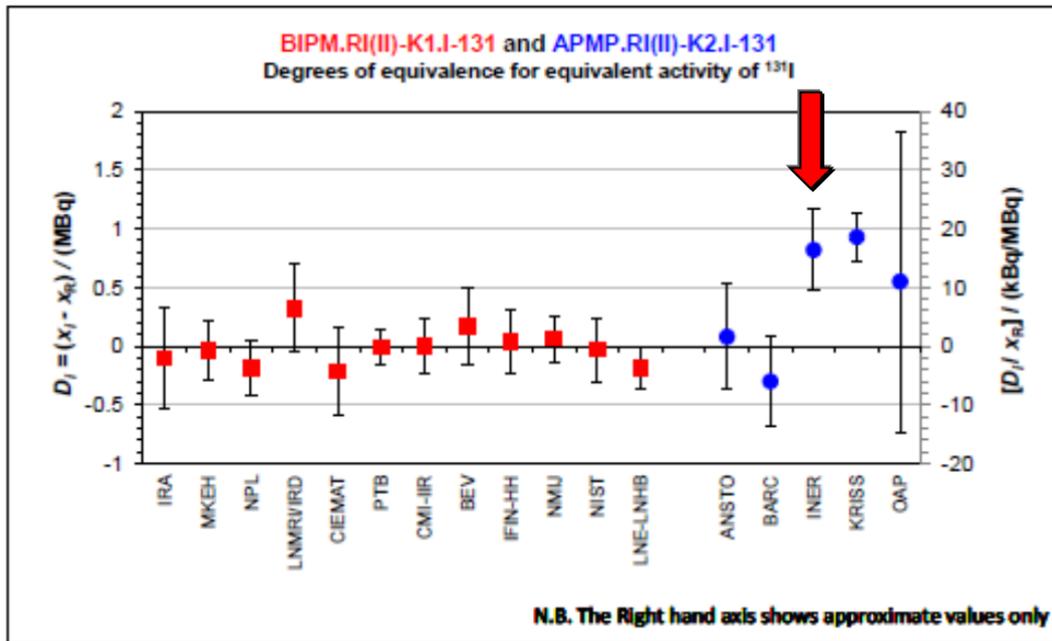
4πβ-γ量測系統對 Fe-59 量測效率方程式曲線圖，外差至 100%時放射

活度為 471.8 kBq/g

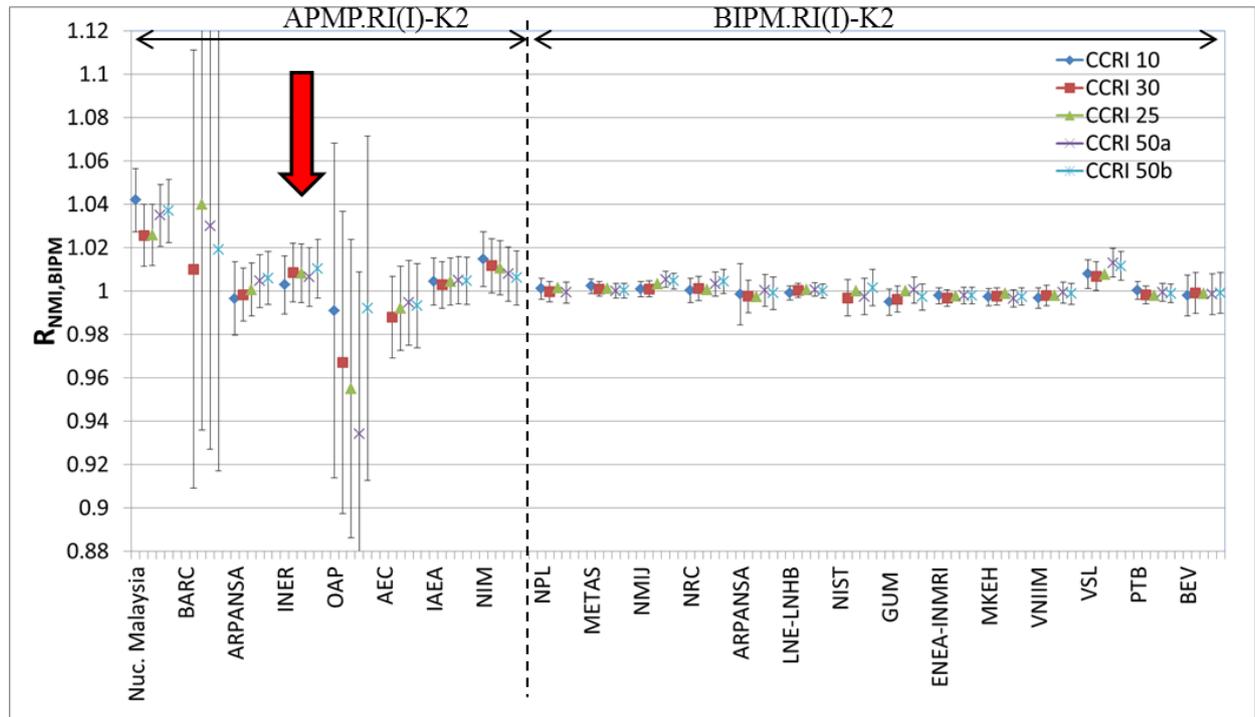


不確定度分析結果表		
項目	相對不確定度 (%)	
	A 類	B 類
線性外差	0.25	
無感時間與解析時間		0.02
背景	0.06	
量測計數	0.14	
稱重		0.02
核種衰變		0.02
時基		0.01
衰變結構		0.01
同步訊號差異		0.06
合計	0.3	

