



國家度量衡標準實驗室一〇〇年度計畫執行報告

# 建立及維持國家游離輻射標準 (1/4)

## 一〇〇年度執行報告

計畫審議編號：100-1403-05-05

全程計畫：自100年1月至103年12月止

本年度計畫：自100年1月至100年12月止

執行單位：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 一〇〇 年 十二 月



— 00 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(1/4)-00 年度計畫		計畫編號：	
主辦單位	經濟部標準檢驗局	執行單位	原子能委員會核能研究所	
計畫主持人	張栢菁	電話：03-4711400-7600	傳真：03-471 1171	
協同主持人	李振弘	電話：03-4711400-7672	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		49,272 千元	
	本年度預算	10,302 千元	本年度實支數	10,297 千元
計畫聯絡人	鄧菊梅	電話:03-4711400-7671	傳真：03-4713489	
綜合摘要：				
一、年度預定工作項目				
(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. APMP/TCRI 或其他國際量測比對				
3. 第八次人員劑量計能力試驗(99-100)				
4. 執行第五次輻射偵檢儀器校正能力試驗(100-101)				
(二) 量測標準的精進與新建				
1. 蒙地卡羅評估 Co-60 水吸收劑量原級標準游離腔之腔壁效應				
2. 石墨熱卡計核心(Core)元件研製				
(三) 量測標準技術的推廣與應用				
1. 輻射計量標準業務推廣會				
2. 提供標準射源辦理環境級與中低強度級核種活度分析能力試驗				
3. 石墨卡計原級標準系統之量測電路開發(與學術機構合作)				

## 一〇〇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	100 年度目標	100 年度實際達成情形
研究成果	SCI 期刊	1 篇	● 發表 1 篇。 達到預期目標。
	研究報告	23 篇	發表 34 篇。超過預期目標。
	專 利	1 項	提出 1 項，達到預期目標
例行維持	舉辦研討會或說明會	2 場	4 場，超過預期目標。
	問卷調查	1 次	1 次，達成預期目標。
	技術服務收入	2,100 千元 (220 件)	年度例行校正服務共 244 件，總收入為 3,469,600 元。超過預期目標。
	能力試驗	2 項	● 完成第八次人員劑量計能力試驗及其結果報告 ● 完成第五次輻射偵檢儀器能力試驗說明會及各項傳遞儀器校正評估。 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. 本年度預算執行率達99.96%。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 244 件收入 3,469,600 元，超越原計畫目標，

## 一〇〇年度計畫執行報告摘要記錄表

顯示計畫期初規畫已能掌握市場需求，達到計畫執行資源分配的最佳運用。

5. 本計畫之後續工作係綜合考量國內科技政策、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	6
五、落後原因分析	7
六、主管機關之因應對策(檢討與對策)	7
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	8
一、年度經費一千萬元以上科技計畫成果效益事實報告表	8
(一) 計畫目的與內容	11
(二) 計畫經費與人力	12
(三) 計畫已獲得之主要成就與成果(output)	15
(四) 評估計畫主要成就及成果之價值與貢獻(outcome)	23
(五) 後續工作構想及重點	26
(六) 檢討與建議	38
二、年度經費一千萬元以上科技計畫成果效益自評表	40
(一) 計畫目的與執行內容是否符合	40
(二) 計畫已獲得之主要成就與成果(output)	40
(三) 評估計畫主要成就及成果之價值與貢獻(outcome)	41
(四) 計畫經費的適足性與人力運用的適善性	42

標 題	頁碼
(五) 後續工作構想及重點的妥適性	42
(六) 檢討與建議	45
參、報告內容	47
一、執行績效檢討	47
(一) 與計畫符合情形	47
1. 進度與計畫符合情形	47
2. 目標達成情形	52
(二) 資源運用情形	54
1. 人力運用情形	54
2. 設備購置與利用情形	55
3. 經費運用情形	56
(三) 人力培訓情形	58
(四) 標準維持情形	60
二、成果運用檢討	63
(一) 主要成果運用檢討表	63
(二) 研究成果統計	65
(三) 校正服務列表	66
三、結論	77
伍、補充附件	78
補充附件1、國家游離輻射標準實驗室校正需求表	78
補充附件2、本實驗室之 APMP RI(I)-K2 關鍵比對量測結果	79
補充附件3、APMP. RI(I)-K4 Co-60水吸收劑量關鍵比對量測數	80

標 題	頁碼
據彙整	
補充附件4、APMP RI(I)-K1.1 Co-60空氣克馬關鍵比對量測數據彙整	81
補充附件5、APMP RI(I)-S1輻射加工級 Co-60水吸收劑量比對結果	82
補充附件6、Co-60水吸收劑量原級標準游離腔之腔壁效應模擬結果	83
補充附件7、石墨熱卡計核心元件	84
補充附件8、第八次人員劑量計能力試驗研討會	85
補充附件9、醫學影像暨放射科學國際研討會	85
補充附件10、100年國家度量衡標準實驗室發展策略會議	86
補充附件11、100年游離輻射量測能力試驗研討會	86
補充附件12、論文報告一覽表	87
補充附件13、已建立標準在國際上之地位分析	91
補充附件14、2001-2011年NRSL參加國際比對之現況	92
補充附件15、92-100年本計畫與其他計畫之合作列表	93
補充附件16、最近五年研究成果統計表	95
補充附件17、研究報告摘要	96
陸、審查意見與回覆彙整表	132



## 壹、基本摘要

計畫名稱：建立及維持國家游離輻射標準(1/4)  
一〇〇年度計畫

審議編號：100-1403-05-05 部會屬原計畫編號：

主管機關：經濟部標準檢驗局 執行單位：原子能委員會核能研究所

計畫主持人：張栢菁 聯絡人：鄧菊梅

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

期 程： 100 年 1 月~ 100 年 12 月

經 費：(全程)： 49,272 千元 (年度)： 10,302 千元

執行情形：

### 一、執行進度：

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

### 二、經費支用

經費支用	預定(千元)	實際(千元)	支用比率(%)
本年度	10,302	10,297	99.96
全程	49,272	10,297	20.90

### 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，本年度參與的  $^{60}\text{Co}$  空氣克馬、 $^{60}\text{Co}$  水吸收劑量及低能量 X 射線劑量亞太計量組織(Asia Pacific Metrology Programme, APMP)國際比對活動，本實驗室及其他參與國家實驗室，皆已完成量測作業，現正由主辦實驗室彙整資料中，其中由本實驗室主辦  $^{60}\text{Co}$  水吸收劑量比對，共有包括台灣 INER、德國 PTB、南非 NMISA 及日本 NMIJ 等十四個國家參加，本實驗室已完成各國量測結果資料彙整，並於 2011 年 12 月的亞太游離輻射技術委員會中公布量測比對結果。另於上年度參與的亞太輻射加工級 Co-60 水吸收劑量量測比對結果初稿已於 4 月 18 日由主辦國實

驗室（泰國 OAP）完成，並寄送至各參與實驗室作確認與審查，本實驗室之量測結果與參考值一致。在本年度新參與的國際比對活動尚有亞太區域貝他組織吸收劑量比對、中子劑量比對及與德國 PTB 的 Ir-192 劑量雙邊比對，前兩項比對目前主辦國皆在研擬比對計畫階段，與德國 PTB 的雙邊比對則為結果一致。參與國際間的比對活動，除可維持國家標準與國際標準的一致性，達成國際追溯外，同時藉此促進國家實驗室間的技术交流，提昇實驗室的量測能力。

在校正服務方面，本年度除辦理人員劑量計能力試驗、輻射度量儀器校正能力試驗外，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 244 件，總收入繳庫 3,469,600 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

為提升 Co-60 系統之量測準確度，並符合國際趨勢，本年度規劃以蒙地卡羅方法重新評估 Co-60 水吸收劑量原級標準游離腔之腔壁效應。早期採用之腔壁效應修正因子都是透過加厚腔壁並以線性外插的實驗方式來決定，但 1999 年加拿大國家研究委員會(National Research Council Canada, NRCC)的 Roger D.W.O. and Treurniet J.提出外插實驗的結果會高估約 0.9 %。因此，本計畫使用 EGSnrc 之使用者程式 CAVRZnrc 進行腔壁效應計算，並參考 Roger 等各國外文獻之作法，分為 SPR、HDA、LDW 等三種方法進行計算，三種方法所計算之對象相同，只是模擬的路徑不同而已。另外也模擬計算 Co-60 水吸收劑量輻射場之能譜，並套入輸入檔進行腔壁效應之蒙地卡羅計算。腔壁

效應修正因子計算已完成，不確定度小於 0.5 %，預計將可大幅提高 Co-60 水吸收劑量標準之準確度。

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，但這些方法會增加量測不確定度。目前的國際趨勢為研發熱卡計，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，如此可提升國家輻射劑量原級標準之能量上限。本計畫參考各國國家實驗室所設計之熱卡計後，決定參照法國國家實驗室所使用之熱卡計為基礎來設計。量測時可分為恆溫與絕熱兩種操作模式來運轉，其恆溫與絕熱效果則以程式控制熱敏電阻加熱來完成。石墨熱卡計核心元件之設計，與委託進行量測電路開發之學術機構商討後，根據石墨卡計溫度量測與加熱所需之電路，決定核心內之熱敏電阻器擺放數量與位置。本計畫目前已發包廠商完成石墨熱卡計核心之製作，並已完成核心元件之規格與性能測試。

在石墨卡計量測電路實現方面，委託學術機構(東海大學)執行，本年度完成石墨卡計量測電路離散元件實現與測試，包含核心溫度量測電路、加熱與計時電路；夾克 / 護套溫度量測電路、加熱電路；接體溫度控制電路。此外，亦完成 PC 控制介面電路設計及 LabVIEW 相關控制軟體設計。

### (三) 推廣與應用

在辦理輻射計量標準業務推廣方面：本年度 5 月 23 日於國家游離輻射標準實驗室舉辦「第八次人員劑量計能力試驗研討會」，進行第八次人員劑量計能力試驗之總結報告與技術推廣及討論，共 7 個單位 50 人參加。5 月 28 日與長庚大學共同主辦「第六屆國際醫學影像

暨放射科學研討會」，共 42 個單位 310 人參加。以及配合國家量測標準發展策略會議，於 6 月 13 日舉辦「國家量測標準發展策略-游離輻射分組會議」，對國家游離輻射標準實驗室之發展進行討論，並於 8 月 2 日，與標準檢驗局、工研院量測中心、中華電信研究所，共同辦理國家度量衡標準實驗室發展策略會議，約 100 人與會。10 月 25 日主辦「游離輻射量測能力試驗研討會」，就低放射性廢棄物量測比對與偵檢儀器校正能力試驗等議題進行研討，共 24 個單位 100 人參加。12 月 8 日清華大學核工所師生 34 人，參訪國家游離輻射標準實驗室。

在人才培育與合作研究方面，本年度實驗室於縱向方面：直接提供量測技術或設施予清華大學博士班研究生、中國醫藥大學碩士生及中台科技大學教授等，進行放射診斷劑量評估研究、用過核燃料鈾元素定量分析、硼中子捕獲治療法(BNCT)劑量評估、醫療暴露品保及膠體劑量計性能評估等主題之研究。橫向方面：在產、學界，透過科專計畫、核研所之研究共同基金、實驗室間研討等方式，與清華大學進行微劑量計設計、燃料中子量測、劑量計開發與特性研究、符合計測技術等基礎放射科學研究之合作，期能以國家標準實驗室為中心，結合產、學、研界之力量，融合基礎標準量測能力，法規施行及臨床應用三方面的資源，有效提昇學術研究及更積極的將標準擴散至民生用途。

在國際技術合作交流方面，持續提供泰國 OAP 實驗室，在亞太輻射加工級 Co-60 水吸收劑量量測比對活動中，於數據處理、報告撰寫、國際追溯等的協助。於 2011 年的 APMP/TCRI 會議中，成功爭取主辦亞太區中能量 X 射線國際量測比對活動，並順利加入 CCRI(II)-S9 國際量測比對活動，在在顯示實驗室參與國際事務的能力。

#### 四、計畫變更說明:

- (一) 本計畫派王正忠博士於 4 月 20~28 日，為期 9 天，隨同經濟部標準檢驗局前往大陸公差，參加海峽兩岸計量研討會，並針對低放射性廢棄物量測(measurement of low-level radioactive waste)暨放射醫學影像技術(medical imaging and radiological technology)產品開發研究兩議題，與陸方包括計量、檢驗、認證、驗證及消費品主管人員進行交流，本項計畫變更所需差旅費用約新台幣 10 萬元，由本計畫業務費項下勻應。本案由標準檢驗局於 100 年 4 月 1 日以經標三字第 10030002730 號函建議本所派員參加，本所於 100 年 4 月 1 日以核保字第 1000002142 號函向標準檢驗局提出計畫變更，標準檢驗局於 100 年 4 月 7 日以經標四字第 10000042270 號函同意此項變更。
- (二) 本計畫之原計畫主持人陳英鑒博士因職務異動，轉任為本所所務發展諮議委員會委員。本所另指派保健物理組組長(簡任研究員)張栢菁博士接任計畫主持人一職。本案於 100 年 6 月 15 日以核保字第 1000003830 號函向標準檢驗局說明，標準檢驗局於 100 年 6 月 21 日以經標四字第 10000079240 號函回覆同意此項變更。
- (三) 本計畫原擬於 100 年 5-11 月期間派員赴美、歐，參加游離輻射防護相關國際會議(20th Annual meeting of council on ionizing radiation measurements and standards, CIRMS) 或核醫年會(2011 Society of Nuclear Medicine Annual Meeting) 發表論文並收集國際發展趨勢，為期 6 至 10 天，變更為 100 年 7 月派員赴日參加第 26 屆台日核能安全研討會議及參訪原子能開發機構為期 6 至 10 天，所需預算以原出國案之預算支應。台日核能安全研討會旨在探討日本福島事件核事故相關技術及福島核事故後社會可能之影響，會議內容對本計畫因應福島事故於全球輻射計量標準及相關量測技術之建立極具參考價值。此變

更案於 100 年 6 月 23 日以核保字第 1000004050 號函向標準檢驗局說明，標準檢驗局於 100 年 7 月 1 日以經標四字第 10000083680 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

### 一、100 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 張栢菁

計畫名稱(中文)『建立及維持國家游離輻射標準』(1/4)

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

(1/4)

審議編號：100-1403-05-05

全程期程：100 年 1 月 ~ 103 年 12 月

全程經費：49,272 千元 年度經費 10,302 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) APMP/TCRI 國際比對
- (3) 第八次人員劑量計能力試驗(99-100)
- (4) 執行第五次輻射偵檢儀器校正能力試驗(100-101)