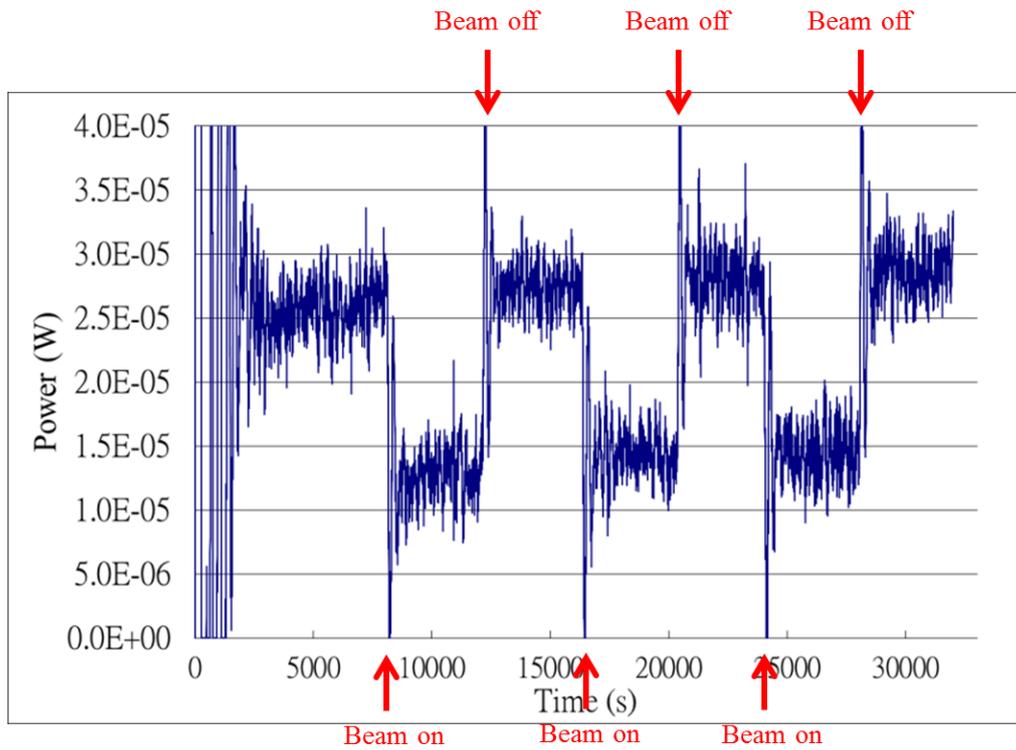
補充附件 6、APMP.RI(II)-K2. I-131 放射活度量測比對結果



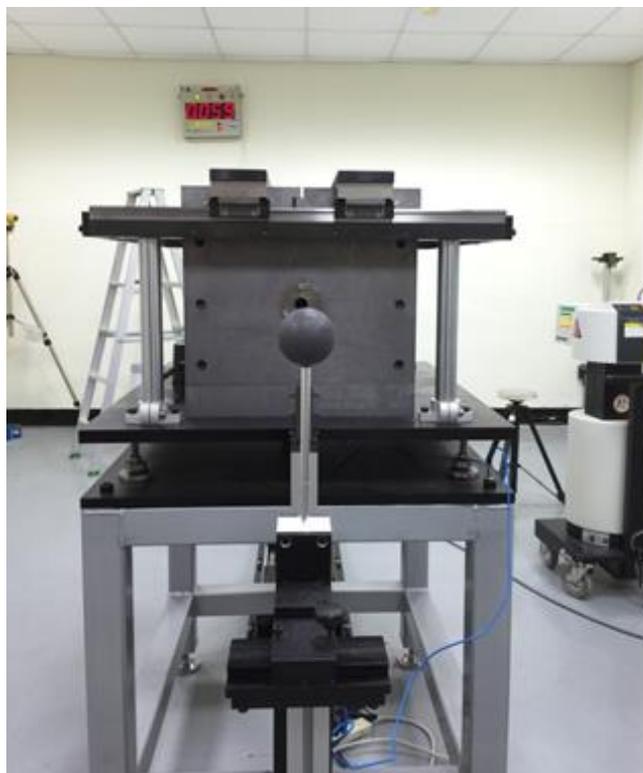
補充附件 7、APMP.RI(I)-K2 低能量 X 射線空氣克馬關鍵比對結果



補充附件 8、石墨熱卡計進行鈷-60 量測實驗之照片及量測結果



補充附件 9、Ir-192 原級標準游離腔與準直儀、平均漏電流量測結果、散射量評估結果



	平均取樣時間 (s)	平均漏電流 (A)
照射前	30.60	$-1.926 \times 10^{-14}$
照射後	30.55	$-5.848 \times 10^{-15}$

不使用鉛錐		電流量(A)	使用鉛錐	電流量(A)
高壓	500 V	$-3.064 \times 10^{-11}$	500 V	$-3.245 \times 10^{-15}$
半高壓	250 V	$-3.060 \times 10^{-11}$	平均漏電流	$-1.255 \times 10^{-14}$
射源到量測點距離(cm)		120		
散射訊號與總訊號比值		0.01%		

補充附件 10、第九次人員劑量計能力試驗總結會議議程表及照片

「第九次人員劑量計能力試驗總結報告」會議議程

日期：103 年 05 月 15 日（星期四）

地點：核能研究所 國家游離輻射標準實驗室（035 館）二樓

時間	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	能力試驗之測試結果	林怡君 核能研究所保健物理組
10:40—11:00	休息	
11:00—12:00	肢端劑量計能力試驗試運作	葉俊賢 核能研究所保健物理組
12:00—15:00	綜合討論與檢討	袁明程 分組長 核能研究所保健物理組



補充附件 11、第六次輻射偵檢儀器校正能力試驗與低放射性活度量測比對說明會議程表及照片

「第六次輻射偵檢儀器校正能力試驗與  
低放射性活度量測比對說明會」

會議議程與時間表

日期：103 年 06 月 27 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	第六次輻射偵檢儀器校正能力試驗	葉復賢 核能研究所保健物理組
10:40—11:00	休 息	
11:00—13:30	低放射性活度量測比對	葉復賢 核能研究所保健物理組
13:30—15:00	綜合討論	袁明程 核能研究所保健物理組



補充附件 12、APMP 2014 會議議程表及照片

Date	Time	Program		
Sep. 19 (Fri)		Workshops		
Sep. 20 (Sat)				
Sep. 21 (Sun)	9:00	EC Meeting (1)	TCC Meeting	
	12:30	Lunch		
	13:30	DEC Meeting (1)	APMP-APLAC Joint PT WG Meeting	
	18:00	Welcome Reception		
Sep. 22 (Mon)	9:00	TC Meetings(1)		
	12:30	Lunch		
	13:30	TC Meetings(2)		
	18:30	EC/TC/DEC Dinner		
Sep. 23 (Tue)	9:00	TC Meetings(3)		
	12:30	Lunch		
	13:30	DEC Meeting (2)		
	15:00	EC/TCC Meeting		
Sep. 24 (Wed)	9:00	Symposium		
	12:30	Lunch		
	14:00	NMI Director's Workshop (13:30)	KRISs Lab Tour	Medical Metrology Workshop
	19:00	APMP Dinner		
Sep. 25 (Thu)	9:00	General Assembly(1)		
	12:30	Lunch		
	13:30	General Assembly(2)		
	18:30	GA Dinner		
Sep. 26 (Fri)	9:00	General Assembly(3)		
	12:30	Lunch		
	13:30	General Assembly(4)	EC Meeting(2)	
Sep. 27 (Sat)	9:00	KRISs Lab Tour		



補充附件 13、論文報告一覽表(摘要如附件 17)

1. 期刊論文(4)

項次	作者	出版年月	題目	期刊名稱	卷期頁數
SCI 期刊(發表 2)					
1	Chin-Hsien Yeh, Ming-Chen Yuan	10305	Measurement and Calibration of metal and non-metal waste produced from decommission	Applied Radiation and isotopes	V87, p353-355
2	黃淵仁 陳錦杏 謝玲玲 M.H.Liu J.S.Liu 朱健豪 謝柏滄	10301	Dosimetry study of diagnostic X-ray using doped iodide normoxic polymer gels	RADIATION PHYSICS AND CHEMISTRY	0969-806X, Volume 104, P414-419
3	葉俊賢 袁明程 李國威		Techniques for Leak Measurement of the Medical Diagnostic X-Ray Machine	Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A	投稿中
國內期刊(2)					
1	葉俊賢 袁明程	10305	探討蘭嶼輻射量測異常事件	台電核能月刊	377 卷 28-41 頁
2	葉俊賢	10306	日本核電廠事故復育現況	台電核能月刊	已接受

2. 會議論文(5)

項次	作者	時間地點	題目	會議名稱
國際會議(5)				
1	Lin, Yi-Chun Huang, Tseng-Te Chen, Yen-Fu Liu, Yuan-Hao Chen, Wei-Lin Wu, Shu-Wei Nievaart, Sander Jiang, Shiang-Huei	JUNE 07-15 美國安娜堡 密西根大學	Monte Carlo simulations and benchmark measurements on the response of TE(Te) and Mg(Ar) ionization chambers in photon and electron beams	SORMA XV (Symposium on Radiation Measurements and Applications, SORMA-15)

2	Chien-Hau Chu', Yi-Chun Lin, and Tzeng-Te Huang	JUNE 07-15 美國安娜堡 密西根大學	Dose standardization and spectrum verification in Computed Tomography	SORMA XV (Symposium on Radiation Measurements and Applications, SORMA-15)
3	Yu-Chi Lin, Rong-Jiun Sheu*, Ang-Yu Chen, Kuo-Wei Lee	JUNE 07-15 美國安娜堡 密西根大學	Analyzing the responses of conventional and extended neutron detectors in radiation fields of a 150-MeV LINAC	SORMA XV (Symposium on Radiation Measurements and Applications, SORMA-15)
4	Tseng-Te Huang, Chien-Hau Chu and Yi-Chun Lin	JUNE 07-15 美國安娜堡 密西根大學	Photon-scattering, electron-loss and shadow-effect correction factors calculation for cylindrical free-air chamber	SORMA XV (Symposium on Radiation Measurements and Applications, SORMA-15)
5	袁明程 王思文 黃增德	Sept. 21-27 韓國大田	Laboratory Report for 2014 APMP General Assembly	30th Asia Pacific Metrology Programme General Assembly
國內會議(0)				

### 3. 技術報告(14)

項次	作者	出版 年月	題目	報告編號	頁數
1	葉俊賢	10305	核電廠評估埋入管件內層活度	BSMI-INER-001-T001(103)	21
2	潘承亞	10305	數位放射攝影之曝露指標校正 函數研究	BSMI-INER-001-T002(103)	26
3	林怡君 袁明程 葉俊賢 鄒騰泓	10306	第九次人員體外劑量評估實驗 室能力試驗之總結報告	BSMI-INER-001-T003(103)	74
4	朱葦翰	10302	銥-192 遙控後荷式近接治療 射源之參考空氣克馬率量測	BSMI-INER-001-T004(103)	47
5	蘇水華 林怡 君 黃增德 王 思文 袁明程	10307	游離輻射劑量標準之研發與建 制	BSMI-INER-001-T005(103)	163
6	朱葦翰 黃尚 峯 袁明程	10308	核三廠一號機照射樣品罐 Y 中 子劑量學	BSMI-INER-001-T006(103)	87
7	黃增德 朱健 豪 林怡君	10308	以蒙地卡羅方法計算自由空氣 游離腔之光子散射、電子損失	BSMI-INER-001-T007(103)	46