#### 二、量測標準的精進與新建

- (1) 蒙地卡羅評估 Co-60 水吸收劑量原級標準游離腔之腔壁效應
- (2) 石墨熱卡計核心(Core)元件研製

#### 三、量測標準技術的推廣與應用

- (1) 輻射計量標準業務推廣會
- (2) 提供標準射源辦理環境級與中低強度級核種活度分析能力試驗



(3) 石墨卡計原級標準系統之量測電路開發

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) APMP/TCRI International comparisons
2. Measurement standards improvement and establishment
  - (1) Monte Carlo Calculation of Wall effect of primary standard ionization chamber of absorbed dose to water for Co-60 gamma ray
  - (2) Construction of graphite calorimetry core components
3. Measurement standards technology promotion and applications
  - (1) Promotion events of radiation metrology standards
  - (2) Providing standard radioactive sources for proficiency testing of environment-level and medium- or low-level radionuclides analysis
  - (3) The measurement circuit study of graphite calorimeter primary standard

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。

100 年度起為第五期四年計畫(100-103 年度)的第一年，以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，100 年計畫執行內容如下表。

計畫目標與 100 年計畫執行內容

計畫目標	100 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>● APMP/TCRI 或其他國際量測比對。</li><li>● 第八次人員劑量計能力試驗(99-100)</li><li>● 執行第五次輻射偵檢儀器校正能力試驗(100-101)</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>● 蒙地卡羅評估 Co-60 水吸收劑量原級標準游離腔之腔壁效應</li><li>● 石墨熱卡計核心(Core)元件研製</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會</li><li>● 提供標準射源辦理環境級與中低強度核種活度分析能力試驗</li><li>● 石墨卡計原級標準系統之量測電路開發</li></ul>

## (二) 計畫經費與人力

### 1. 計畫經費

本年度預算總經費是10,302仟元，分配及支用狀況如下表。

100年度預算分配及支用狀況表

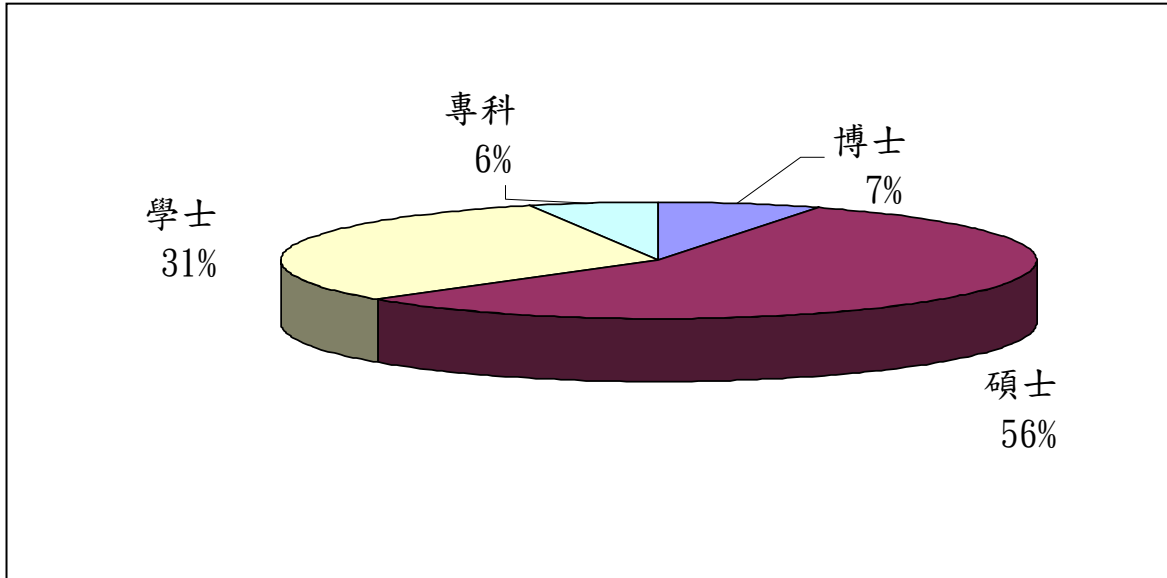
分配項目	預 算 (流用後)		支 用		
	金額(千元)	佔總額(%)	金額(千元)	佔總額(%)	佔分配(%)
人事費	0	0	0	0	0
業務費	9,302	90.29	9,301	90.29	99.99
設備費	1,000	9.71	996	9.66	99.56
合 計	10,302	100.00	10297	99.96	99.96

100 年度各分項工作預算支用狀況表

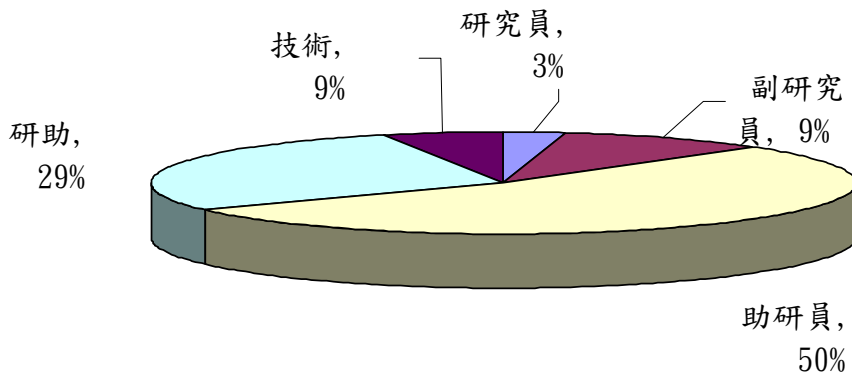
分項工作名稱	100 年 度預算	100 年度支用數						
	小計	小 計	經常支出			資本支出		
			人事 費	材料 費	其它費 用	土地 建築	儀器 設備	其它 費用
1. 量測標準的維持與服務	8,250	8249	0	650	7599	0	0	0
2. 量測標準的精進與新建	1,482	1478	0	150	332	0	996	0
3. 量測標準技術的推廣與應用	570	570	0	62	508	0	0	0
總 計	10,302	10,297	0	862	8,439	0	996	0

## 2. 計畫執行人力

本年度計畫總人力是10.90人年。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

100 年度各分項工作使用人力

各分項工作名稱	100 年度		100 年度使用人力				
	預定人力	職 級					
	總人力	總人力	研究員級 (含)以上	副研究 員級	助理研 究員級	研究助 理級	技術人 員
量測標準的維持 與服務	7.00	7.03	0.21	0.32	3.10	2.40	1.00
量測標準的精進 與新建	2.80	2.72	0.00	0.54	1.50	0.68	0.00
量測標準技術的 推廣與應用	1.10	1.15	0.09	0.20	0.76	0.10	0.00
合計	10.90	10.90	0.30	1.06	5.36	3.18	1.00

### (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 100 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，全面將品質文件改版等嚴格的品質管理，統計年度例行校正服務共 244 件收入 3,469,600 元，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。

第八次人員劑量計能力試驗採用新認證規範標準(ANSI13.11(2001))，過去國內現行的人員劑量評估實驗室認證技術規範與能力試驗標準係參考 ANSI/HPS N13.11(1993) 制訂，為跟上國際水準，提昇國內八家人員體外劑量評估實驗室能力，原能會於 2010 年已開始執行新認證規範，故此技術完成後採用新認證規範標準施行能力試驗，可滿足法規要求，提昇國內輻射工作人員之工作安全。

日本福島核事故期間，大量輕便型輻射偵測儀器被用於環境輻射劑量偵測或污染偵測，於日本當地，一般民眾亦大量使用此類儀器，進行自我偵測與防護，此突顯出輕便型輻射偵測儀器校正、追溯與實驗室能力試驗之重要性。今年度，

本計畫開始執行第五次輻射偵測儀器校正校正能力試驗，並已完成能力試驗說明會的召開、能力試驗計畫書、量測比對儀器之特性評估等工作，預計於 101 年完成此項能力試驗。

因應實驗室校正服務量及輻射種類增加，與送校單位溝通後修正實驗室的「校正服務需求單」，並放置於網站上提供送校單位下載填寫，提高校正服務品質，校正服務單如**補充附件 1**。

## (2) 國際量測比對

- A. 執行由日本主辦的低能量 X 射線空氣克馬率比對(代號：APMP.RI(I)-K2)，共有台灣、馬來西亞、澳洲、敘利亞、印度、韓國、泰國、日本、IAEA 與南非等十個國家實驗室參與比對活動，本項活動由 2008 年開始量測，各國的量測作業已於 2010 年結束，並陸續提交結果予主辦實驗室，本實驗室結果已提交，**詳如補充附件 2**。
- B. 主辦 APMP.RI(I)-K4  $^{60}\text{Co}$  水吸收劑量關鍵比對，共有台灣、馬來西亞、澳洲、敘利亞、德國、印度、印尼、中國、韓國、泰國、日本、南非、埃及紐西蘭等十四個國家實驗室參加，並完成比對 Status Report 及國際度量衡局之 KCDB 比對登錄，量測期程為 2009-2010，目前所有參與國之結果資料皆已提交至本實驗室彙整，**彙整結果詳如補充附件 3**，**亞太各國量測結果與平均值的差異皆小於 0.5%**，顯見亞太各國的量測實力差異不大，本實驗室的量測結果與德、日、澳洲相當接近，**差異小於 0.2%**。
- C. 參加由澳洲 ARPANSA 主辦的亞太地區  $^{60}\text{Co}$  空氣克馬關鍵比對活動(代號：APMP.RI(I)-K1.1)，共有台灣、泰國、印尼、



澳洲、紐西蘭與埃及等六個國家實驗室參加，量測比對期程為 2010 年 2 月至 11 月，各國的量測作業已結束，並陸續提交結果予主辦實驗室，本實驗室結果已提交，詳如補充附件 4，本實驗室的量測結果略小於澳洲的結果，差異約 0.2%，由於澳洲的結果約比 BIPM 大 0.1%，因此本實驗室的量測結果約比 BIPM 小 0.1%，此差異在量測不確定度範圍內。

D. 參加由泰國 OAP 實驗室主辦的輻射加工級 Co-60 水吸收劑量量測比對（代號：APMP.RI(I)-S1），共有泰國、台灣、埃及、大陸與馬來西亞共 5 個實驗室參與。量測結果報告初稿於 2011 年 4 月送達實驗室進行審查，本實驗室對報告內容提供多項修正建議，請其補充不確定度分析、計算公式、國際追溯等資料，詳細比對結果如補充附件 5。

## 2. 量測標準的精進與新建

### (1) 蒙地卡羅評估 Co-60 水吸收劑量原級標準游離腔之腔壁效應

為提升 Co-60 系統之量測準確度，並符合國際趨勢，本年度規劃以蒙地卡羅方法重新評估 Co-60 水吸收劑量原級標準游離腔之腔壁效應。由於早期採用之腔壁效應修正因子，都是透過加厚腔壁並以線性外插的實驗方式來決定，但此方式會不當引入過多的散射光子，根據 1999 年加拿大國家研究委員會 (National Research Council Canada, NRCC) 的 Roger D. W. O. and Treurniet J. 的研究，以實驗方式評估之結果會高估約 0.9%。因此，本計畫使用 EGSnrc 之使用者程式 CAVRZnrc 進行腔壁效應計算，並參考 Roger 等各國外文獻之作法，分為 SPR、HDA、LDW 等三種方法進行計算，三種方法所計算之對象相同。另外也

模擬計算 Co-60 水吸收劑量輻射場之能譜，並套入輸入檔進行腔壁效應之蒙地卡羅計算。腔壁效應修正因子計算已完成，不確定度小於 0.5%，預計將可提昇 Co-60 水吸收劑量標準之準確度，計算結果詳如補充附件 6。

## (2) 石墨熱卡計核心(Core)元件研製

以空氣游離腔作為輻射劑量原級標準量器有其能量上限(約 2 百萬電子伏特)，超過此能量上限時，目前的原級標準空氣游離腔便難以滿足電子平衡的量測條件。國際上解決此問題之趨勢為研發熱卡計，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，如此可提升國家輻射劑量原級標準之能量上限。本計畫參考各國國家實驗室所設計之熱卡計後，決定參照法國國家實驗室所使用之熱卡計為基礎來設計。量測時可分為恆溫與絕熱兩種模式來進行，經與委託進行量測電路開發之學術機構商討後，根據石墨卡計溫度量測與加熱所需之電路，決定核心內之熱敏電阻器擺放數量與位置。本計畫目前已發包廠商完成石墨熱卡計之製作，並已完成核心元件之規格與性能測試。詳如補充附件 7。

## 3. 量測標準的推廣與應用

### (1) 輻射劑量標準業務推廣

本年度完成研討會四場、開放實驗室參觀共五次總計 84 人次及本實驗室網站連結至國家圖書館之「台灣網站典藏系統」等，推廣校正技術與服務業務並宣導校正追溯的正確觀念，同時瞭解領域內的計量技術的發展現況與應用方向，並與其他科

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。完成輻射計量標準業務推廣會四場：

於 100 年 5 月 23 日由核能研究所舉辦「第八次人員劑量計能力試驗研討會」，與會單位包括：全國認證基金會、台電放射試驗室、清華大學保健物理組、同步輻射研究中心、輻射防護協會、貝克西弗公司、核能研究所輻射劑量計計讀實驗室及國家標準實驗室等共 7 個單位 50 人參加，本次說明會可促進國內游離輻射領域各檢校實驗室量測標準的一致性與提昇其量測檢校能力，邀請所有參與能力試驗之實驗室代表、技術專家共同參與，期能提昇國內游離輻射領域各檢校實驗室之量測水準，並擴展未來本實驗室與各相關單位合作的契機將實驗室所建置的輻射標準之量測技術與計量概念擴散至使用單位，可作為國家標準實驗室的未來發展參考。相關佐證資料如**補充附件 8**。

於 100 年 5 月 28 日與長庚大學共同主辦「第六屆國際醫學影像暨放射科學研討會」，研討醫學物理與影像科學最先進的基礎研究及其臨床應用的發展，以促進國內外學界之交流，並提昇國內相關醫學物理與影像診療研究之水準。相關佐證資料如**補充附件 9**。

於 100 年 8 月 2 日在同標檢局、工研院量測中心、電信所，辦理國家量測標準發展策略會議，於游離輻射分組，針對醫療曝露、核能安全、輻射安全等方面之相關游離輻射標準需求，以及國家標準計畫之資源嚴重不足的影響等各項議題進行研討。相關佐證資料如**補充附件 10**。