			及電極遮蔽效應修正因子		
8	潘承亞 朱健豪	10308	牙科 CT 之 IEC 60601-1-3 實機檢測	BSMI-INER-001-T008(103)	37
9	施成霖 潘承亞 袁明程	10309	數位 X 光影像裝置之量子偵測效率測定	BSMI-INER-001-T009(103)	46
10	葉堅勇 袁明程	10310	以 CIEMAT/NIST LSC 方法校正 2014 APMP Fe-59 比對射源之活度	BSMI-INER-001-T010(103)	30
11	鄒騰泓	10310	國家游離輻射標準實驗室 103 年度品質稽核計畫書	BSMI-INER-001-T011(103)	22
12	葉堅勇 袁明程	10310	建立 Am-241 液體射源活度標準	BSMI-INER-001-T012(103)	29
13	朱葦翰	10310	溫度監控球型電極石墨游離腔性能測試	BSMI-INER-001-T013(103)	36
14	王思文 蘇水華	10310	銻-137 加馬空氣克馬原級標準系統	BSMI-INER-001-T014(103)	33

#### 4. 出國報告(3)

項次	作者	出版年月	題目	報告編號	頁數
1	袁明程	10304	赴日本擔任國家計量研究所量子輻射組之技術評審員	BSMI-INER-001-T015(103)	50
2	黃增德 李國威	10307	赴美國參加第 15 屆國際輻射度量與應用研討會	BSMI-INER-001-T016(103)	36
3	王思文 黃增德 袁明程	10310	參加 2014 年亞太計量組織(APMP)年會暨相關會議	BSMI-INER-001-T017(103)	34

#### 5. 專利(申請 1、獲得 1)

項次	名稱	申請國家/類型	編號	獲得日期
1	包覆式護極結構的穿透式游離腔	中華民國/發明 美國/發明	---	申請中
2	放射診斷儀器遠端校正方法及其裝置	中華民國/發明	第 I445014 號	103.07.11

補充附件 14、1999-2014 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)	$^{60}\text{Co}$ (鈷)水吸收劑量	印度主辦比對報告無法完成
APMP. RI( II )-S2 $^{166}\text{mHo}$ (1999)	$^{166}\text{mHo}$ (鈹)游離腔反應度	日本 NMIJ 主辦，比對報告撰寫中
APMP. RI( II )-K2 $^{166}\text{mHo}$ (1999)	$^{166}\text{mHo}$ (鈹)放射源比活度	已進入 KCDB(2003 年 5 月)
APMP. RI( II )-K2 $^{58}\text{Co}$ (2000)	$^{58}\text{Co}$ (鈷)放射源比活度	已進入 KCDB(2003 年 2 月)
APMP. RI( II )-K2 $^{88}\text{Y}$ (2000)	$^{88}\text{Y}$ (鈷)放射源比活度	已進入 KCDB(2004 年 8 月)
CCRI( II )-K3 $^{18}\text{F}$ (2001)	$^{18}\text{F}$ (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(非本計畫成果))
CCRI(II)-S3 (2002-2008)	貝類參考物質量測	已進入 KCDB(2012 年 6 月(非本計畫成果))
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 $^{36}\text{Cl}$ (2003)	$^{36}\text{Cl}$ (氯)粒子發射率	已進入 KCDB(2012 年 9 月)
APMP. RI( II )-K2 $^{139}\text{Ce}$ (2004)	$^{139}\text{Ce}$ (鈰)放射源比活度	已進入 KCDB(2005 年 9 月)
APMP. RI( I )-K1(2004-2006)	$^{60}\text{Co}$ (鈷)空氣克馬	已進入 KCDB(2013 年 6 月)
APMP. RI( II )-K2 $^{134}\text{Cs}$ (2005)	$^{134}\text{Cs}$ (銻)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 $^{133}\text{Ba}$ (2006)	$^{133}\text{Ba}$ (鋇)放射源比活度	已進入 KCDB(2009 年 10 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 $^{131}\text{I}$ (2009)	$^{131}\text{I}$ (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	英國主辦，報告於 BIPM 審查中
APMP. RI(I)-K4(2009-2011)	$^{60}\text{Co}$ (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)	$^{60}\text{Co}$ high-dose dosimetry using alanine dosimeters	泰國主辦，報告於 BIPM 審查中
APMP. RI(I)-K1.1 (2010-2011)	$^{60}\text{Co}$ (鈷)空氣克馬	澳洲主辦，報告於 BIPM 審查中

APMP. RI(III)-S1(2011-2012)	中子周圍等效劑量率	韓國 KRISS 主辦，報告於 BIPM 審查中
APMP. RI(I)-S2(2011-2013)	貝他吸收劑量	日本 NMIJ 主辦，報告於 BIPM 審查中
APMP. RI(I)-S3(2012-2013)	ISO4037 窄能譜空氣克馬	澳洲 ARPANSA 主辦，量測進行中
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，量測進行中
APMP. RI(II)-K5 (2014-2015)	Cs-137 空氣克馬比對	韓國 KRISS 主辦，量測進行中

補充附件 15、91-103 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
91-92	BIPM 50 kV 以下 X 射線射質標準追溯	本計畫委辦專題研究：建立 BIPM 50 kV 以下 X 射線射質	陽明大學
91-93	玻璃劑量計性能測試 乳房攝影劑量標準追溯	科專計畫：以被動式偵檢器評估放射診斷病人 X 光計量約束	核能研究所人員體外劑量評估實驗室
92	標準劑量照射	科專計畫：低劑量輻射與細胞凋亡控制因子之關聯性及穩定型染色體變異評估生物劑量之研究	核研所科專計畫
92	標準劑量照射	科專計畫：ICRP 60 體外輻射監測作業量評估研究	核研所科專計畫
92	Re-188 核醫藥物放射活度原級標準校正	科專計畫：貝他治療用放射性同位素產品之研製與應用	核研所科專計畫
92-94	Ir-192 近接治療射源之量測標準追溯	科專計畫：建立 <sup>192</sup> Ir 近接治療與強度調控放射治療(IMRT)劑量之度量與評估技術	核研所科專計畫
94	Co-60 水吸收劑量標準校正	本計畫委辦專題：IMRT 放射治療在病人器官劑量評估研究	林口長庚醫院
94	乳房攝影劑量標準校正	國健局計畫：乳房 X 光攝影品質提昇研究	台北榮總及中華民國放射線學會國健局計畫
94	Co-60 水吸收劑量標準校正	核研所研究共同基金：凝膠劑量計研製與劑量評估研究	中台技術學院
95	核醫藥物放射活度標準校正 乳房攝影劑量標準校正	科專計畫：輻射防護品保制度研究	核研所科專計畫
95-96	Co-60 及中子劑量標準照射	核研所研究共同基金：以雙游離腔系統分辨光子與中子之混合輻射場之標準量測技術研究	清華大學
96	電腦斷層劑量標準校正 乳房攝影劑量標準校正 kVp 儀量測標準校正 ISO 窄能譜劑量標準校正	科專計畫：輻射防護品保制度研究	核研所科專計畫
97	乳房攝影 X 射線品保驗證技術 建立血管攝影 X 射線劑量評估技術	科專計畫：輻射防護品保制度研究	核研所科專計畫

年度	與本計畫合作內容	合作計畫性質與名稱	合作單位
	血管攝影 X 射線劑量評估檢測作業準則		
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
101-104	高能中子能譜量測技術	原子能委員會委託計畫：粒子治療設施之輻射量測評估技術建立	原子能委員會
101-104	建立執行能力試驗之設備及技術與符合國際標準之輻射偵測儀器檢測技術	原子能委員會委託計畫：輻射防護品保與偵測儀器驗證技術建立	原子能委員會