100年10月25日，於核能研究所舉辦「游離輻射量測能力試驗研討會」，共24個單位100人參加，就低放射性廢棄物量測比對與偵檢儀器校正能力試驗等議題進行研討。相關佐證資料如**補充附件11**。

實驗室積極開放外界參觀，介紹游離輻射標準追溯鏈之重要性並推動量測標準追溯之觀念，在100/1/25中央大學師生共6人參訪國家游離輻射標準實驗室；100/5/6龍華科技大學師生共30人參訪實驗室；100/9/1中央大學、中研院、嘉義大學及聯合大學共10人參觀實驗室；以及100/12/8清學大學核工所共34人參訪。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。

#### (3) 提供標準射源辦理環境級與中低強度分析能力試驗

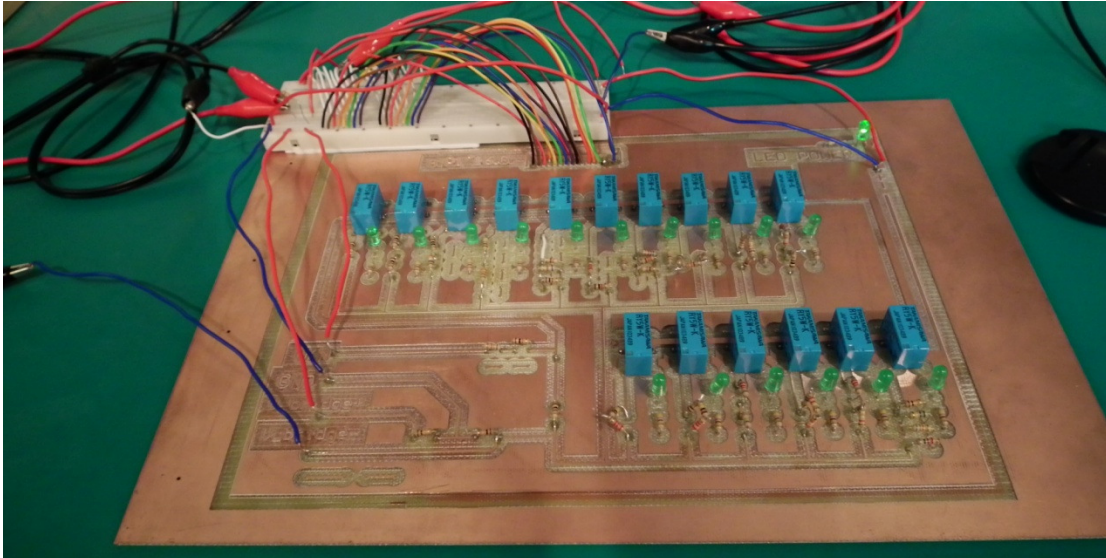
本年度持續提供環境級與中低強度級核種活度分析能力試驗所需之標準射源，包括中低活度核種分析混合加馬溶液能力試驗及解除管制試樣活度量測能力試驗，促進國內解除管制之廢棄物量測技術的能力，並擴展未來本所與各相關單位的合作契機，達到業務推廣的目的。提供以 $4\pi\gamma$ 游離腔標定相關核種，包括Co-60、Cs-134、Cs-137與Sr-90等射源。

#### (4) 石墨卡計原級標準系統之量測電路開發

為配合國家標準實驗室自主建置石墨卡計的原級標準，委託東海大學電機系協助開發石墨卡計所需的量測電路，包括建置高敏感度的溫度量測電路、校準用之核心電加熱與計時電路、微處理機控制介面及控制軟體等。本年度**已完成石墨卡計量測電路離散元件實現與測試，包含核心溫度量測電路、加熱**



與計時電路；夾克 / 護套溫度量測電路、加熱電路；接體溫度控制電路。此外亦完成 PC 控制介面電路設計及 LabVIEW 相關控制軟體設計。其中石墨卡計熱核心電路成品照片如下圖。



石墨卡計熱核心電路成品照片

#### (5) 技術合作

提供實驗室設施、量測技術與學校共同進行人才培訓，及相關研究，提供量測技術或設施供清華大學博士班研究生 1 人、中國醫藥大學碩士生 2 人及中正大學教授，進行用過核燃料棒中子輻射量測評估銻含量、硼中子捕獲治療法(BNCT)之劑量評估、輻射醫療曝露品保及磷灰石之 Cf-252 中子照射與定年研究等主題之研究。橫向方面：在產、學界：透過科專計畫或核研所之研究共同基金的方式，與清華大學作進行微劑量計設計、燃料中子量測及劑量計開發與特性分析研究等基礎研究之合作。另外本實驗室之量測技術亦支援科專計畫，建立大體積廢棄物量測系統校正技術、用過核燃料棒 Pu(銻)含量分析技術等，期能以國家標準實驗室為中心，結合產、學、研界之力量，

融合基礎量測標準能力，法規施行及臨床應用三方面的資源，可有效提昇學術研究及更積極的將標準擴散至民生用途。

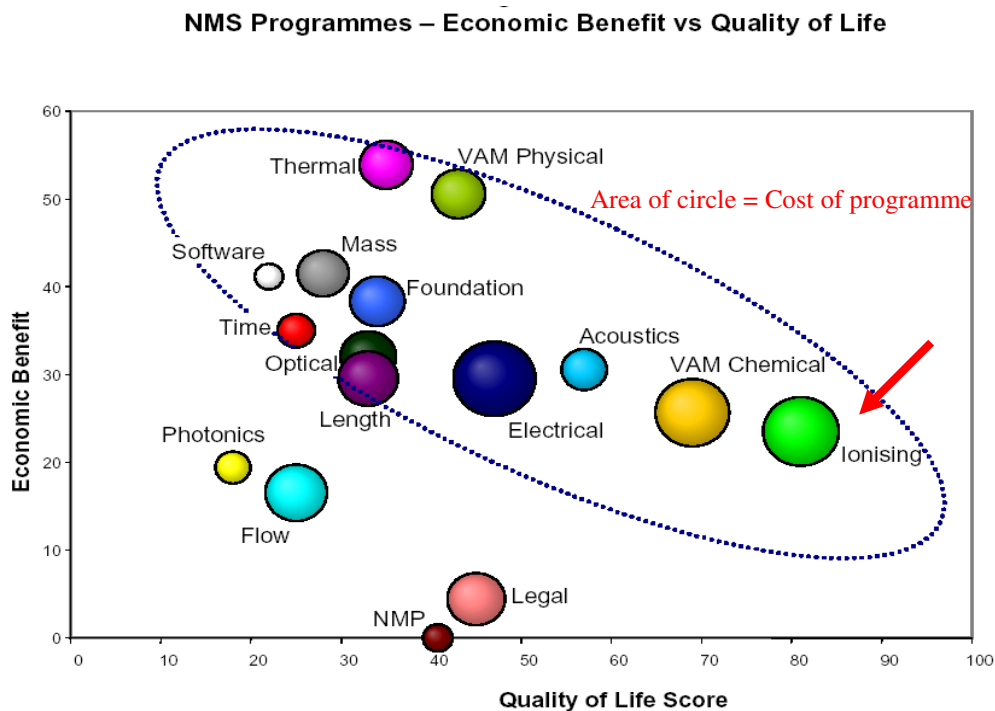
#### 4. 研究成果

本年度發表 SCI 期刊 1 篇、國內期刊 5 篇、國際會議 3 篇、國內會議 5 篇、技術報告 16 篇及出國報告 5 篇，共計發表 35 篇，詳如論文報告一覽表(補充附件 12)及研究報告摘要(補充附件 17)。

本實驗室自行研發的「放射診斷儀器遠距校正方法」於 100 年 7 月 20 日提出專利申請，可推廣至二級實驗室使用。

#### (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

國內接受遠隔放射治療之民眾，依據 2009 年衛生署之統計約 110 萬人次。遠隔治療劑量之標準，直接追溯至本實驗室

的 Co-60 劑量標準。健保局對直線加速器遠隔照射治療每一視野的給付額約 1300 元，以此估算，國家健保支出單就輻射劑量的給付約 15 億元。在乳房攝影方面，依據國健局的統計，2008 年度接受乳房攝影檢查之婦女約 18 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，以此估算健保單就此項付出約 2 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 2009 年衛生署之統計，接受核子醫學(含正子)掃描檢查的民眾約 47 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 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 4 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，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 220 件校正服務，收入約 210 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

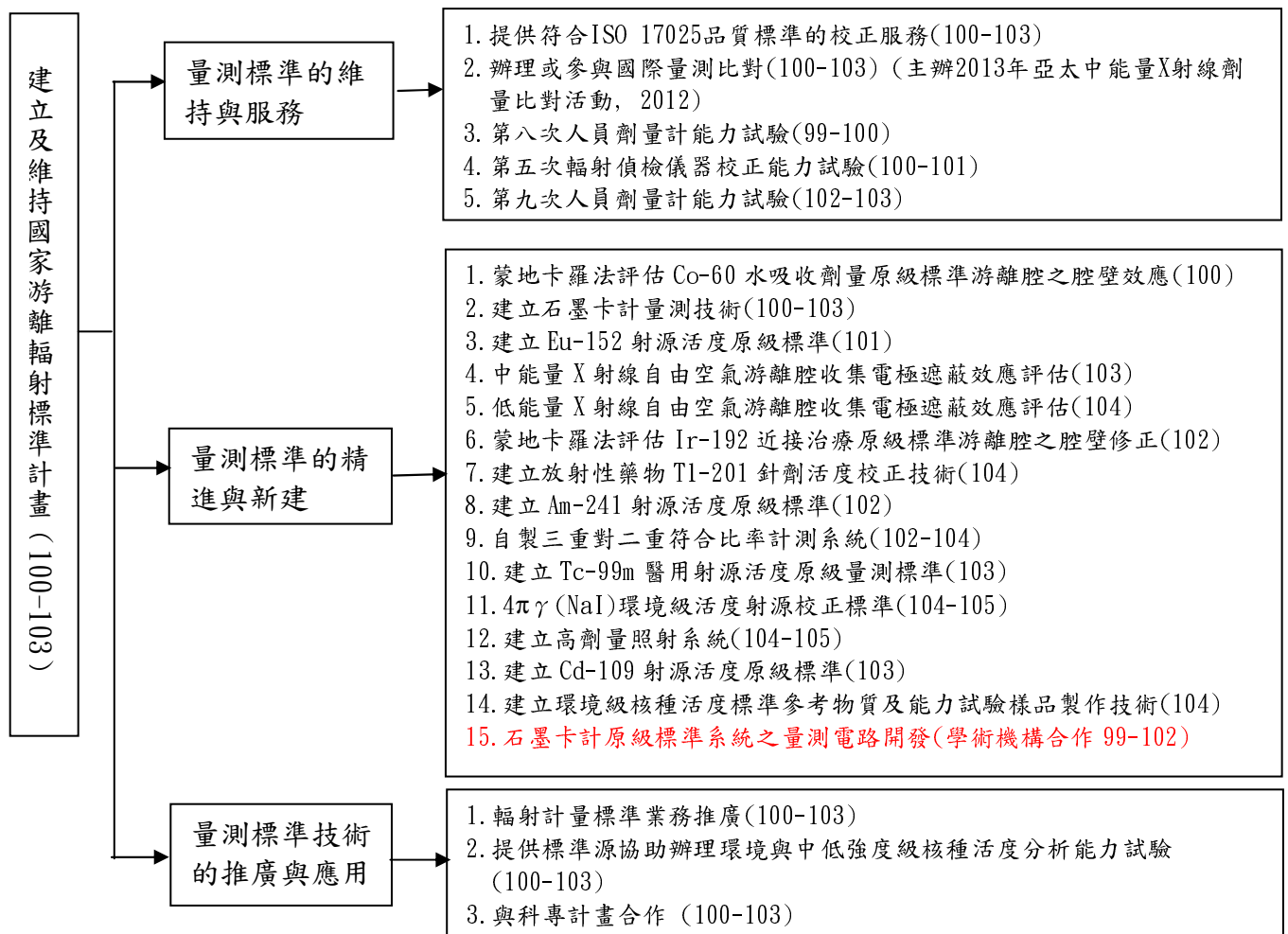


國外校正，其花費金額約是目前的 3 倍（約 5 萬元/件）以上，所花費的時間更是目前的 5 倍（約 2 個月/件）以上；因此本計畫之執行，除增加國庫收入外，無疑的亦替國內的標準使用客戶，節省了大量的時間與資金成本，同時提供即時的技術支援，支持標準使用客戶據以有效並即時發展各項產業活動，無形中擴大本計畫衍生之經濟效益。舉例而言，游離輻射領域各二級檢測實驗室，如台電放射試驗室、清華大輻射儀器學校正實驗室等，在近 3 年之送校金額約佔本實驗室校正收入的 40%（約每年 85 萬），但其校正檢測業務年產值約 7 千萬元，單就此項，其經濟效益之放大倍率即達 80 倍。而在放射醫學方面，目前如台大醫院、長庚醫院、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 33%（約每年 70 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

本計畫的後續工作主要配合及落實100年8月2日召開的國家量測標準策略發展會議的結論作規劃，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，

後續工作規劃架構如下：



有關各項工作重點的問題評析如下：

## 1. 量測標準的維持與服務

### (1) 校正追溯服務

國內目前有 5 家二級儀器校正實驗室(皆屬政府機構)，基於原能會與實驗室認證規範的要求，實驗室的量測標準件每年須送本實驗室校正。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)，可以提供人員劑量計的評估，各實驗室評估劑量的標準於原能會與實驗室認證的要求下，每年皆經由人員劑量計間接或直接追溯至本實驗室。核種分析實驗室有 9 家(皆屬政府機構)，基於原能會與實驗室認證規範的要求，其實驗室的標準皆每年追溯至國外標準實驗室或本實驗室，目前能力試驗之標準源皆由本實驗室提供。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，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，由於原能會於 97 年已推動乳房攝影醫療品保，故目前醫院的乳房攝影劑量皆已追溯至本實驗室；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，但因工作量太大而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，然目前本實驗室服務的大宗卻是來自各級醫院(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，除了須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。本實驗室目前為 APMP 的正會員及 CGPM 的仲會員。歷年來已建立 11 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 97 年止，有 5 個核種的比對結果進入 KCDB。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 月全數通過審查，正式登錄 BIPM 附錄 C 資料庫，已建置標準在國際上的地位，詳如補充附件 13。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，故過去十年(2001 至 2011 年)參與國際比對現況，詳如補充附件 14。