補充附件16、最近五年研究成果統計表

年度		99	100	101	102	103
項目						
年度預算(千元)		13,432	10,302	9,227	11,007	11,680
專利申請		1	1	1	1	1
論文 (發表)	國際期刊	2	1	1	2	2
	其他	31	34	20	28	24
說明會/研討會(場次)		4	4	3	2	2
校正服務(件)		306	244	303	265	451
工服	收入(千元)	2,269	3,470	3,337	2,554	5,311
	較上年成長率	-16%	53%	-4%	-23%	108%
國際標竿	比對(項)	3	4	4	4	4
	進入BIPM關鍵比 對資料庫數	0	0	2	1	2
標準新擴 建及技術 發展項數	技術發展(精進)	2	1	2	1	2
	標準新擴建	2	1	1	1	0
培養在校 研究生 (人)	博士	2	0	0	0	1
	碩士	0	0	1	2	2

## 補充附件 17、研究報告摘要

Applied Radiation and Isotopes 87 (2014) 353–355



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Applied Radiation and Isotopes

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/apradiso](http://www.elsevier.com/locate/apradiso)



### Measurement and calibration of metal and non-metal wastes produced from decommissioning



Chin-Hsien Yeh\*, Ming-Chen Yuan

Health Physics Division, Institute of Nuclear Energy Research, No. 1000, Wunhua Rd., Jiaan Village, Longtan Township, Taoyuan County 32546, Taiwan, ROC

#### H I G H L I G H T S

- A reference radioactive waste drum composed of large-area sources and metal slices was established.
- It is easily operated, conveniently used for calibration, has low natural background.
- Efficiency variations due to changes in the drum filling height were studied.
- An efficiency correction method for drums incompletely filled was established.

#### A R T I C L E I N F O

Available online 27 November 2013

**Keywords:**

Large-area source  
Reference drum  
Radioactive waste

#### A B S T R A C T

This report described a radioactive waste reference drum which was established with large-area sources and metal slices. This reference drum could be applied in calibration or testing of drum counting systems having  $4\pi$  counting geometry and being made with plastic scintillators. This metal reference drum has the advantages of easy operation, low natural background and it also has agreeable measurement efficiency calibration curves for the drum counting system as the non-metal reference drum studied previously. On the other hand, this study explored the counting efficiency variations of the drum counting system by simulations of the metal reference drum being filled with wastes up to different heights within the drum. With the exploration, it is feasible to correct the measurement errors caused by different quantities of waste filling.

© 2013 Elsevier Ltd. All rights reserved.

## Dosimetry study of diagnostic X-ray using doped iodide normoxic polymergels

Y.R.Huang, Y.J.Chang, L.L.Hsieh, M.H.Liu, J.S.Liu, C.H.Chu, B.T.Hsieh

### A B S T R A C T

---

In radiotherapy, polymer gel dosimeters are used for three-dimensional (3D) dose distribution. However, the doses are within the Gy range. In this study, we attempted to develop a low-dose 3D dosimeter within the mGy range for diagnostic radiology. The effect of the iodinated compound was used as a dose enhancement sensitizer to enhance the dose sensitivity of normoxic polymer gel dosimeters. This study aims to use *N*-isopropylacrylamide (NIPAM)-based and methacrylic acid (MAGAT)-based gels to evaluate the potential dose enhancement sensitizer, as well as to compare two gels that may be suitable for measuring diagnostic radiation doses. The suitable formulation of NIPAM gel [5% (w/w) gelatin, 5% (w/w) NIPAM, 3% (w/w) *N,N'*-methylenebisacrylamide (BIS), 5 mM tetrakis (hydroxymethyl) phosphonium chloride (THPC), and 87% (w/w) deionized distilled water] and MAGAT gel (4% MAA, 9% gelatin, 87% deionized water, and 10 mM THPC) were used and loaded with clinical iodinated contrast medium agent (Iobitridol, Xenetix<sup>®</sup> 350). Irradiation was conducted using X-ray computed tomography. The irradiation doses ranged from 0 mGy to 80 mGy. Optical computed tomography was the employed gel measurement system. The results indicate that the iodinated contrast agent yields a quantifiable dose enhancement ratio. The dose enhancement ratios of NIPAM and MAGAT gels are  $3.35 \pm 0.6$  and  $1.36 \pm 0.3$ , respectively. The developed NIPAM gel in this study could be suitable for measuring diagnostic radiation doses.

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A  
投稿中

## **Techniques for Leak Measurement of the Medical Diagnostic X-Ray Machine**

Chin-Hsien Yeh , Ming-Chen Yuan , Kuo-Wei Lee

Health Physics Division, Institute of Nuclear Energy Research,  
No. 1000, Wunhua Rd., Jiaan Village, Longtan Township, Taoyuan County  
32546, INER(TW )

### **ABSTRACT**

According to radiation safety examination regulation of the Atomic Energy Council (AEC) in Taiwan, the X-ray machine tube target should be periodically checked for the highest leak rate measured at 1 m distance and the value should be less than 0.87 mSv/h. Also the value for the leak rate measured of the main beam at 30 cm distance outside the wall surface should be less than 0.5  $\mu$ Sv/h. We made a leak measurement comparison using the ionization chamber detector and the scintillator to see the adequacy of the leak rate actually measured by the detectors as well as the reasonableness of the leak rate required by the regulations. The results showed that the scintillator has a faster response time, but the VAR value of the detector and the verification results of the photon analyzer were closer to the actual dose rate of the X-ray machine.

Keyword : X-ray machine; leak dose rate; scintillator.

## 探討蘭嶼輻射量測異常事件

葉俊賢 袁明程  
核能研究所

### 摘要

媒體報導日本學者量測蘭嶼的3處場所發現輻射熱點，疑似發生輻射外洩的問題。國家游離輻射標準實驗室為澄清國內外媒體及期物的報導，參考美國ANSI N42.33標準規範針對輕便型輻射偵檢儀的射頻電磁場干擾的性能要求，以及IEC 61000-4-3的射頻電磁場免疫力的測試方法，於2012年底持續對日本學者所使用的輻射偵檢儀可能造成的電磁場干擾影響進行測試。以純鍍偵檢儀及表面污染偵檢儀等多部不同類型的輻射偵檢儀，分別在蘭嶼島的3處場所及在台灣本島通過TAF認證的電磁兼容實驗室等多處環境下共同進行測試與比對驗證，驗證結果顯示，唯有製造廠商之儀器電子系統未經電磁兼容處理的日方SamRAE904的碘化鈉輻射偵檢儀(外接信號線)，會受電磁場干擾而造成低能量的雜訊，並出現高於背景劑量率千倍的異常輻射量。而使用經電磁兼容處理之相同廠牌碘化鈉偵檢器的同級輻射偵檢儀及其他種類之輻射偵檢儀，共同於3處輻射熱點處進行測試，測試結果並無出現異常。

台電核能月刊

投稿中

## 日本核電廠事故復育現況

核能研究所 葉俊賢

### 摘要

日本 311 福島核電廠嚴重事故發生後，日本政府宣布緊急事故的主要善後及復育、復原作業等對策，包括擬定準則、政府干預、持續監測輻射、食品檢測管制、劑量評估及除污工程等，探討事故屆滿三年日本產官學界投入災區環境的人、事、地、物及產業等的復育與復原的規劃作業、方法與成效，提供綜合性的資料整合與分析，分享復育與復原處理的技術與經驗。

SORMA XV

(Symposium on Radiation Measurements and Applications, SORMA-15)

JUNE 07-15, 2014

美國安娜堡密西根大學

## **Monte Carlo simulations and benchmark measurements on the response of TE(TE) and Mg(Ar) ionization chambers in photon and electron beams**

Yi-Chun Lin, Tseng-Te Huang, Yen-Fu Chen, Yuan-Hao Liu, Wei-Lin Chen, Shu-Wei Wu, Sander Nievaart, Shiang-Huei Jiang

### **Abstract**

The paired ionization chambers technique is commonly employed to determine neutron and photon doses in radiology or radiotherapy neutron beams, where neutron dose shows very strong dependence on the accuracy of accompanying high energy photon dose. These photons and the following electrons can be generated from reactor core, beam filter and moderator, and materials such as phantom or human tissue along the beam pathway. During the dose derivation, it takes an important role to evaluate the photon and electron response functions of two commercially available ionization chambers, denoted as TE(TE) and Mg(Ar), used in our reactor based epithermal neutron beam.