## 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約 100 萬人次，接受近接治療的病人，每年約 7000 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。近接治療標準方面，於 97 年完成原級標準的建置。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 2MeV，大於 2MeV 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 TG21(1983)、AAPM TG51(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，高能線性加速器(6MV-15MV)已是國內放射治療的主要設備，高能量質子治療近年來在國際間被採用與討論，在國內，亦即將引進高能量質子治療設施，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發展之方向。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，本計畫規劃於 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。近接治療標準方面，本實驗室已於 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，因此仍有改善精進的必要。

## (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(2008年約 18 萬人次)、電腦斷層掃描(2009 年約 140 萬人次)、核子醫學(含正子)掃描(2009 年約 47 萬人次)等，目前本實驗室已建立乳房攝影 X 射線劑量標準、電腦斷層掃描 X 射線劑量標準及公稱電壓標準，Tl(鉍)-201、Ga(鎩)-67、Re(銻)-188、I(碘)-131、In(銻)、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、乳房攝影及腦斷層掃描診斷部份納入品質保證中。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(每年提供約 1 萬 4 千部儀器校正)、7 個人員劑量評估實驗室(每年提供約 53 萬枚人員劑量計判讀)與 9 家核種分析實驗室(每年約分析 18 萬個環境試樣)，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)，無法直接提供環境級劑量標準(<10 mGy/h)校正各二級實驗室的环境級(大體積>3000 cc)標準游離腔，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环境級標準輻射場最低只能到約 10  $\mu$ Sv/h(實際的环境劑量約 0.2 $\mu$ Sv/h)仍不夠低。在 2011 年的福島核災事件中，國內的各式環境劑量偵測

儀器被大量使用，然其讀值差異頗大，容易引起不必要的爭議與疑慮，因此本實驗室擬規劃建置環境級標準輻射場與量測校正技術，以消除此項爭議。在人員劑量標準方面，因應新的人員劑量計能力試驗的推行，本計畫於 100 年完成中能量 X 射線劑量、低能量 X 射線劑量與貝他劑量標準的擴建與能力試驗技術之建立。在核種分析實驗室標準追溯方面，國內目前使用於這方面量測設備校正的標準射源，皆定期自國外進口，國內並無產製校正用標準射源，本實驗室除須持續擴建核種活度標準，使能滿足核種分析實驗室之需求外，亦於 96 年度起提供標準源予能力試驗主辦實驗室，推廣本實驗室標準的使用。

#### (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，預估每年可創造五十億元之產值，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，來滿足業界之需求。另於半導體工業領域，其晶圓與封裝材料皆須檢測原料內的  $\alpha$  粒子含量，以避免過高的  $\alpha$  粒子對晶圓產生傷害，目前國內尚無專業的檢測機構。

#### (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，本計畫於 99 年度開始建立此系統，以跟上國際發展的脚步。

根據國際發展的現況與國內對高能光子(荷電粒子)的應用狀況，熱卡計量測技術將是未來研發的重點之一，本計畫已於本年度開始投入此技術之研發工作，期能與世界領先國家同步開發高能光子原級標準建置。

以空氣游離腔為主的輻射劑量量測技術，仍是本實驗室的主要技術，但其中在游離腔內的電場分佈、及其他較細緻的量測修正參數，難以實驗方法來評估，須以模擬計算的方式加以估算，因此建立電場評估技術與蒙地卡羅模擬技術亦是本實驗室重要課題之一，如此才能使現有標準精緻化，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。游離輻射領域共有 5 個認證項目，詳如補充附件



4、5，除放射源活度校正項目國內尚無實驗室申請外，其他各項皆定期辦理中。

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，無法於短期內滿足此需求，因此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，終於 99 年依據新的能力試驗規範，執行人員劑量計能力試驗，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。

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核種解除管制能力試驗，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與解除管制量測實驗室合作，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。

放射醫學診療領域的標準追溯漸漸普及，游離輻射主管機關(原能會)除推行輻射醫療曝露品質保證計畫外，亦定期至各

醫院進行各項查察，其中包含儀器之校正追溯，然在現階段對此領域，尚缺乏可檢視各醫院之輻射劑量輸出、量測或評估其技術能力的能力試驗或等同目的的相關機制，因此本計畫於此領域所需之量測標準、能力試驗的技術、方法或規範應先行研究建立，以備未來所需。

## (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(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，品質保證計畫雖已正式執行，然放射治療劑量準確度的查核技術(能力試驗)與規範則尚待建立。在乳房攝影方面，劑量的量測標準已建立，然乳房攝影品質保證的整體架構與驗證機制則尚待設立，另外我國婦女體型與歐、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。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，然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皆有待建立。在人員劑量計能力試驗方面，因應 99 年將依 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技術規範應先行建立，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。

#### (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，已為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，宣導游離輻射標準相關知識與校正追溯之觀念，目前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，其宣導功能應可由網站的設立與網際網路的功能來滿足，標準校正追溯之觀念可由游離輻射相關訓練機構傳播，本計畫將朝舉辦較具專業性質的研討會、工作討論會或訓練課程等方向作規劃。

#### (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或量測技術，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，雖清華大學重新開啟核工研究所，然目前尚未有雙方共同興趣之議題。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。98 年度陸續與核研所科專計畫、核研所研究共同基金計畫合作，在醫用加速器輸出劑量驗證技術、血管攝影劑量評估檢

測作業準則、數位式 X 光造影劑量評估檢測作業準則等輻射醫療品保體系相關議題上之合作，由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。

#### (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，目前本實驗於 98-99 年度培訓內部同仁 3 員取得博士學位，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 (APMP/TCRI) 主席，促進國際間的技術交流。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。

## (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 244 件。在人力調度、系統維持與效能上、皆已做了最大的努力，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：一為精進 Co-60 水吸收劑量原級標準，採用蒙地卡羅計算方法重新評估原級標準之腔壁效應；另一為發展高能粒子輻射劑量原級標準：石墨卡計關鍵零組件的研製。國內接受放射性治療每年約有 118 萬人次，精進劑量標準可有效保障國人健康安全，另因應國內將引進高能光子放射治療設備，石墨卡計的研製時程可配合臨床劑量追溯之需求。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並擔任 APMP 的 CMC 表的審查委員；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項目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：本年度計畫配合經濟部標檢局與原子能委員會，召開三場游離輻射領域的研討會及說明會；另外，特別邀請游離輻射領域多方產、官、學界人士，舉辦游離輻射標準論壇，深入探討國家游離輻射標準未來發展方向，綜合各方意見訂出生醫科技、放射性廢棄物及環境科學等發展方向，為我國游離輻射的國家

標準提供未來的發展願景。

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、100 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 張栢菁

計畫名稱(中文) 『建立及維持國家游離輻射標準 (1/4)』

(英文) 『Establishment of National Standards for Ionizing Radiation

(Second Period) (1/4)』

審議編號 100-1403-05-05

計畫期程 100 年 1 月 -- 103 年 12 月

全程經費 49,272 千元 年度經費 10,302 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：可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，而使校正服務量持續成長。而在人力調度、系統維持與效能上、亦皆已做了最大的努力，使能滿足服務量增加與客戶之需求。
- 2.技術建立與發展：開發石墨卡計關鍵零組件製作，並完成 Co-60 水吸收劑量原級標準之腔壁效應計算。石墨卡計已設計製作完成，並與學校合作共同完成電路系統及核心元件規格性能測試；另外，腔壁效應修正因子計算已完成，不確定度小於 0.5 %，預計將可提高 Co-60 水吸收劑量標準之準確度，有效提昇病患醫療品質。
- 3.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，由本實驗室主辦的亞太地區 Co-60 水吸收劑量比對，及在國際會議中擔任光子劑量與放射活度技術委員，顯示實驗室的量測比對與主導參與國際事務之能力。
- 4.於各項研發成果如期刊、技術報告、專利、技術服務收入等量化績效指標，皆超越預期目標，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.本計畫之最主要目的是維持國家一級量測標準與國際追朔，透過國家

的追溯校正體系，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，且比對結果與英、德等國際各知名實驗室一致，此實是實驗室技術能力的提升，與歷年國際比對成果展現的最佳肯定。

#### **(四) 計畫經費的適足性與人力運用的適善性**

本年度經費 10,302 千元，人力 10.90 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

趨勢及市場需求之迫切性、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，且二級校正實驗室技術能力不足，往往是最終使用者直接送件至國家實驗室要求校正，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。
- 2.100 年預算 10,302 千元，最近幾年逐年預算減少，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。
- 3.100 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)4711400-7672

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	10006: 1-6 月完成例行校正服務累計達 100 件。  10012: 1-12 月完成例行校正服務累計達 220 件。	● 100 年 6 月：提供校正服務 1~3 月累計達 116 件，收費達 1,860,400 元。  ● 100 年 12 月：提供校正服務 1~12 月累計達 244 件，收費達 3,469,600 元。	符合預定進度
● 國際量測比對	10003: 完成亞太 Co-60 水吸收劑量比對標準傳遞件之量測比對資料彙整。  10009: 完成亞太 Co-60 空氣克馬劑量比對及高劑量量測比對。	● 由日本主辦的低能量 X 射線空氣克馬率比對(代號：APMP.RI(I)-K2)，共有台灣、馬來西亞、澳洲、敘利亞、印度、韓國、泰國、日本、IAEA 與南非等十個國家實驗室參與比對活動，量測期程為 2008-2010 年，各國的量測作業已於 2010 年結束，並陸續提交結果予主辦實驗室，本實驗室結果已提交。  ● 主辦亞太地區 <sup>60</sup> Co 水吸收劑量關鍵比對活動(代號：APMP.RI(I)-K4)，共有台灣、	符合預定進度

計畫工作項目	查核點	工作進度	符合情形
		<p>馬來西亞、澳洲、敘利亞、德國、印度、韓國、中國、印尼、泰國、日本、埃及、紐西蘭與南非等十四個國家實驗室參加，量測比對期程為2009-2010，目前所有參與國之結果資料皆已提交至本實驗室彙整。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 參加由澳洲 ARPANSA 主辦的亞太地區 Co-60 空氣克馬關鍵比對活動（代號：APMP.RI(I)-K1.1），共有台灣、泰國、印尼、澳洲、紐西蘭與埃及等六個國家實驗室參加，量測比對期程為2010年2月至11月，各國的量測作業已結束，並陸續提交結果予主辦實驗室，本實驗室結果已提交。</li> <li>● 參加由泰國 OAP 實驗室主辦的輻射加工級 Co-60 水吸收劑量量測比對（代號：APMP.RI(I)-S1），共有泰國、台灣、埃及、大陸與馬來西亞共5個實驗室參與。量測結果報告初稿於2011年4月送達實驗室進行審查，本實驗室對報告內容提供多項修正建議，請其補充不確定度分析、計算公式、國際追溯等資料。</li> <li>● 參加由日本主辦的貝他組織吸收劑量比對（代號：APMP.RI(I)-S2），參與國家有日本、台灣、韓國、泰國與馬來西亞共5個國家參加，由於受日本311大地震之影響，原訂的量測期程應會延後3個月以上。本實驗室現正進行貝他劑量系統調校與測試。</li> <li>● 由韓國主辦的中子劑量比對（代號：APMP.RI(III)-S1），目前正調查各會員國的參與意願，本實驗室已表達參與意</li> </ul>	



計畫工作項目	查核點	工作進度	符合情形
		<p>願。預計實際量測比對期程會在 2012 年。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>藉由自歐洲輸入 Ir-192 校正源之機會，與德國 PTB 實驗室進行 Ir-192 劑量的雙邊比對，比對結果一致。</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 第八次人員劑量計能力試驗</li> </ul>	<p>10003： 完成第八次人員劑量計能力試驗之標準劑量照射作業</p> <p>10005： 完成試驗並召開總結會議。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 100 年 3 月完成加馬、X 射線、貝他與中子劑量標準照射作業，並陸續彙整各受測實驗室之量測結果。</li> <li>● 100 年 5 月 23 日完成第八次人員劑量計能力試驗，並於本實驗室召開總結會議。所有參與單位皆通過測試。</li> </ul>	符合預定進度
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 第五次輻射偵測儀器校正能力試驗</li> </ul>	<p>10009： 完成輻射偵檢儀器能力試驗計畫書</p> <p>10012： 開始進行標準件傳遞</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 100 年 8 月完成輻射偵檢儀器能力試驗計畫書及各項品保文件。</li> <li>● 100 年 10 月 25 日完成標準傳遞件之性能評估，同時於本實驗室召開能力試驗說明會。</li> <li>● 100 年 12 月 19 日開始進行標準件傳遞，所有標準件會依序傳遞至核研所輻射偵測儀器校正實驗室、台電放射試驗室、台電放射試驗室龍門工作隊、台電放射試驗室核三工作隊、輻射偵測中心與清華大學。</li> </ul>	符合預定進度
二、量測標準的精進與新建			
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 蒙地卡羅評估 Co-60 水吸收劑量原級標準游離腔之腔壁效應</li> </ul>	<p>10006： 完成蒙地卡羅計算程式輸入檔撰寫。</p> <p>10012： 完成 Co-60 水吸收劑量之原級標準腔壁效應修正因子計算，量測不確定度 &lt;0.5%。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 100 年 3 月完成評估水吸收劑量腔壁效應之相關文獻的蒐集與研讀。完成蒙地卡羅程式 EGSnrc 之安裝，練習其使用者程式 CAVRZnrc 之範例檔。</li> <li>● 100 年 6 月完成蒙地卡羅計算程式輸入檔撰寫，參考國外文獻之作法，使用 EGSnrc 之使用者程式 CAVRZnrc 進行蒙地卡羅計算，分為 SPR、HDA、LDW 等 3 種計算途徑分別進行</li> </ul>	符合預定進度

計畫工作項目	查核點	工作進度	符合情形
		腔壁效應之評估。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 100年9月完成Co-60機頭輸出能譜之計算，使用蒙地卡羅程式BEAMnrc進行模擬，並將獲得的能譜用於Co-60水吸收劑量原級標準游離腔之腔壁效應的輸入檔。</li> <li>● 100年12月完成蒙地卡羅程式運跑，完成腔壁效應修正因子計算，不確定度為0.14%。</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 石墨熱卡計核心(Core)元件研製</li> </ul>	10009： 完成石墨熱卡計核心元件設計。  10012： 完成石墨熱卡計核心元件製作與性能測試。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 100年6月完成石墨熱卡計核心之初步設計，並與委託進行量測電路開發之學術機構商討後，根據石墨卡計溫度量測與加熱所需之電路，決定核心內之熱敏電阻器擺放數量與位置，並發包予廠商製作。</li> <li>● 100年9月由廠商完成石墨熱卡計核心元件之製作。</li> <li>● 100年12月完成核心元件規格與性能測試，其結果皆符合預期。</li> </ul>	符合預定進度
(三)量測標準技術的推廣與應用			
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 輻射計量標準業務推廣會</li> </ul>	10006： 完成舉辦研討會或業務推廣會1場。  10012： 完成業務推廣會及國家度量衡標準實驗室發展策略會議(游離輻射領域)各1場。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 100年5月23日於核能研究所舉辦第八次人員劑量計能力試驗研討會，共7個單位50人參加。進行第八次人員劑量計能力試驗之總結報告，並由與會人員對本次能力試驗之結果提出問題及意見，作為國家游離輻射標準實驗室未來發展的參考。</li> <li>● 100年5月28日與長庚大學共同主辦「第六屆國際醫學影像暨放射科學研討會」，共42個單位310人參加。</li> <li>● 100年8月2日於台大醫院國際會議中心舉辦國家度量衡標準實驗室發展策略會議。游離輻射分組共9個單位14人</li> </ul>	符合預定進度

計畫工作項目	查核點	工作進度	符合情形
		<p>參加，針對醫療曝露、核能安全、輻射安全等方面之相關游離輻射標準需求，以及國家標準計畫之資源嚴重不足的影響等各項議題進行研討。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 100年10月25日於核能研究所舉辦「游離輻射量測能力試驗研討會」，共24個單位100人參加，就低放射性廢棄物量測比對與偵檢儀器校正能力試驗等議題進行研討。</li> <li>● 100年12月8日清華大學核工所師生34人參訪國家游離輻射標準實驗室。</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 提供標準射源辦理環境級與中低強度分析能力試驗</li> </ul>	<p>10006：完成核種分析能力試驗所須標準射源</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 100年6月陸續提供以<math>4\pi\gamma</math>游離腔標定相關核種放射活度，包括Co-60、Cs-134、Cs-137與Sr-90等射源，供環境級與中低強度分析能力試驗追溯使用。</li> </ul>	符合預定進度
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 石墨卡計原級標準系統之量測電路開發</li> </ul>	<p>10006：完成核心/夾克/護套電路設計模擬</p> <p>10012：完成實體電路及測試。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 100年6月陸續完成溫度量測熱敏電阻器之測定，定出其在預定使用溫度變動範圍內(約25°C)電阻與溫度之關係。同時完成核心/夾克/護套之溫度量測電橋與比溫電橋之設計模擬與實現。</li> <li>● 100年10至12月陸續完成石墨卡計量測電路離散元件實現與測試，包含核心溫度量測電路、加熱與計時電路；夾克/護套溫度量測電路、加熱電路；接體溫度控制電路，電阻組合解析度達1.5m歐姆。</li> </ul>	符合預定進度

## 2. 目標達成情形

年度目標達成度說明表

計畫目標	目標達成度	差異檢討
<p>(1) 量化指標</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● SCI 期刊 1 篇</li> <li>● 技術報告或其他論文 23 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 220 件</li> <li>● 參與國際量測比對 3 項</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 發表 1 篇。</li> <li>● 發表 34 篇。</li> <li>● 提出專利 1 項。</li> <li>● 4 場。</li> <li>● 1 次</li> <li>● 例行校正服務達 244 件，收費達 3,469,600 元，超越預期目標。</li> <li>● 參與 4 項次。</li> </ul>	<p>達到目標。 超越目標。</p> <p>達到目標。 超越目標。</p> <p>達到目標。 超越目標。</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>● 提供放射性核種協助推行環境級與中低強度放射核種活度能力試驗</li> <li>● 完成蒙地卡羅評估 Co-60 水吸收劑量原級標準游離腔之腔壁效應，量測不確定度小於 0.5%。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 完成環境級核種能力試驗與中低強度核種分析能力試驗由國家游離輻射標準實驗室提供液態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>● 完成蒙地卡羅評估 Co-60 水吸收劑量原級標準游離腔之腔壁效應，量測不確定度 0.14%</li> </ul>	<p>無差異。</p> <p>無差異。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 完成石墨熱卡計核心(Core)元件研製。</li> <li>● 第八次人員劑量計能力試驗</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 完成石墨熱卡計核心元件研製，及規格與性能測試。</li> <li>● 完成第八次人員劑量計能力試驗，並於 5 月 23 日在本實驗室召開總結會議。所有參與單位皆通過測試。</li> </ul>	<p>無差異。</p> <p>無差異。</p>

計畫目標	目標達成度	差異檢討
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 第五次輻射偵測儀器校正能力試驗</li>   <li>● 石墨卡計原級標準系統之量測電路開發</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 完成能力試驗計畫書及各項品保文件，並於10月25日召開能力試驗說明會。12月19日開始進行標準件傳遞，計有核研所輻射偵測儀器校正實驗室、台電放射試驗室、台電放射試驗室龍門工作隊、台電放射試驗室核三工作隊、輻射偵測中心與清華大學參加本次測試。</li>   <li>● 完成石墨卡計量測電路離散元件實現與測試，包含核心溫度量測電路、加熱與計時電路；夾克 / 護套溫度量測電路、加熱電路；接體溫度控制電路，電阻組合解析度達1.5m 歐姆。</li> </ul>	<p>無差異。</p> <p>無差異。</p>

## (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)
張栢菁			0.25	0.25	0 %

註：差異若超過 15 %請略說明理由

#### (2) 計畫人力

分類		職 稱					學 歷					合計
狀	況	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	
100	預計 (人年)	0.30	1.00	5.40	3.20	1.00	0.76	6.10	3.38	0.66	0	10.90
	實際 (人年)	0.30	1.00	5.40	3.20	1.00	0.76	6.10	3.38	0.66	0	10.90

## 2、設備購置與利用情形

### 100 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	9,302	90.29	9301	90.33	
設備費	1,000	9.71	996	9.67	
合 計	10,302	100	10,297	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	0	157,231 元	偶發個案，未列入原計畫中。
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	2,100,000 元	3,469,600 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	2,100,000 元	3,626,831 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標準

V 參加會議

出差性質	主要內容	出差機構及國家	期 間	參加人員姓名	在本計畫擔任之工作	對本計畫之助益
會議	參加海峽兩岸計量研討會	中國計量科學研究院/大陸	1000420-1000428	王正忠	建立環境級活度標準校正技術	針對低放射性廢棄物量測(measurement of low-level radioactive waste)暨放射醫學影像技術(medical imaging and radiological technology)產品開發研究兩議題，與陸方包括計量、檢驗、認證、驗證及消費品主管人員進行交流，促進我國游離輻射相關技術與產品於大陸行銷之可行性。
會議	參加第 26 屆台日核能安全研討會議及參訪原子能開發機構，	日本原子力產業協會/日本	1000724-1000729	張栢菁	計畫主持人	探討日本福島核事故相關技術及福島核事故後社會可能之影響，本會議對本計畫因應福島核事故對全球輻射量測計量標準及相關量測技術之建立極具參考價值。
會議	參加放射核種標準國際會議(18 <sup>th</sup> International conference on radiation metrology and its application, ICRM 2011)	日本國家標準實驗室/日本	1000919-1000923	袁明程 葉俊賢	實驗室負責人 游校技術服務與放射活度量測	發表論文並收集國際發展趨勢，或參訪相關實驗室。
會議	參加游離輻射標準於輻射防護領域應用相關國際會議(56 <sup>th</sup> annual meeting of the Health Physics Society)	保健物理學會/美國	1000625-1000702	張淑君	光子輻射場劑量蒙地卡羅評估評估	發表論文並收集國際發展趨勢，參訪相關實驗室，進行技術交流。

會議	參加 2011 年亞太游離輻射技術委員會(TCRI)會議與亞太計量組織(APMP)大會，瞭解全球計量發展現況與亞太各國游離輻射計量標準發展的趨勢，建立國際量測比對的管道，促進亞太各實驗室間的技術交流與合作，提昇本實驗室的量測技術能力。	日本國家標準實驗室/日本	1001204-1001210	張栢菁 袁明程 李振弘	計畫主持人 活度標準技術負責人 計畫協同主持人	了解全球計量發展現況與亞太各國游離輻射計量標準發展的趨勢，建立國際量測比對的管道，促進亞太各實驗室間的技術交流與合作，提昇本實驗室的量測技術能力。
----	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------	-----------------	-------------------	-------------------------------	---------------------------------------------------------------------------

#### (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>蒙地卡羅評估 Co-60水吸收劑量 原級標準游離腔之 腔壁效應</p>	<p>目前全球通常都以Co-60輻射場作為放射治療劑量之標準校正源，而腔壁效應是使用空氣游離腔作為原級標準時的一個重要修正量，早期都是採用線性外插的實驗方式來評估修正因子，但1999年加拿大國家研究委員會(National Research Council Canada, NRCC)的Roger D. W. O. and Treurniet J. 提出外插實驗的結果會高估約0.9 %。現改用蒙地卡羅方法重新評估腔壁效應修正因子，將可提升放射治療劑量之準確度。</p>
<p>石墨熱卡計核心 (Core)元件研製</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。</p>



## (二) 研究成果統計

### 研究成果統計表

成果 項目 分項計 畫名稱	專利權 (項數)	著作權 (項數)	論文 (篇數)		一般研究報告 (篇數)			技術創新 (項數)				技術引進 (項數)	技術移 轉		技術服務		研討會			
			國內 發表	國外 發表	技術	調查	訓練	產品	製程	應用 軟體	技術		項數	廠家	項數	廠家	場次	人數	日數	
游離輻射國 家標準之建 立計畫(1/4)	0		5	1	29													4	474	4
小 計	0		5	1	29													4	474	4
合 計	0		6		29											474				

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

中華民國一〇〇年一月一日至一〇〇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（100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-99347	PTW TW30013 校正	1	久和醫療儀器(股)公司	99.11.18	100.01.04	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-99350	PTW TW30013 校正	1	台灣愛可芮公司	99.12.01	100.01.04	9600	一級	陳勝基
KK1008	NRSL-99239	中子測量儀器校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	99.12.01	100.01.05	9600	一級	黃冠儒
KK1001	NRSL-99358	PTW TN3001 校正	1	淡水馬階醫院	99.12.13	100.01.07	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-99334	Wellhofer FC65-P	1	亞東紀念醫院	99.11.11	100.01.07	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-99352	Standard Imaging XW061448	1	亞東紀念醫院	99.12.02	100.01.07	9600	一級	陳勝基
KK1009	NRSL-99328	井型游離腔校正	1	嘉義長庚紀念醫院	99.12.06	100.01.18	14000	一級	謝明崇
KK1004	NRSL-99362	公稱電壓校正	1	兆鑫醫院物理(股)公司	100.01.07	100.01.18	9600	一級	楊景安
KK1004	NRSL-99363	游離腔校正	1	兆鑫醫院物理(股)公司	100.01.07	100.01.18	9600	一級	楊景安
KK1001	NRSL-99337	PTW TW30013 校正	1	成大醫院	99.11.24	100.01.19	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-99341	PTW TW30013 校正	1	成大醫院	99.11.24	100.01.19	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-99338	PTW TW30013 校正	1	成大醫院	99.11.24	100.01.19	9600	一級	陳勝基

KK1005	NRSL-99342	PTW TW30013 校正	1	成大醫院	99.11.24	100.01.19	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-99339	PTW TW23343 校正	1	成大醫院	99.11.24	100.01.19	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-99340	PTW TW23343 校正	1	成大醫院	99.11.24	100.01.19	9600	一級	陳勝基
KK1009	NRSL-993441	井型游離腔校正	1	成大醫院	99.12.08	100.01.19	14000	一級	陳勝基
KK1004	NRSL-982281	公稱電壓校正	1	高雄榮民總醫院	98.10.15	100.01.28	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100001	Wellhofer FC65-P	1	大千綜合醫院	100.01.07	100.02.08	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100002	Wellhofer FC65-P	1	大千綜合醫院	100.01.07	100.02.08	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100003	Wellhofer FC65-P	1	大千綜合醫院	100.01.07	100.02.08	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100004	Wellhofer FC65-P	1	大千綜合醫院	100.01.07	100.02.08	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-99369	PTW TW30013 校正	1	華霖(股)公司	99.12.27	100.02.08	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-99370	PTW TW30013 校正	1	華霖(股)公司	99.12.27	100.02.08	9600	一級	陳勝基
KK1009	NRSL-99273	中子偵檢器校正	1	義大醫療財團法人義大醫院	99.08.27	100.02.10	9600	一級	謝明崇
KK1001	NRSL-99367	PTW TW30013 校正	1	久和醫療儀器(股)公司	99.12.27	100.02.17	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-99368	PTW TW30013 校正	1	久和醫療儀器(股)公司	99.12.27	100.02.17	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-99372	IBAFC-65P 校正	1	洽泰企業有限公司	100.01.06	100.03.01	9600	一級	陳勝基
KK1008	NRSL-99377	中子偵檢器校正	1	施蘭卜吉公司	100.01.17	100.03.03	9600	一級	黃冠儒
KK1001	NRSL-100006	PTW TW30013 校正	1	富特茂(股)公司	100.01.20	100.03.07	9600	一級	陳勝基
KK1008	NRSL-99349	中子偵檢器校正	1	臺灣新吉美碩(股)公司	100.01.25	100.03.11	9600	一級	黃冠儒
KK1001	NRSL-99374	Standard Imaging A19	1	磊信國際有限公司	100.01.06	100.03.01	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-99375	Standard Imaging A19	1	磊信國際有限公司	100.01.06	100.03.01	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100041	Dosimeter Diode 校正	1	久和醫療儀(股)公司	100.03.10	100.03.24	9600	一級	陳勝基