Due to the different particle behaviors and for the sake of accurate dose measurement, dose responses of chambers to incident photons and electrons with energy from 20 keV to 20 MeV were calculated and current responses were measured in the benchmark photon and electron beams. The Monte Carlo code, MCNP5, was used to calculate energy deposition in chamber cavity by using simple spherical and detailed IC models, and was compared with other Monte Carlo codes, EGSnrc, FLUKA and GEANT4 for photon beams. For electrons, the cavity energy depositions were only calculated with MCNP5, EGSnrc and FLUKA codes. The influence of ESTEP parameter in the three electron transport modes of MCNP5 was studied for the purpose of photon optimal calculation. Validations of chamber current were performed in 80, 100, 120, 150 kVp X-ray,  $^{60}\text{Co}$  field, 6 MV, and 10 MV LINAC photon beams as well as 6 MeV and 18 MeV LINAC electron beams.

In the Mg(Ar) chamber model, MCNP5 showed lower response than other codes for photon energy below 0.1 MeV and presented similar response above 0.2 MeV. For TE(TE) chamber, all codes were almost identical over the whole photon energy range. Regarding the application of photon and electron dosimetry, MCNP5 with ESTEP setting between 100 and 1000 in ITS mode is

recognized as the more suitable calculation setting with respect to calculation efficiency and trustiness. Electron energies below 1 MeV did not cause dose contribution to the Mg(Ar) chamber with 3 mm thick wall and to the TE(TE) chamber with 5 mm thick wall, respectively. With the increase of electron energy, the response difference between MCNP5 and other codes became larger. It was because that the electron energy deposition paths of the two codes showed straggle on higher energy beam. This phenomenon depended on the different electron transport algorithm in the two codes. That resulted in the responses by MCNP5 code compared to measurements were lower in below 120 kVp X-ray beams for the Mg(Ar) chamber.

This work shows us a better insight into the performance of different Monte Carlo codes in photon-electron transport calculation and it reveals the significant energy dependent response functions of the chambers to incident photons and electrons. However, the MCNP5 code is applicable for paired ionization chamber response within an accuracy of 5%, which is sufficient for dominant 2.2 MeV induced photons in an epithermal neutron beam.

*Key words:* Paired ionization chambers, photon and electron response functions, Monte Carlo simulation

SORMA XV

(Symposium on Radiation Measurements and Applications, SORMA-15)

JUNE 07-15, 2014

美國安娜堡密西根大學

## **Dose standardization and spectrum verification in Computed Tomography**

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

Health Physics Division, Institute of Nuclear Energy Research, P.O. Box 3-10,  
Longtan 325, Taiwan, ROC

### **ABSTRACT**

The “Standards for Medical Exposure Quality Assurance” was enacted by the Atomic Energy Council (AEC) in Taiwan. Thus, the performance assessment of QA instrumentation must be calibrated in computed tomography. The INER measurement standard for the air-kerma length from computed tomography (CT) is described in detail. The beam code for CT chamber calibration recommended by the National Institute of Standards and Technology (NIST) was M120, and its added filter was made of aluminum sheets. CT scans are usually operated in 80-140 kV<sub>p</sub> X-ray range, other beam codes (M80, M100 and M150) were set up for all energy range applications. The HPGc detector and Compton spectrometer spectrum measurements have also been made for several CT beam qualities. Spectrum differences were compared for measuring by using HPGc system and calculating by using XCOM5R software. According to the IEC 61674, a diaphragm aperture design corresponding to 50% of the chamber rated length was used, whose setup resembles more closely to the clinical situation. And over the rated length, the spatial uniformity of the response varies by less than 3.0 %. The expanded uncertainties ( $k=2$ ) were within 1.0 %, and the x-ray air kerma length calibration factors were evaluated using the ISO GUM. The comparison with the NIST had a difference less than 0.9 % using transfer ionization chambers (Exradin A101). The results indicated that the CT calibration standard was in reasonable agreement within the standard uncertainty, and it appeared to meet the requirements of the criteria and the needs of the users of clinical practices. The air-kerma length standardization could start with routine calibration services for these beam qualities.

SORMA XV  
(Symposium on Radiation Measurements and Applications, SORMA-15)  
JUNE 07-15, 2014  
美國安娜堡密西根大學

## **Analyzing the responses of conventional and extended neutron detectors in radiation fields of a 150-MeV LINAC**

Yu-Chi Lin<sup>a,b</sup>, Rong-Jiun Sheu<sup>b,c,\*</sup>, Ang-Yu Chen<sup>a</sup>, Kuo-Wei Lee<sup>d</sup>

<sup>a</sup> National Synchrotron Radiation Research Center, Hsinchu, Taiwan

<sup>b</sup> Institute of Nuclear Engineering and Science, National Tsing Hua University, Taiwan

<sup>c</sup> Department of Engineering and System Science, National Tsing Hua University, Taiwan

<sup>d</sup> Institute of Nuclear Energy Research, Longtan, Taoyuan, Taiwan

### **ABSTRACT**

This study investigated the performances and characteristics of two self-assembled high-efficiency neutron detectors during a LINAC commissioning. The LINAC accelerated electrons to 150 MeV with a nominal output of 1–5 nC per pulse and 3 Hz repetition rate. Operation of this accelerator could produce significant amount of secondary radiation including photons and neutrons, resulting from the electromagnetic cascades and the subsequent photonuclear reactions. As shown in [Fig. 1](#), a simple rectangular shielding room made of 1 m thick concrete was prepared for the LINAC commissioning. Neutron measurements at two locations outside the shielding room were of particular interest, i.e. at the downstream of the accelerator and at the lateral direction, because their radiation fields were substantially different.

SORMA XV

(Symposium on Radiation Measurements and Applications, SORMA-15)

JUNE 07-15, 2014

美國安娜堡密西根大學

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

Tseng-Te Huang<sup>1</sup>, Chien-Hau Chu<sup>1</sup> and Yi-Chun Lin<sup>1</sup>

A cylindrical free-air ionization chamber is used as the medium X-ray air kerma primary standard at the Institute of Nuclear Energy Research (INER, Taiwan). Photon-scattering, electron-loss and shadow-effect correction factors are taken into account for the measurement of air kerma by cylindrical free-air ionization chamber. The photon-scattering correction factor is to deduct ionizations caused by scattered photons. The electron-loss correction factor is to compensate for the loss of electrons striking the electrode shell without fully depositing their energies to the charges in the air. The shadow-effect correction factor is to compensate for the loss of electrons striking the collecting rod at the center of the chamber. The photon scattering and the electron loss correction factors previously used at INER were based on the least-squares fit with the experimental data published in the NBS Handbook 64. The shadow-effect correction factor was not considered. In this study, photon-scattering, electron-loss and shadow-effect correction factors for each mono-energetic photon were calculated by Monte Carlo code EGS5. Then the mono-energetic correction factors were substituted into the ISO 4037 radiation qualities spectrum and calculated for the energy weighted correction factors. Comparing the calculated correction factors with the previous correction factors, the maximum differences were 0.51 % and 1.22 % for N-250 and N-300 radiation qualities. In the report of comparison of national air kerma standards for ISO 4037 narrow spectrum series (EUROMET.RI(I)-S3) conducted from 2004 to 2005, the ratio of differences and expanded uncertainties ( $D_i/U_i$ ) are 0.9 and 1.8 for INER's N-250 and N-300 radiation qualities. If the correction factors obtained in this study are substituted, the differences can be reduced, and  $D_i/U_i$  become 0.36 and 0.6.

**30<sup>th</sup> Asia Pacific Metrology Programme General Assembly**  
**25-26 September 2014**  
**Daejeon, Korea**

**Laboratory Report**

*National Radiation Standard Laboratory  
Institute of Nuclear Energy Research  
(NRSL/INER), Chinese Taipei.*

The Institute of Nuclear Energy Research (INER) was entrusted by the Bureau of Standards, Metrology and Inspection (BSMI) Ministry of Economic Affairs (MOEA) of Taiwan to establish the National Radiation Standard Laboratory (NRSL) to maintain national standards in the area of ionizing radiation. NRSL/INER has developed 15 measurement standard systems covering the areas of photon, beta, neutron and radioactivity and all of them successfully passed accreditation of the TAF (Taiwan Accreditation Foundation).