KK1001	NRSL-100048	游離腔校正	1	中國醫藥大學附設醫院	100.03.11	100.03.29	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100050	Standard ImagingAisl 校正	1	新光醫療財團法人新光吳火獅紀念醫院	100.03.28	100.04.19	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-99268	PTW TW30013 校正	1	台大醫院雲林分院	99.09.03	100.04.20	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-99269	PTW TW30013 校正	1	台大醫院雲林分院	99.09.03	100.04.20	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-99270	PTW TW23343 校正	1	台大醫院雲林分院	99.09.03	100.04.20	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-99271	PTW TW23343 校正	1	台大醫院雲林分院	99.09.03	100.04.20	9600	一級	陳勝基
KK1009	NRSL-99267	井式游離腔校正	1	台大醫院雲林分院腫瘤科	99.10.08	100.04.20	14000	一級	謝明崇
KK1001	NRSL-100056	PTW TW31010 校正	1	東穎生物科技(股)公司	100.04.07	100.04.28	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100057	PTW TW31010 校正	1	東穎生物科技(股)公司	100.04.07	100.04.28	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100058	PTW TW30006 校正	1	東穎生物科技(股)公司	100.04.07	100.04.28	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100059	PTW TW30006 校正	1	東穎生物科技(股)公司	100.04.07	100.04.28	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100060	PTW TW23343 校正	1	東穎生物科技(股)公司	100.04.07	100.04.28	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100061	PTW TW23343 校正	1	東穎生物科技(股)公司	100.04.07	100.04.28	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100024	Wellhofer IC15 校正	1	澄清醫院中港分院	100.03.28	100.05.03	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100025	PTW TN30010 校正	1	澄清醫院中港分院	100.03.28	100.05.03	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100055	PTW TN30001 校正	1	久和醫療儀器(股)公司	100.03.29	100.05.03	9600	一級	陳勝基
KK1011	NRSL-100028	放射源粒子發射慮校正	1	台電放射試驗室	100.03.31	100.05.04	12000	一級	陳敏達
KK1011	NRSL-100029	放射源粒子發射慮校正	1	台電放射試驗室	100.03.31	100.05.04	12000	一級	陳敏達
KK1011	NRSL-100030	放射源粒子發射慮校正	1	台電放射試驗室	100.03.31	100.05.04	12000	一級	陳敏達
KK1011	NRSL-100031	放射源粒子發射慮校正	1	台電放射試驗室	100.03.31	100.05.04	12000	一級	陳敏達
KK1011	NRSL-100032	放射源粒子發射慮校正	1	台電放射試驗室	100.03.31	100.05.04	12000	一級	陳敏達

KK1011	NRSL-100033	放射源粒子發射慮校正	1	台電放射試驗室	100.03.31	100.05.04	12000	一級	陳敏達
KK1011	NRSL-100034	放射源粒子發射慮校正	1	台電放射試驗室	100.03.31	100.05.04	12000	一級	陳敏達
KK1011	NRSL-100035	放射源粒子發射慮校正	1	台電放射試驗室	100.03.31	100.05.04	12000	一級	陳敏達
KK1011	NRSL-100036	放射源粒子發射慮校正	1	台電放射試驗室	100.03.31	100.05.04	12000	一級	陳敏達
KK1011	NRSL-100037	放射源粒子發射慮校正	1	台電放射試驗室	100.03.31	100.05.04	12000	一級	陳敏達
KK1011	NRSL-100038	放射源粒子發射慮校正	1	台電放射試驗室	100.03.31	100.05.04	12000	一級	陳敏達
KK1011	NRSL-100039	放射源粒子發射慮校正	1	台電放射試驗室	100.03.31	100.05.04	12000	一級	陳敏達
KK1011	NRSL-100040	放射源粒子發射慮校正	1	台電放射試驗室	100.03.31	100.05.04	12000	一級	陳敏達
KK1011	NRSL-100041	放射源粒子發射慮校正	1	台電放射試驗室	100.03.31	100.05.04	12000	一級	陳敏達
KK1009	NRSL-100075	井型游離腔校正	1	高雄醫學大學附設醫院放腫科	100.04.18	100.05.06	14000	一級	謝明崇
KK1001	NRSL-100073	PTW TM30013 校正	1	高雄醫學大學附設醫院放腫科	100.04.15	100.05.06	9600	一級	謝明崇
KK1009	NRSL-100069	井型游離腔校正	1	高雄榮民總醫院放腫科	100.04.20	100.05.06	14000	一級	謝明崇
KK1005	NRSL-100063	Standard Imaging AISL	1	中山醫學大學附設醫院	100.04.07	100.05.18	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100064	Standard Imaging AISL	1	中山醫學大學附設醫院	100.04.07	100.05.18	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100066	PTW TM31013 校正	1	義大醫療財團法人義大醫院	100.04.14	100.05.19	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100067	PTW TM31013 校正	1	義大醫療財團法人義大醫院	100.04.14	100.05.19	9600	一級	陳勝基
KK1008	NRSL-100070	中子偵檢器	1	東駒(股)公司	100.04.14	100.05.24	9600	一級	黃冠儒
KK1005	NRSL-100071	Standard Imaging AISL	1	阮綜合醫院	100.04.15	100.05.24	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100080	PTW TW31010 校正	1	九和儀器試藥(股)公司	100.04.29	100.05.24	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100052	PTW TW30013 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	100.03.28	100.05.30	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100053	PTW TW30013 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	100.03.28	100.05.30	9600	一級	陳勝基

KK1001	NRSL-100054	PTW TW30013 校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	100.03.28	100.05.30	9600	一級	陳勝基
		第8次人員劑量計能力試驗	6	貝克西弗股份有限公司	100.05.19	100.05.30	172800	一級	陳俊良
		第8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	100.05.19	100.05.31	172800	一級	陳俊良
KK1004	NRSL-100081	公稱電壓校正	1	奇異亞洲醫療設備(股)公司	100.05.10	100.06.08	9600	一級	朱健豪
KK1004	NRSL-100082	公稱電壓校正	1	奇異亞洲醫療設備(股)公司	100.05.10	100.06.08	9600	一級	朱健豪
KK1004	NRSL-100083	公稱電壓校正	1	奇異亞洲醫療設備(股)公司	100.05.10	100.06.08	9600	一級	朱健豪
KK1004	NRSL-100084	公稱電壓校正	1	奇異亞洲醫療設備(股)公司	100.05.10	100.06.08	9600	一級	朱健豪
		第8次人員劑量計能力試驗	6	財團法人中華民國輻射防護協會	100.05.19	100.06.10	172800	一級	陳俊良
		第8次人員劑量計能力試驗	6	台灣電力公司放射試驗室	100.05.19	100.06.16	172800	一級	陳俊良
		第8次人員劑量計能力試驗	6	台灣電力公司放射試驗室	100.05.19	100.06.16	172800	一級	陳俊良
		第8次人員劑量計能力試驗	6	台灣電力公司放射試驗室	100.05.19	100.06.16	172800	一級	陳俊良
		第8次人員劑量計能力試驗(TLD)	1	國立清華大學原科中心	100.05.19	100.06.27	172800	一級	陳俊良
		第8次人員劑量計能力試驗(OSLD)	1	國立清華大學原科中心	100.05.19	100.06.27	172800	一級	陳俊良
KK1001	NRSL-100105	Standard Imaging	1	磊信國際有限公司	100.06.10	100.06.27	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100106	Standard Imaging	1	磊信國際有限公司	100.06.10	100.06.27	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100109	PTW TW31010 校正	1	磊信國際有限公司	100.06.10	100.06.27	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100093	Exradin A12	1	國泰綜合醫院	100.06.09	100.06.29	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100094	Exradin A12	1	國泰綜合醫院	100.06.09	100.06.29	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100095	Wellhofer FC65-P	1	國泰綜合醫院	100.06.09	100.06.29	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100096	Wellhofer FC65-P	1	國泰綜合醫院	100.06.09	100.06.29	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100098	PTW TW23343 校正	1	國泰綜合醫院	100.06.09	100.06.29	9600	一級	陳勝基

KK1005	NRSL-100099	PTW TW23343 校正	1	國泰綜合醫院	100.06.09	100.06.29	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100092	PTW TW30013 校正	1	國泰綜合醫院	100.06.09	100.06.29	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100097	Standard Imaging	1	國泰綜合醫院	100.06.09	100.06.29	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100111	PTW TW30013 校正	1	九和生物科技(股)公司	100.06.13	100.07.06	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100112	PTW TW30013 校正	1	九和生物科技(股)公司	100.06.13	100.07.06	9600	一級	陳勝基
KK1003	NRSL-100103	游離腔校正	1	友信行(股)公司	100.06.20	100.07.08	9600	一級	朱健豪
KK1001	NRSL-100123	Wellhofer FC65-P	1	高雄榮民總醫院	100.06.14	100.07.12	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100124	Wellhofer PPC05	1	高雄榮民總醫院	100.06.14	100.07.12	9600	一級	陳勝基
KK1003	NRSL-100143	CT 游離腔	1	國泰綜合醫院	100.06.29	100.07.15	9600	一級	朱健豪
KK1001	NRSL-100088	PTW TW31010 校正	1	義大醫療財團法人義大醫院	100.06.09	100.07.18	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100146	Standard Imaging	1	高雄醫學大學附設中和紀念醫院	100.07.05	100.07.21	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100147	Standard Imaging	1	高雄醫學大學附設中和紀念醫院	100.07.05	100.07.21	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100141	PTW TW30013 校正	1	振興醫院	100.06.30	100.07.22	9600	一級	陳勝基
KK1004	NRSL-100078	游離腔校正	1	友信行(股)公司	100.05.19	100.07.27	9600	一級	楊景安
KK1003	NRSL-100079	游離腔校正	1	友信行(股)公司	100.05.19	100.07.27	9600	一級	楊景安
KK1001	NRSL-100125	Wellhofer FC65-P	1	洽泰企業有限公司	100.06.14	100.07.27	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100126	Wellhofer FC65-P	1	洽泰企業有限公司	100.06.14	100.07.27	9600	一級	陳勝基
KK1004	NRSL-100090	公稱電壓校正	1	奇異亞洲醫療設備(股)公司	100.06.23	100.07.27	9600	一級	陳勝基
KK1008	NRSL-100115	中子偵檢器校正	1	奇異亞洲醫療設備(股)公司	100.06.16	100.07.27	9600	一級	黃冠儒
KK1008	NRSL-100135	中子偵檢器校正	1	義大醫療財團法人義大醫院	100.06.20	100.08.16	9600	一級	黃冠儒
KK1008	NRSL-100174	中子偵檢器校正	1	中研院物理所	100.07.27	100.08.16	9600	一級	黃冠儒

KK1008	NRSL-100122	中子偵檢器校正	1	東駒(股)公司	100.06.30	100.08.17	9600	一級	黃冠儒
KK1008	NRSL-100159	中子偵檢器校正	1	中鋼公司	100.07.25	100.08.17	9600	一級	黃冠儒
KK1002	NRSL-100178	游離腔校正	1	輻射偵測中心	100.08.18	100.08.19	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100185	iba FC65-P 校正	1	方泰貿易有限公司	100.08.01	100.08.19	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100192	PTW TM30013 校正	1	安泰醫療社團法人安泰醫院	100.08.09	100.08.29	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100193	PTW TM23343 校正	1	安泰醫療社團法人安泰醫院	100.08.09	100.08.29	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100085	Wellhofer IC69	1	彰化秀傳醫院	100.05.06	100.08.29	9600	一級	陳勝基
KK1002	NRSL-100087	游離腔校正	1	彰化秀傳醫院	100.05.06	100.08.29	9600	一級	陳勝基
KK1008	NRSL-100130	中子偵檢器校正	1	台塑石化(股)公司	100.06.21	100.08.30	2400	一級	黃冠儒
KK1008	NRSL-100131	中子偵檢器校正	1	台塑石化(股)公司	100.06.21	100.08.30	2400	一級	黃冠儒
KK1008	NRSL-100132	中子偵檢器校正	1	台塑石化(股)公司	100.06.21	100.08.30	2400	一級	黃冠儒
KK1001	NRSL-100171	PTW TM30013 校正	1	國霖國際(股)公司	100.07.21	100.08.30	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100172	PTW TM30013 校正	1	國霖國際(股)公司	100.07.21	100.08.30	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100151	PTW TW30013 校正	1	台灣愛可芮公司	100.07.07	100.08.30	9600	一級	陳勝基
KK1008	NRSL-100190	中子偵檢器校正	1	台灣玻璃有限公司台中廠	100.08.25	100.09.01	9600	一級	黃冠儒
KK1008	NRSL-100196	中子偵檢器校正	1	量子輻射科技(股)公司	100.08.15	100.09.06	9600	一級	黃冠儒
KK1001	NRSL-100144	PTW TW30001 校正	1	長庚醫療財團法人高雄長庚紀念醫院	100.07.05	100.09.13	9600	一級	陳勝基
KK1009	NRSL-100150	井型游離腔校正	1	長庚醫療財團法人高雄長庚紀念醫院	100.08.04	100.09.13	14000	一級	謝明崇
KK1008	NRSL-100154	中子偵檢器校正	1	奇異亞洲醫療設備(股)公司	100.08.09	100.09.13	9600	一級	黃冠儒
KK1011	NRSL-100160	放射源粒子發射率校正	1	台電放射試驗室	100.08.10	100.09.15	12000	一級	陳敏達
KK1011	NRSL-100160	放射源粒子發射率校正	1	台電放射試驗室	100.08.10	100.09.15	12000	一級	陳敏達



KK1011	NRSL-100160	放射源粒子發射率校正	1	台電放射試驗室	100.08.10	100.09.15	12000	一級	陳敏達
KK1011	NRSL-100160	放射源粒子發射率校正	1	台電放射試驗室	100.08.10	100.09.15	12000	一級	陳敏達
KK1011	NRSL-100160	放射源粒子發射率校正	1	台電放射試驗室	100.08.10	100.09.15	12000	一級	陳敏達
KK1011	NRSL-100160	放射源粒子發射率校正	1	台電放射試驗室	100.08.10	100.09.15	12000	一級	陳敏達
KK1005	NRSL-100186	PTW TM31010 校正	1	久和醫療儀器(股)公司	100.08.05	100.09.03	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100187	PTW TM31010 校正	1	久和醫療儀器(股)公司	100.08.05	100.09.03	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100188	PTW TM31014 校正	1	久和醫療儀器(股)公司	100.08.05	100.09.03	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100189	PTW TM31014 校正	1	久和醫療儀器(股)公司	100.08.05	100.09.03	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100180	PTW TN31013 校正	1	財團法人佛教慈濟綜合醫院	100.07.29	100.09.23	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100181	PTW TN31013 校正	1	財團法人佛教慈濟綜合醫院	100.07.29	100.09.23	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100182	PTW N30001 校正	1	財團法人佛教慈濟綜合醫院	100.07.29	100.09.23	9600	一級	陳勝基
KK1006	NRSL-100166	1.85GBq 貝他射源校正	1	台電放射試驗室核三工作隊	100.09.15	100.09.23	60000	一級	朱健豪
KK1005	NRSL-100155	PTW TW31010 校正	1	久和醫療儀器(股)公司	100.07.14	100.09.23	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100156	PTW TW30013 校正	1	久和醫療儀器(股)公司	100.07.14	100.09.23	9600	一級	陳勝基
KK1004	NRSL-100201	公稱電壓校正	1	奇異亞洲醫療設備(股)公司	100.08.25	100.10.03	9600	一級	楊景安
KK1004	NRSL-100202	公稱電壓校正	1	奇異亞洲醫療設備(股)公司	100.08.25	100.10.03	9600	一級	楊景安
KK1004	NRSL-100203	公稱電壓校正	1	奇異亞洲醫療設備(股)公司	100.08.25	100.10.03	9600	一級	楊景安
KK1004	NRSL-100204	公稱電壓校正	1	奇異亞洲醫療設備(股)公司	100.08.25	100.10.03	9600	一級	楊景安
KK1004	NRSL-100205	公稱電壓校正	1	奇異亞洲醫療設備(股)公司	100.08.25	100.10.03	9600	一級	楊景安
KK1002	NRSL-100133	游離腔校正	1	國立清華大學原科中心	100.09.08	100.10.11	9600	一級	陳勝基
KK1004	NRSL-99234	游離腔校正	1	西門子(股)公司	99.08.17	100.10.12	9600	一級	楊景安

KK1003	NRSL-99235	游離腔校正	1	西門子(股)公司	99.08.17	100.10.12	9600	一級	楊景安
KK1009	NRSL-100240	井型游離腔校正	1	戴德森醫療財團法人嘉意義基督醫院	100.09.30	100.10.14	14000	一級	謝明崇
KK1005	NRSL-100241	PTW TW30010 校正	1	戴德森醫療財團法人嘉意義基督醫院	100.09.22	100.10.14	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100242	PTW TW30010 校正	1	戴德森醫療財團法人嘉意義基督醫院	100.09.22	100.10.14	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100136	Wellhofer FC65-P	1	財團法人佛教慈濟綜合醫院台中分院	100.07.05	100.10.14	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100138	Wellhofer FC65-P	1	財團法人佛教慈濟綜合醫院台中分院	100.07.05	100.10.14	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100137	Wellhofer PPC05	1	財團法人佛教慈濟綜合醫院台中分院	100.07.05	100.10.14	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100139	Wellhofer PPC05	1	財團法人佛教慈濟綜合醫院台中分院	100.07.05	100.10.14	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100139	Wellhofer FC65-P	1	鑫梓(股)公司	100.09.30	100.10.20	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100206	IBA FC65-P	1	林新醫療社團法人林新醫院	100.09.01	100.10.25	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100207	IBA PPC05	1	林新醫療社團法人林新醫院	100.09.01	100.10.25	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100208	IBA CC01	1	林新醫療社團法人林新醫院	100.09.01	100.10.25	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100209	IBA CC13	1	林新醫療社團法人林新醫院	100.09.01	100.10.25	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100210	IBA CC13	1	林新醫療社團法人林新醫院	100.09.01	100.10.25	9600	一級	陳勝基
KK1006	NRSL-100153	中子偵檢器校正	1	陸軍核生化防護研究中心	100.08.01	100.10.25	9600	一級	黃冠儒
KK1005	NRSL-100216	Exradin A12 校正	1	長庚醫療財團法人基隆長庚紀念醫院	100.09.05	100.10.26	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100217	Exradin A12 校正	1	長庚醫療財團法人基隆長庚紀念醫院	100.09.05	100.10.26	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100215	Exradin M2 校正	1	磊信國際有限公司	100.09.20	100.10.26	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100250	NE2581 校正	1	台中榮民總醫院	100.09.27	100.10.26	9600	一級	陳勝基
KK1004	NRSL-100244	游離腔校正	1	長庚醫療財團法人嘉義長庚紀念醫院	100.10.23	100.10.28	9600	一級	楊景安
KK1004	NRSL-100245	公稱電壓校正	1	長庚醫療財團法人嘉義長庚紀念醫院	100.10.23	100.10.28	9600	一級	楊景安

KK1008	NRSL-100261	中子偵檢器校正	1	量子輻射科技(股)公司	100.10.12	100.11.02	9600	一級	陳勝基
KK1008	NRSL-100278	中子偵檢器校正	1	銳昕科技有限公司	100.10.28	100.11.02	9600	一級	黃冠儒
KK1005	NRSL-100223	PTW TN30013校正	1	醫世紀科技(股)公司	100.09.21	100.11.03	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100224	Standard Imaging AISL校正	1	醫世紀科技(股)公司	100.09.21	100.11.03	9600	一級	陳勝基
KK1005	NRSL-100248	Standard Imaging A19校正	1	埔里基督教醫院	100.09.26	100.11.03	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100252	PTW TM31002校正	1	台中榮民總醫院	100.09.28	100.11.03	9600	一級	陳勝基
KK1004	NRSL-100246	公稱電壓校正	1	醫療財團法人辜公亮基金會和信治癌中心	100.10.04	100.11.08	9600	一級	楊景安
KK1001	NRSL-100128	PTW 30013校正	1	淡水馬偕醫院	100.06.15	100.11.08	9600	一級	陳勝基
KK1003	NRSL-100256	CT游離腔校正	1	振興醫療財團法人振興醫院	100.10.17	100.11.14	9600	一級	朱健豪
KK1001	NRSL-100220	PTW 30013校正	1	久和醫療儀器(股)公司	100.09.21	100.11.15	9600	一級	陳勝基
KK1004	NRSL-100221	PTW 30013校正	1	久和醫療儀器(股)公司	100.09.21	100.11.15	9600	一級	楊景安
		輻射偵檢儀器校正能力試驗	1	陸軍核生化防護研究中心	100.11.16	100.11.16	36000	一級	劉春泰
KK1008	NRSL-100214	中子偵檢器校正	1	財團法人佛教慈濟綜合醫院	100.10.02	100.11.18	9600	一級	黃冠儒
KK1003	NRSL-100282	CT游離腔校正	1	寰亞國際(股)公司	100.11.17	100.11.18	9600	一級	朱健豪
KK1006	NRSL-100281	貝他佩章照射	2	同步輻射研究中心	100.11.21	100.12.02	4800	一級	朱健豪
KK1001	NRSL-100291	NE2571校正	1	新光醫療財團法人新光吳火獅紀念醫院	100.11.17	100.12.06	9600	一級	陳勝基
KK1003	NRSL-100302	CT游離腔校正	1	盛泰和有限公司	100.11.24	100.12.07	9600	一級	楊景安
KK1003	NRSL-100303	CT游離腔校正	1	盛泰和有限公司	100.11.24	100.12.07	9600	一級	楊景安
KK1008	NRSL-100027	中子偵檢器校正	1	貝克西弗股份有限公司	100.03.18	100.12.08	9600	一級	黃冠儒
KK1006	NRSL-99168	人員劑量計照射	2	貝克西弗股份有限公司	99.11.26	100.12.08	4800	一級	朱健豪
KK1001	NRSL-100222	PTW TW31010校正	1	羅東博愛醫院	100.09.19	100.12.12	9600	一級	陳勝基

KK1004	NRSL-100275	公稱電壓校正	1	長庚大學	100.12.01	100.12.14	9600	一級	陳勝基
KK1003	NRSL-100301	CT 游離腔校正	1	量子輻射科技(股)公司	100.11.17	100.12.14	9600	一級	楊景安
KK1008	NRSL-100195	中子偵檢器校正	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	100.08.15	100.12.19	9600	一級	黃冠儒
KK1001	NRSL-100283	PTW TW30013 校正	1	久和生物科技有限公司	100.11.14	100.12.19	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100284	PTW TW31010 校正	1	久和生物科技有限公司	100.11.14	100.12.19	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100289	PTW TW30010 校正	1	立達豐郁有限公司	100.11.11	100.12.19	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100264	PTW TW30013 校正	1	華霖(股)公司	100.10.27	100.12.19	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100265	PTW TW30010 校正	1	華霖(股)公司	100.10.27	100.12.19	9600	一級	陳勝基
KK1001	NRSL-100266	PTW TW23343 校正	1	華霖(股)公司	100.10.27	100.12.19	9600	一級	陳勝基
KK1009	NRSL-100277	井式游離腔校正	1	亞東紀念醫院放腫科	100.10.28	100.12.20	14000	一級	謝明崇
KK1001	NRSL-100268	Wellhofer FC-65P	1	亞東紀念醫院放腫科	100.10.28	100.12.20	9600	一級	陳勝基
		合計	244				\$ 3,469,600		

### 三、結論

- 本年度的所有工作項目皆如期達成。
- 本年度預算執行率為99.96%，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244件，收入3,469,600元，100年度的計畫校正目標220件的計畫目標，由於原子能委員會推動醫療曝露品質保證計畫、醫療院所對醫療品質的觀念提升及本計畫建立醫療領域相關量測標準，使來自醫學領域之服務量略為增加，就電腦斷層掃描劑量標準的校正量從去(99)年的3台，至今(100)年已增加至7台，顯示標檢局及本實驗室在推動醫療曝露品質保證的成效。
- 本年度內共計參與4項國際量測比對，在數量上大致與上兩年度相當。
- 本年度實驗室主辦兩場輻射計量業務推廣會，與長庚大學共同主辦國際醫學影像暨放射科學研討會，並與標準檢驗局、工研院量測中心、電信研究所共同召開國家度量衡標準實驗室發展策略會議，配合政府政策，達到技術推廣與開發創新未來議題的目的。

## 伍、補充附件

### 補充附件 1、國家游離輻射標準實驗室校正需求表

表一、游離腔(含kVp meter)校正需求表(2010.11.01更新)

\*本表可於國家游離輻射標準實驗室網頁(<http://nrsl.iner.gov.tw/default.asp>或[cservice.htm](http://nrsl.iner.gov.tw/cservice.htm))下載

核能研究所  
國家游離輻射標準實驗室

桃園縣龍潭鄉佳安村文化路 1000 號  
服務專線：(02)82317717 轉 7620  
(03)4711400 轉 7620  
傳真：(03)4713489 林清鳳小姐  
E-mail: [cflin@iner.gov.tw](mailto:cflin@iner.gov.tw) 林清鳳小姐

送校單位及住址 (報告抬頭)					
送校單位 承辦人簽章		聯絡電話		E-mail	
付費單位及住址 (寄收費單)	<input type="checkbox"/> 同上 <input type="checkbox"/> 其他 _____				
測讀儀廠牌 (meter)		型號		序號	
游離腔廠牌 (chamber)		型號		序號	
游離腔工作電壓 (HV)	_____ 伏特 (Volt)				
附件	<input type="checkbox"/> 測讀儀電源線 _____ 條 <input type="checkbox"/> 其他 _____ <input type="checkbox"/> 游離腔延長線 _____ 條				
校正需求	<input type="checkbox"/> <sup>60</sup> Co 空氣克馬校正 (游離腔增建套： <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無)				
	<input type="checkbox"/> <sup>60</sup> Co 水吸收劑量校正 (游離腔是否防水： <input type="checkbox"/> 防水 <input type="checkbox"/> 不防水)				
	<input type="checkbox"/> <sup>137</sup> Cs 空氣克馬校正 (游離腔增建套： <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無)				
	<input type="checkbox"/> <sup>192</sup> Ir 參考空氣克馬率校正				
	<input type="checkbox"/> <sup>90</sup> Sr/ <sup>90</sup> Y				
	<input type="checkbox"/> X-ray空氣克馬率校正 (請參考實驗室公告射質( <a href="http://nrsl.iner.gov.tw/cservice">http://nrsl.iner.gov.tw/cservice</a> ))				
	<input type="checkbox"/> kVp meter 射質為 _____				
	游離腔與測讀儀 <input type="checkbox"/> 分開校正 <input type="checkbox"/> 合併校正 <input type="checkbox"/> 其他 _____				
注意事項					

附註：

送校單位承辦人必須確實填寫校正需求表，並簽章確認。

收件人：\_\_\_\_\_ 日期：\_\_\_\_\_

表單編號：NRSL-OP-12-01  
表單版次：3.3版

補充附件 2、本實驗室之 APMP RI(I)-K2 關鍵比對量測結果

<b>3.1 EXTRADIN Magna</b>			
Quality	Tube voltage (kV)	Calibration coefficient (Gy/C)	Relative standard uncertainty of Calibration Coefficient (coverage k=1) %
BIPM-10	10	8.837E+06	0.59
BIPM-30	30	8.554E+06	0.55
BIPM-25	25	8.477E+06	0.54
BIPM-50(b)	50	8.303E+06	0.52
BIPM-50(a)	50	8.338E+06	0.53
N-15	15	8.608E+06	0.64
N-40	40	8.354E+06	0.62
<b>3.2 OYOGIKEN AE-1340C</b>			
Quality	Tube voltage (kV)	Calibration coefficient (Gy/C)	Relative standard uncertainty of Calibration Coefficient (coverage k=1) %
BIPM-10	10	1.171E+08	0.58
BIPM-30	30	1.114E+08	0.55
BIPM-25	25	1.108E+08	0.54
BIPM-50(b)	50	1.103E+08	0.52
BIPM-50(a)	50	1.112E+08	0.54
N-15	15	1.115E+08	0.63
N-40	40	1.112E+08	0.58
<b>3.3 NE 2536/3</b>			
Quality	Tube voltage (kV)	Calibration coefficient (Gy/C)	Relative standard uncertainty of Calibration Coefficient (coverage k=1) %
BIPM-10	10	9.303E+07	0.56
BIPM-30	30	9.230E+07	0.54
BIPM-25	25	9.177E+07	0.53
BIPM-50(b)	50	8.940E+07	0.51
BIPM-50(a)	50	8.878E+07	0.52
N-15	15	9.301E+07	0.62
N-40	40	8.948E+07	0.56