# 核電廠除役評估埋入管件內層活度的量測技術 (Embedded Pipe Dose Calculation Method)

葉俊賢

摘要

美國電力研究所(EPRI-1000951, 2000)發表評估埋入管件的內層表面活度的量測技術(Embedded Pipe Dose Calculation Method)。核電廠發電營運流程中埋入在天花板、牆壁及樓層內有數千呎長的管件，其中許多的內層表面含放射性污染，核電廠除役時需決定這些管件的污染程度及特性，藉以要求當作處置或外釋。探討及評估埋入管件的內層表面活度的各種量測技術，比較與討論個別量測技術的實用性、精確性及代表性。

# IEC 62494-1 數位 X 射線影像系統之曝露指標—第一部分：通用放射攝影的定義與要求

潘承亞

## 摘 要

數位 X 射線影像系統相較於屏幕軟片影像系統，它可以由更寬廣的曝露水平範圍來產生適當的影像品質，在屏幕軟片影像系統中，影像亮度可以決定出曝露過高或曝露不足的狀態，但數位 X 射線影像系統的亮度與對比度通常是由擷取影像做數位後處理而成，曝露過高或曝露不足的狀況是不容易辨認的，容易導致患者無意中接受過高的輻射曝露。本標準的目的是提供一個建議指標，用來反映每次曝露後在偵檢器上的輻射量，並反映影像數據中的雜訊水平，使在可接受的患者劑量下，提供穩定且高品質的數位放射攝影。臨床上實施控制影像品質與患者劑量的指標，建議採用醫院的容許限值並以準則呈列。

## 第九次人員體外劑量評估實驗室能力試驗之總結報告

林怡君 鄒騰泓 葉俊賢 袁明程

### 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，至今已執行九次(1991、1993、1995、1998、2001、2004、2007、2010 及 2013)。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 9 家人員體外劑量評估實驗室參加，9 組人員劑量計中包含了 4 種不同的廠牌型號。於 2012 年 11 月開始，2013 年 4 月完成數據回報，5 月 15 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，6 個實驗室之能力商數( $P_i$ )之絕對平均值和標準差和( $|B|+S$ )皆於 0.2 之內，另 3 個實驗室之 $|B|+S$  數值不大於 0.3，9 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、人員體外評估實驗室

## 銥-192 遙控後荷式近接治療射源之參考空氣克馬率量測

朱葦翰

### 摘 要

為提供高劑量率(HDR)銥-192 近接治療射源之參考空氣克馬率(RAKR)之劑量追溯，本研究係運用自製的雙球型電極游離腔作為量測標準，並藉由引入鉛製準直儀及影錐法，散射訊號和主訊號比值為 0.02%。我們依據 ISO/IEC 指引的建議方法評估參考空氣克馬率之量測不確定度，其結果為 2.4% (k=2)。此外，為驗證 HDR 銥-192 射源之量測準確度，使用德國 PTB 校正過之銥-192 射源(擴充不確定度為 2.5%，k=2)，進行參考空氣克馬率之量測比對，比對結果得知兩者之量測差異低於 1.4%，亦維持在參考空氣克馬率量測組合不確定度之內，顯示 INER 和 PTB 兩個國家標準實驗室之 HDR 銥-192 射源校正標準具有一致性。

## 游離輻射劑量標準之研發與建制

蘇水華 林怡君 黃增德 王思文 袁明程

### 摘 要

核能研究所於 1974 年建立游離輻射儀器校正實驗室，並提供所內校正服務。由於國內核能在發電、醫療、及工業等之發展與應用，國內輻射偵測儀器校正需求迫切，本實驗室也就漸漸開放提供對所外之校正服務並積極研發游離輻射標準系統以提昇準確度。

1987 年本所自行設計及製作空氣游離腔。此後陸續完成各類量測與校正裝置。這些裝置多有獲得國內外專利。1991 年標準檢驗局委託本實驗室為國家游離輻射標準實驗室。建制各類原級標準輻射場系統，系統量測不確定度在 0.5 % 以內，比對結果登錄於國際度量衡局的關鍵比對資料庫中。

展望未來，多重游離腔、二維游離腔、石墨卡熱里計、環境級輻射劑量量測與校正系統等之建立能有成就，期對醫療與環境安全有所貢獻。

關鍵字：輻射劑量、標準、量測與校正系統。

# 核三廠一號機照射樣品罐 Y 中子劑量學

朱葦翰 黃尚峰 袁明程

## 摘要

本研究乃根據不同監測樣品對於快中子的平均反應截面、核三廠一號機運轉歷史、活度量測及 SAND II 程式，計算能量大於 1 MeV 快中子通量與樣品罐之中子能譜，並與理論演算的數值進行比對及不確定度的評估。

關鍵字：核三廠一號機、SAND II 程式、中子通量

# 以蒙地卡羅方法計算自由空氣游離腔之光子散射、電子損失及電極遮蔽效應修正因子

黃增德、朱健豪、林怡君

## 摘要

核能研究所國家游離輻射標準實驗室之中能量 X 射線空氣克馬原級標準為圓柱形自由空氣游離腔，之前所使用的修正因子，並未考慮電極遮蔽效應；而光子散射與電子損失修正因子，則是使用美國 NIST 所發表的實驗數據。本研究使用蒙地卡羅程式 EGS5 評估光子散射、電子損失、電極遮蔽效應修正因子，先計算出各單能量光子的修正因子，其統計不確定度為 0.01 %，再代入 ISO 4037 之能譜算出各射質的修正因子。本次計算所得的修正因子與之前的修正因子相比，最大差異為 1.2 %。將 ISO 4037 射質的修正因子代入至本實驗室之前參與 EUROMET 國際比對的結果中，可使本實驗室的量測結果更接近國際平均值。

關鍵字：自由空氣游離腔、蒙地卡羅模擬、光子散射、電子損失、電極遮蔽效應

## 牙科 CT 之 IEC 60601-1-3 實機檢測

潘承亞 朱健豪

### 摘要

本文是根據 IEC 60601-1-3 的規範，執行牙科 CT 設備的安全性測試成果。IEC 60601 系列是 IEC 所制定，規定醫電設備應具備的安全性功能，其中 IEC 60601-1-3 是針對放射診斷設備的輻射防護規範。吾人為了開發牙科電腦斷層掃描設備基於 IEC 60601-1-3 的測試程序，於 2014 年 1 月分別至花蓮與新竹執行兩部設備的檢測，以進行吾人的檢測程序實作，並驗證目前市售的牙科 CT 是否符合標準的規範。

由吾人關於設備游離輻射的參考值量測結果可以得知該儀器均符合 IEC 60601-1-3 規範的要求，而查核文件與設備功能性測試的結果卻不完全符合規範，因為 IEC 60601-1-3 規定的是所有種類 X 射線設備的通用標準，針對於特定用途診斷設備的適用性，需參照到該設備的特殊標準來增修適用的 IEC 60601-1-3 規範。牙科 CT 的特殊標準是 IEC 60601-2-63，吾人除了目前執行牙科 CT 符合 IEC 60601-1-3 的檢測以外，未來也應將續往執行符合 IEC 60601-2-63 的檢測作業。

關鍵字：IEC 標準、牙科、測試規範

# 數位 X 光影像裝置之量子偵測效率測定

施成霖 潘承亞 袁明程

## 摘要

數位 X 光影像裝置已經迅速地使用在醫療診斷以及廣泛的取代傳統的影像裝置。因此，如何描述數位 X 光影像特性之參數以及如何規範其運用之流程是非常重要且必須的。

在科學界，量子偵測效率 (Detective Quantum Efficiency, DQE) 已被多數人認同為最適合描述 X 光影像裝置之參數，因此，本規範由國際電工委員會 (International Electrotechnical Commission, IEC) 提出用以說明數位 X 光影像裝置之亮子偵測效率的計算程序且一併說明符合性聲明之撰寫方法及必須包含之內容。

關鍵字：量子偵測效率、調控轉換函數、雜訊功率頻譜。

# 以 CIEMAT/NIST LSC 方法校正 2014 APMP Fe-59 比對射源 之活度

葉堅勇、袁明程

## 摘要

本報告為國家游離輻射標準實驗室，對於 2014 年 APMP Fe-59 核種之活度量測比對活動樣品，以 CIEMAT/NIST 液體閃爍計數方法之量測結果，文中並詳細說明了實驗方法、數據處理與不確定分析。CIEMAT/NIST 液體閃爍計數方法方法量測之結果為 473.1 (0.34%) kBq·g<sup>-1</sup>，低於 4 $\pi$   $\gamma$  高壓游離腔的量測結果 474.3 (0.43%) kBq·g<sup>-1</sup> 約 0.3%。

關鍵字：液體閃爍計數、CIEMAT/NIST 方法、Fe-59

# 國家游離輻射標準實驗室 103 年度品質稽核計畫書

鄒騰泓

## 摘 要

國家游離輻射標準實驗室(以下簡稱實驗室),為了符合「ISO/IEC 17025 : 2005 測試與校正實驗室能力一般要求」認證規範:實驗室應有預定的品質稽核計畫並依此計畫定期地對實驗室品質活動進行內部稽核。準此,乃針對品質手冊內管理系統的全部要項,訂定 103 年度品質稽核計畫書,另外,針對實驗室的標準件亦建立送至 TAF 認可之實驗室校正的品質方案,以建立量測儀器對國際單位的追溯性。並依標準件校正結果,進行實驗室輻射場標定、游離腔及工作件的校正,以查證實驗室作業持續符合品質手冊要求。

關鍵字:稽核計畫、品質方案、追溯性

## 建立 Am-241 液體射源活度標準

葉堅勇袁明程

### 摘要

我國家游離輻射標準實驗室以原級 4\_PC- 符合計測系統與 HIDEX 300SLTDCR 系統校正 Am-241 核種液體射源，二者結果相當一致。4\_PC- 符合計測系統計測結果並傳遞至二級國家標準 4\_\_高壓氣體游離腔，2 mL 玻璃安瓶之校正因子修正為 0.2503 (0.21%) pA·MBq<sup>-1</sup>。

關鍵字：銻 241、4\_PC- 符合計測、HIDEX 300SL、4\_\_高壓游離腔

## 溫度監控球型電極石墨游離腔性能測試

朱葦翰

### 摘要

現今空氣游離腔無法即時偵測腔體實際溫度，只能以環境溫度代表腔體內溫度，若依此進行輻射劑量量測訊號之進行修正，將造成修正之誤差。此次設計的游離腔特色為一經過校正之溫度感應器，置於空氣游離腔腔體內的適當位置，以即時感應腔體空氣溫度，降低修正誤差，提高準確度。本研究描述針對此類型游離腔進行性能測試的項目與結果。

關鍵字：空氣游離腔、溫度感應器

## 銫-137 加馬空氣克馬原級標準系統

王思文 蘇水華

### 摘要

目前國際上度量光子輻射場空氣克馬之方法，是使用自由空氣游離腔 (free-air ionization chamber) 直接量測空氣中游離電荷來建立的；但對於範圍 300 keV~3 MeV 之光子，由於電子射程過大，導致無適合之自由空氣游離腔尺寸可供應用，因此，此範圍輻射場之空氣克馬度量則根據 Bragg-Gray 的空腔理論(cavity theory)。核研所國家游離輻射標準實驗室因應量測與校正之需求，於 2002 年規劃在核研所 035 館建立銫-137 加馬空氣克馬率校正系統。本次進行銫-137之輻射場重新標定評估，確保採用系統能符合量測與校正之需求。銫-137 加馬空氣克馬率校正系統均能符合 ISO 4037-1 規範要求，標準空氣游離腔符合 IEC 60731 規範要求。以 ISO GUM 評估空氣克馬率量測之擴充不確定度為 0.46% (k=2)；游離腔空氣克馬校正因子之擴充不確定度為 0.5% (k=2)。

關鍵字：游離輻射標準、空氣克馬、不確定度。

## 赴日本擔任國家計量研究所量子輻射組之技術評審員

袁明程

### 摘 要

本次公差人員獲日本國家計量研究所(NMIJ, National Metrology Institute of Japan)與日本實驗室認證組織 IAJapan(International Accreditation Japan)之邀請，擔任 NMIJ 量子輻射組，實驗室評鑑之技術評審員，公差人員之差旅費用皆由 NMIJ 支付。本次公差之最大任務是與 IAJapan 的品質專家，及其他兩位技術評審員；韓國國家標準實驗室 (KRISS) 的 Dr. Chul-Young Yi 與捷克國家標準實驗室(CMI)的 Dr. Miloslav Kralik，共同執行實驗室評鑑工作，在 4 天的評審作業中，共對 NMIJ 提出 19 點建議事項。除進行實驗室技術評鑑外，公差人員亦藉此機會瞭解 NMIJ 於游離輻射量測標準的技術發展現況，及日本對計量標準技術的科普推展現況，作為我國家游離輻射標準實驗室於計量知識傳播與未來技術發展規劃之參考。

## 赴美國參加第 15 屆國際輻射度量與應用研討會

黃增德 李國威

### 摘要

前往美國參加第 15 屆國際輻射度量與應用研討會(Symposium on Radiation Measurements and Applications, SORMA)，本次會議地點在美國密西根州的密西根大學(University of Michigan)，會議時間為 2014 年 6 月 9 日至 12 日。此研討會每兩年舉辦一次，探討最新的游離輻射量測技術以及未來的發展趨勢，其議程包括邀請在該領域的專家演講，以及與會者的口頭論文和海報介紹。本所於此次研討會所發表的會議海報論文共有五篇。

此外，藉由參加會議機會，於行程間安插進行 MCNPX-Polimi 訓練課程。該程式可將 MCNPX 程式中，輻射與物質作用的機制完整解析出來，以記錄每一個步驟進行結果呈現。此功能將可大幅度增加偵檢器設計之靈活性，對於國家標準實驗室之建置與品質提升有所助益。

關鍵字：輻射量測、卡熱里計、MCNPX

## 參加 2014 年亞太計量組織(APMP)年會 暨相關會議

王思文 黃增德 袁明程

### 摘要

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

本次國外公差目的在參加於韓國大田舉辦之 2014 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 2014 年工作成果，展現研發能力；同時必須於工作會議報告本所將主辦中能量 X 射線空氣克馬國際比對活動進度，及已完成之 Co-60 水吸收劑量比對結果。

本次公差參與亞太計量組織年會了解其組織未來定向及發展目標，相對性吸收到國際度量未來趨勢及朝向目標，進而可作為本所國家游離輻射標準實驗室研發工作參考，也與各國實驗室進行技術交流，藉以比較國家游離輻射標準實驗室之技術規範，進而可提供本所國家游離輻射標準實驗室做為相關改善參考。

## 陸、審查意見與回覆彙整表

(含期末報告審查暨驗收會議紀錄決議事項)

計畫名稱：建立及維持國家游離輻射標準計畫 (4/4)

103 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. 計畫執行之工作項目、預算支用、績效產出等，均符合預期目標。	謝謝委員。
2. p18：石墨熱卡計之鈷 60 劑量測量結果，與游離腔水吸收劑量標準比較，兩者差異高達 4.5%。作為劑量量測標準使用，似乎已超出放射治療之精確度要求，請說明。	石墨熱卡計是一種新的劑量量測方法，我國目前仍在發展階段，今年計畫目標訂為與現有水吸收劑量差異 5% 內，是為了確認卡計的設計與製作如預期正常運作，接下來才能針對實驗結果，開始進行問題探討、系統的改善、微調及精算，預計明年度應可達成與現有水吸收劑量標準差異 1% 內，達到放射治療精確度的要求。
3. p104 及 p105：APMP 之比對結果顯示，我國數據似乎不甚理想，請說明。	今年度進入國際度量衡局關鍵比對資料庫的比對分別是 I-131 放射活度比對(p. 104)及低能量 X 射線空氣克馬比對(p. 105)，其中 I-131 放射活度比對，本實驗室在量測樣品製作過程中，加入的安定劑不足，無法完全抑制 I-131 在不同樣品間的昇華量，使樣品穩定度不佳，造成量測結果差異約 1.6%。低能量 X 射線空氣克馬，由於其光子能量較低，其量測困難度較高，5 個不同 X 射線能量的量測結果與國際標準差異約在 0.3% 至 1% 之間，尚在量測不確定度範圍內。
<b>B 委員</b>	
1. 石墨熱卡計於今年度完成雛形機，量測差異約 4.5%，已有初步的成果，但距可用在實際放射治療劑量的校正還有一段差距，量測差異的成因為何？後續改善計畫為何？	<p>石墨熱卡計目前最大量測差異來源是環境溫度的影響，其次為電路雜訊干擾及核心雜質、導線電阻等，改善方法如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 溫度控制 <ul style="list-style-type: none"> <li>－ 調整空調系統或加裝溫度屏蔽，使環境溫度控制在<math>\pm 0.5^{\circ}\text{C}</math>以內。</li> <li>－ 石墨卡計接體加裝加熱器及溫度感應器，並</li> </ul> </li> </ul>

建 議 事 項	說 明
	<p>以 PID 控制使其恆溫。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 石墨卡計夾克、護套及接體表面貼上鍍鋁聚脂薄膜(Aluminised Mylar)，以減少熱輻射散失。</li> <li>• 電路調整 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 購買校正級電壓供應器，以增加電橋輸入電壓之準確度。</li> <li>- 加強卡計電路之電磁屏蔽能力，如電磁屏蔽箱增加為雙層屏蔽，將 Banana 接頭改為 BNC 接頭等。</li> </ul> </li> <li>• 參數評估 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 精算石墨卡計核心內嵌熱敏電阻、石墨膠、聚苯乙烯管等雜質之影響。</li> <li>- 量測並精算加熱器電路之導線電阻，以得到精確的加熱功率。</li> </ul> </li> </ul>
<p>2. APMP.RI(II)-K2. I-131 放射活度量測比對結果顯示，實驗室的量測值與標準值差異約有 1.6%，I-131 是核醫常用核種，此差異是否對核醫用藥造成顯著影響，實驗室方面如何做標準的調整或矯正。</p>	<p>本次比對結果發佈前，本實驗室未對國家放射活度標準游離腔的校正參數做調整，而仍使用追溯至 NPL 的參數值 4.030pA/MBq，根據本次量測比對的結果，已修正國家放射活度標準游離腔的校正參數為 4.033pA/MBq，使此參數追溯至國際標準值，此兩參數的差異僅 0.1%。</p>
<p>3. Ir-192 原級標準系統本年度完成硬體系統的設計與建置，後續如何驗證標準的準確度？近年來 Ir-192 射源製造商變更射源製作規格，實驗室現有硬體裝置是否能適用？</p>	<p>為驗證 HDR 銥-192 射源之量測準確度，使用德國 PTB 校正過之銥-192 射源，並於距射源二側定點處使用石墨球型游離腔進行雙邊度量，以執行參考空氣克馬率之量測比對。針對製造商變更射源製作規格，在初期射源傳輸導管的設計已考量此因素，故新式射源可以和現有硬體裝置相容。</p>
<p>4. 由於金工中心已著手建立放射醫材檢測實驗室，在產業界技術合作方面，實驗室是否該建立相關輻射檢測的技術標準。</p>	<p>金工中心放射醫材檢測實驗室所需的標準源，主要是 IEC 61276 規範的 RQR 系列與 RQA 系列 X 射線標準，目前透過金工中心委託計畫及核研所特別額度計畫，先由德國 PTB 實驗室引進追溯標準，以最快的速度先滿足產業發展需求。國家原</p>

建 議 事 項	說 明
	級標準的建置目前規劃在 105、106 年執行。
<b>C 委員</b>	
1. 本年度達成石墨熱卡計與現有游離腔水吸收劑量標準比較差異約 4.5%。惟現有游離腔水吸收劑量標準亦有不確定度，因此該比較是否可驗證石墨熱卡計標準系統之不確定度已降低？	實驗室現有的水吸收劑量標準的量測標準不確定度約 0.33%，並經國際量測比對，確認其與國際標準值差異約 0.25%，因此有足夠的精準度去確認石墨卡計的研發成效。
2. 請說明石墨熱卡計可達到之恆溫控制之溫度精度為何？	石墨熱卡計恆溫之控制，是將測溫電橋的電壓輸出回饋至 PID 運算，再用運算所得結果來調整加熱器功率。目前測溫電橋之輸出電壓約可控制在 $5 \times 10^{-7}$ V 以內，換算大約是在 $8.85 \times 10^{-5}$ °C 以內。
3. 請說明 Ir-192 原級標準系統實際量測之不確定度為何？	原級標準系統的硬體於今年度完成，量測標準相關技術的發展需至 104 年完成，預計其量測不確定度可小於 1%，目前本實驗室可提供根據能量內插方式獲得的 Ir-192 追溯標準其量測不確定度約 2.5%。
4. 請說明 Ir-192 原級標準系統預期之量化效益為何？	目前評估每年約有 20-30 件標準游離腔的校正服務量，此 20-30 件的標準游離腔，將服務國內平均每年約 6900 人次接受 Ir-192 近接治療的患者，健保給付約為 2 千 7 百萬元。
<b>D 委員</b>	
1. 103 年度畫執行度與經費支用狀況合理，並能達成預定目標。	謝謝委員。
2. 103 年度執行例行校正服務量有超出年度計畫目標，請特別留意明年度該業務執行規劃，在業務量提升狀況下必須保持校正之品質及人員工作量之合理性。	本年度校正服務量的突增，主要適逢 3 年一度的人員劑量計能力試驗、台電放射試驗室中子標準場停止運作等因素，在顧及校正品質的情況下，確實對工作人員帶來相當的負擔。下年度的校正量應會回到 250-300 件之間的正常量，在維持品質為前提下，人員工作量上會較今年度和緩。
3. 鼓勵持續積極參與國際間劑量之比對活動，除維持國家實驗室之國際標準外，並可以增加在國際間之能見度。	謝謝委員。
<b>E 委員</b>	
1. 本計畫年度執行項目，包括例行維持與研究成果，均達到原定目標，其中研究報告產出以及技術服務件數，更遠超過年度目標，績效卓著。另外在國家游離輻射量	謝謝委員。

建 議 事 項	說 明
測標準的維持與服務，游離輻射校核技術研究精進與新建，以及輻射計量技術擴散與應用上，亦符合原計畫之規劃項目，成效具體。	
2. 本年度完成石墨熱卡系統整合測試，以及鈷-60 的量測實驗，並找出石墨熱卡計與現有游離腔水吸收劑量標準之差異(約 4.5%)，達到預期小於 5%的目標。另外本年度亦建置完成 Ir-192 原級標準系統，並大幅度改善射源的散射輻射效應，散射訊號與總訊號比值由 6%降低至 0.01%，成果優異。	謝謝委員肯定。
3. 在國際比對方面，除主辦中能量 X 射線空氣克馬比對外，本年度另參加多項國際比對，包括 Cs-137 空氣克馬比對，貝他射線組織吸收劑量率比對，以及 Fe-59 放射源活對量測比對，另外中能量 X 射線空氣克馬與 I-131 放射核種活度國際比對結果，亦已通過審查，顯示本實驗室參與國際活動積極，所維持之游離輻射標準與國際同步，獲得良好的校正追溯能力，表現良好。	謝謝委員肯定。
4. P. 99, 本年度輻射游離實驗室服務顧客滿意度調查結果，超過 2/3 以上的客戶表示非常滿意實驗室的服務，顯示實驗室服務甚佳，值得肯定。惟問卷調查表題號五中之”遊校服務”係誤植或指何種服務，請說明。	遊校服務是指本實驗室人員攜帶標準源至客戶所在地為客戶進行儀器校正的服務。
5. 本期末報告中提出多項與我國游離輻射量測校正產業相關的重大問題評析與建議，包括扶植並強化輻射游離檢測二級實驗室能量，高能質子劑量與核子醫學藥物活度原級標準量測技術與系統的建置等等，頗值得業務主管機關的重視，並提出對策，以符合國際發展趨勢，並滿足國內與核安/輻安相關各領域(包括放射診斷治療，輻射防護，環境保護，工業應用等)的需求。	謝謝委員肯定。

期末報告審查暨驗收會議紀錄決議事項

1. 本年度經費執行率達 100%，執行成果與預定目標無差異或超出目標，值得肯定與鼓勵
2. 本實驗室為「國家游離輻射標準實驗室，應考量依實際狀況檢討改善實驗室內部環境，以符合國家實驗室形象。」
3. 103 年度校正服務量超出原訂計畫目標甚多，為維持原校正品質且又在有限人力下，造成顧客滿意度之影響，請於下年度留意人員之工作量，以提高顧客滿意度。
4. 經與會委員審核，上述委辦計畫之成果符合契約書。
5. 經與會委員審核後，上述委辦計畫之成果符合契約要求，同意驗收，惟須依以上意見及委員書面意見確實注意改正，於 104 年 1 月 12 日前將修正後之 103 年度計畫執行報告提送本局，並經本局審核無誤後再辦理結報事宜。