補充附件 3、APMP.RI(I)-K4 Co-60 水吸收劑量關鍵比對量測數據彙整

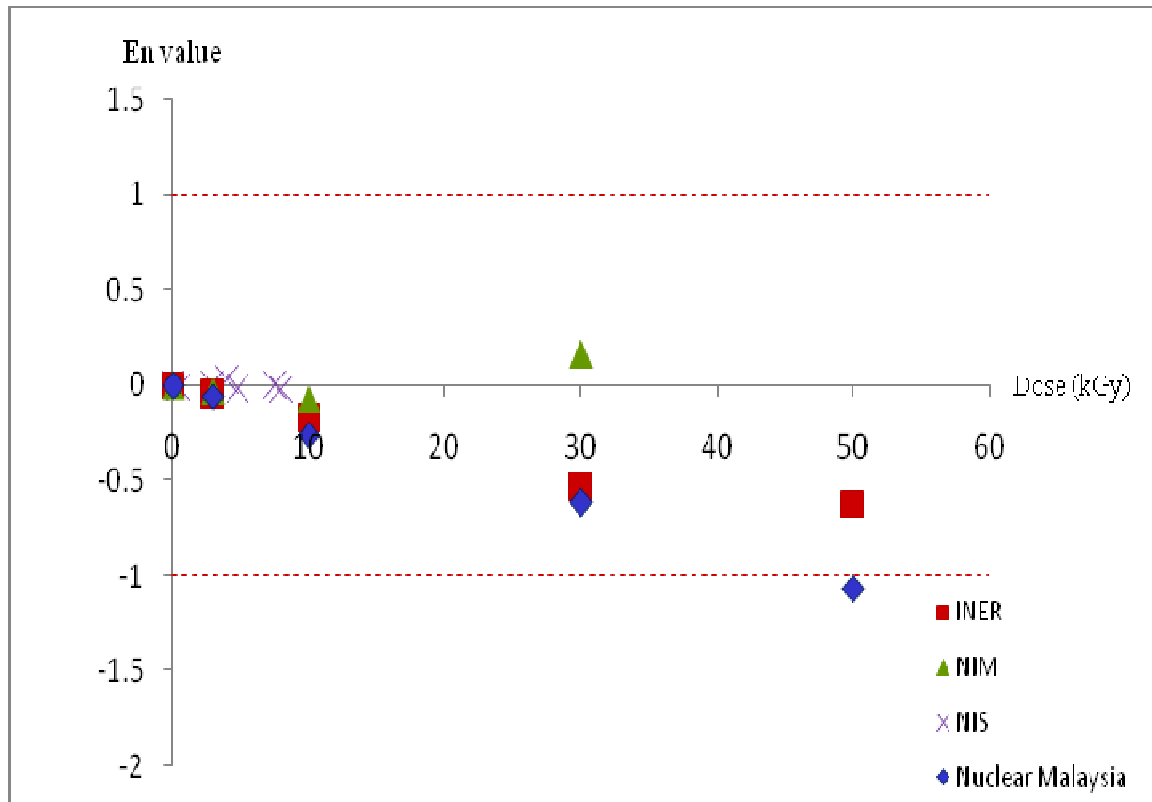
APMP.RI(I)-K4 比對 之參與實驗室	比對傳遞游離腔校正因子( $10^7$ Gy/C)		
	NE 2571 (SN 3025)	PTW 30001 (SN 2340)	PTW 30013 (SN 0348)
PTB (Germany)	4.5830	5.2960	5.2940
Nuclear Malaysia (Malaysia)	4.5910	5.3110	5.3120
AEC (Syria)	4.5950	5.3300	5.3260
KRISS (Korea)	4.5830	5.3060	5.3000
NMIJ (Japan)	4.5871	5.3120	5.3030
DMSC (Thailand)	4.6160	5.2930	5.3260
BARC (India)	4.6100	5.3200	5.3370
NIM (China)	4.6220	5.3250	5.3400
BATAN (Indonesia)	4.6110	5.3100	5.3320
INER (Taiwan)	4.6160	5.3230	5.3320
ARPANSA (Australia)	4.5902	5.3031	5.2981
NRL (New Zealand)	4.5960	5.2970	5.3110
NIS (Egypt)	4.6230	5.3140	5.3410



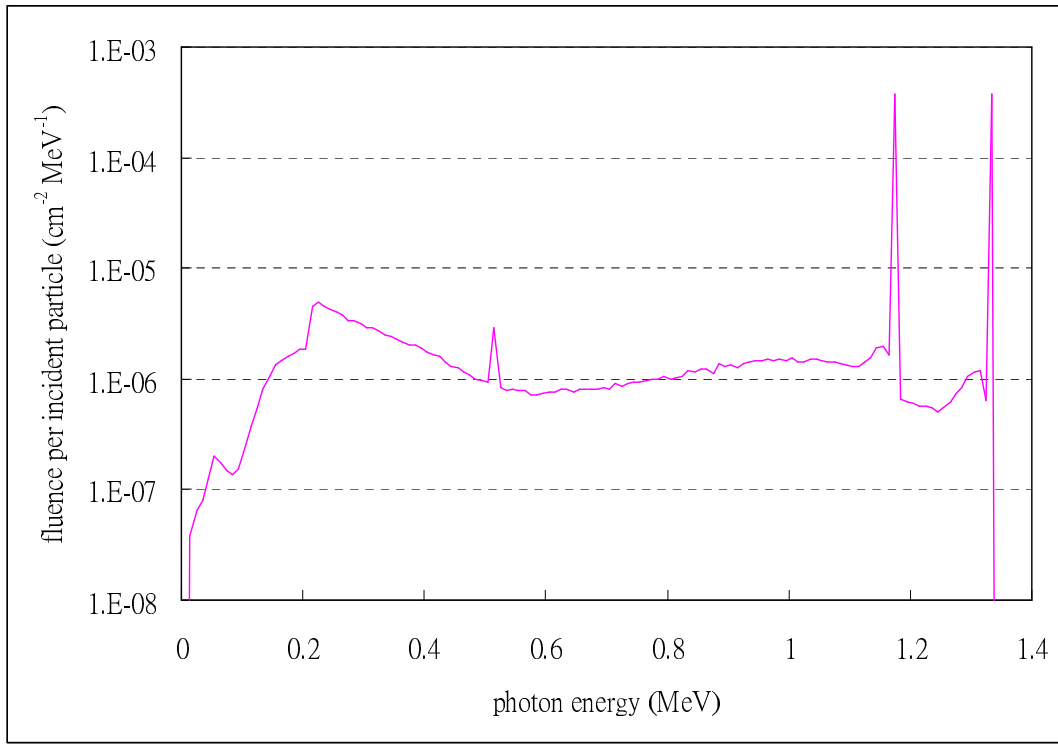
補充附件 4、APMP RI(I)-K1.1 Co-60 空氣克馬關鍵比對量測數據彙整

APMP.RI(I)-K1.1 比對 之參與實驗室	比對傳遞游離腔校正因子( $10^7$ Gy/C)		
	NE 2571 (SN 3025)	PTW 30001 (SN 2340)	PTW 30013 (SN 0348)
DMSC (Thailand)	4.2040	4.8600	4.8800
BATAN (Indonesia)	4.2180	4.8760	4.8800
INER (Taiwan)	4.2150	4.8800	4.8790
ARPANSA (Australia)	4.2230	4.9040	4.9170
NRL (New Zealand)	4.2140	4.8640	4.8920
NIS (Egypt)	4.1750	4.8170	4.8450

補充附件 5、APMP RI(I)-S1 輻射加工級 Co-60 水吸收劑量比對結果

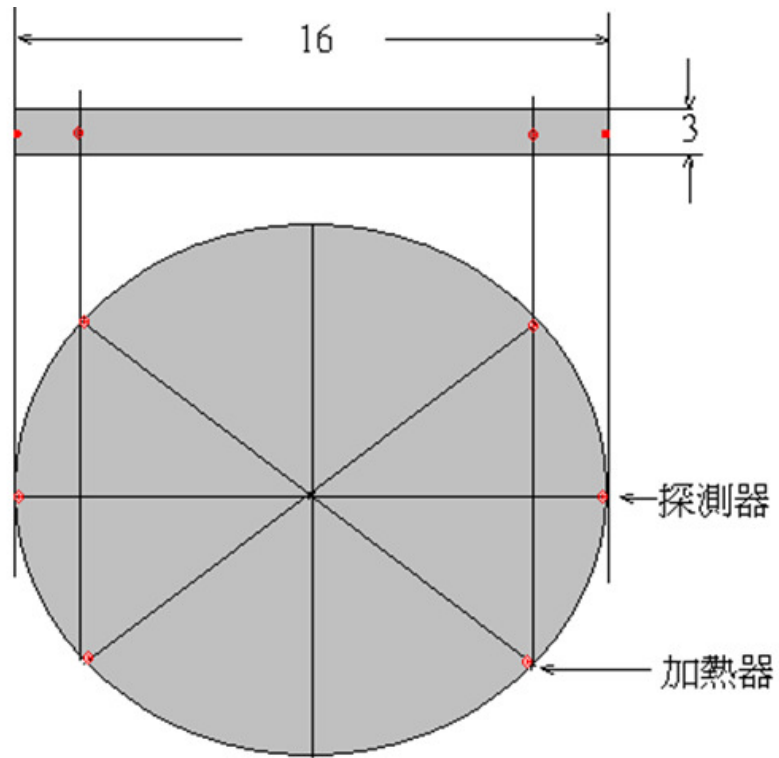


補充附件 6、Co-60 水吸收劑量原級標準游離腔之腔壁效應模擬結果(上圖為 Co-60 能譜，下表為腔壁效應計算結果)



INER chamber $k_{cav,m}$			
	SPR	HDA	LDW
$k_{cav}$	$0.9970 \pm 0.0017$	$0.9982 \pm 0.0014$	$0.9961 \pm 0.0014$

補充附件 7、石墨熱卡計核心元件(上圖為設計圖，下圖為完成的外觀照片)



補充附件 8、第八次人員劑量計能力試驗研討會



補充附件 9、醫學影像暨放射科學國際研討會



補充附件 10、100 年國家度量衡標準實驗室發展策略會議



補充附件 11、100 年游離輻射量測能力試驗研討會





補充附件 12、論文報告一覽表(摘要如附件 17)

1. 期刊論文(6)

項次	作者	出版年月	題目	期刊名稱	卷期頁數
SCI 期刊(1)					
1	Jeng-Hung Lee, Shi-Hwa Su, Ming-Tsung Hsieh, Ing-Jane Chen, Ji-An Liang and Shih-Ming Hsu	10004	Air kerma standard and measurement comparison on source strength determination for HDR Ir-192 brachytherapy in Taiwan	Radiation Protection Dosimetry	146 (1-3), pp.100-102
國內期刊(5)					
1	朱健豪 陳世昌	10001	乳房 X 光攝影儀器校正系統介紹	標準與檢驗	中華民國 100 年 1 月 145 期
2	葉俊賢	10003	日本食品照射現況	食品市場資訊	第 2-4 頁，100 卷第 3 期
3	葉俊賢	10003	國際食品照射現況	食品市場資訊	第 5-9 頁，100 卷第 3 期
4	葉俊賢	10003	日本照射食品檢驗方法	食品市場資訊	第 10-15 頁，100 卷第 3 期
5	葉俊賢	10003	國際照射食品檢驗方法	食品市場資訊	第 16-23 頁，100 卷第 3 期

2. 會議論文(8)

項次	作者	時間地點	題目	會議名稱
國際會議(3)				
1	李振弘 袁明程 朱健豪 陳英鑒	NOV 13-20, 2010, 芭達雅/泰國	Laboratory Report for 2010 APMP General Assembly	2010 APMP General Assembly

2	葉俊賢 袁明程 張栢菁	SEP 19-23, 日本	Proficiency Test for Measurement and Analysis of Clearance Mixed-Nuclide Samples	ICRM 2011
3	袁明程	NOV 13-20, 2010, 芭達 雅/泰國	2010 TCRI Activity Summary Report	2010 APMP General Assembly
國內會議(5)				
1	黃增德 林怡君 蘇水華	100年5月28 日, 長庚大學	建立空氣克馬長度校正 技術	2011 第六屆醫學 影像暨放射科學 國際研討會
2	黃增德	100年5月28 日, 長庚大學	建立劑量面積乘積校正 系統	2011 第六屆醫學 影像暨放射科學 國際研討會
3	朱葦翰、李振 弘、蘇水華、黃 增德、謝明崇	100年5月28 日, 長庚大學	Air kerma standard and measurement comparison for HDR <sup>192</sup> Ir brachytherapy sources	2011 第六屆醫學 影像暨放射科學 國際研討會
4	施彥豪、葉俊 賢、李振弘、蘇 水華	100年10月 25日, 核研所	Co-60 系統輻射品質測試	2011 游離輻射量 測能力試驗研討 會
5	鄒騰泓	100年10月 25日, 核研所	輻射劑量率偵檢器性能測 試研究	2011 游離輻射量 測能力試驗研討 會

### 3. 技術報告(16)

項次	作者	出版 年月	題目	報告編號	頁數
1	施彥豪 葉俊 賢 袁明程	10002	鈷-六十高密度矽材料半 值層測試	BSMI-INER-001-T001(100 )	20
2	林清和	10004	九十九年中低強度核種 分析混合加馬溶液能力 試驗	BSMI-INER-001-T002(100 )	76
3	蘇水華	10001	Am-241 量測與校正系統 評估報告	BSMI-INER-001-T003(100 )	30
4	蘇水華	10001	035 館 241Am 空氣克馬 率量測與游離腔校正工 作程序書	BSMI-INER-001-T004(100 )	27
5	劉春泰	10005	國家游離輻射標準暨輻	BSMI-INER-001-T005(100 )	37



			射度量儀器校正實驗室) 99 年度品質管理審查報告		
6	劉春泰	10005	國家游離輻射標準實驗室九十九年延展證認程序)	BSMI-INER-001-T006(100)	39
7	劉春泰	10005	國家游離輻射標準實驗室100年度品質稽核計畫書)	BSMI-INER-001-T007(100)	23
8	李振弘 蘇水華 陳敏達 楊崇伍 袁明程	10008	國家游離輻射標準實驗室(035 館)輻射安全評估報告)	BSMI-INER-001-T008(100)	32
9	蘇水華	10009	正離子游離腔研發設計)	BSMI-INER-001-T009(100)	20
10	蘇水華	10009	石墨卡計設計)	BSMI-INER-001-T010(100)	40
11	蘇水華	10009	貝他吸收劑量原級標準量測與校正系統)	BSMI-INER-001-T011(100)	50
12	陳俊良 袁明程	10009	第八次人員體外劑量評估實驗室能力試驗之測試結果)	BSMI-INER-001-T014(100)	56
13	陳俊良	10008	第八次人員劑量計能力試驗執行程序)	BSMI-INER-001-T015(100)	27
14	陳俊良	10004	第八次人員體外劑量評估實驗室能力試驗計畫書)	BSMI-INER-001-T016(100)	37
15	黃冠儒 李振弘	10010	中子照射系統評估之研究)	BSMI-INER-001-T017(100)	27
16	黃增德 李振弘	10010	以蒙地卡羅方法評估192Ir 原級標準游離腔)	BSMI-INER-001-T018(100)	18

#### 4. 出國報告(5)

項次	作者	出版年月	題目	報告編號	頁數
1	李振弘 袁明程 陳英鑒	10001	參加 2010 年亞太計量組織(APMP)年會及游離輻射技術工作會議(TCRI Workshop)	BSMI-INER-001-T012(100)	44
2	王正忠	10005	赴大陸參加「第二屆海峽兩岸計量研討會」及「檢驗認證認可及消費品安全研討會」	BSMI-INER-001-T013(100)	193
3	張淑君 李繡偉	10008	第 56 屆美國保健物理學會年會公差報告	BSMI-INER-001-T019(100)	52

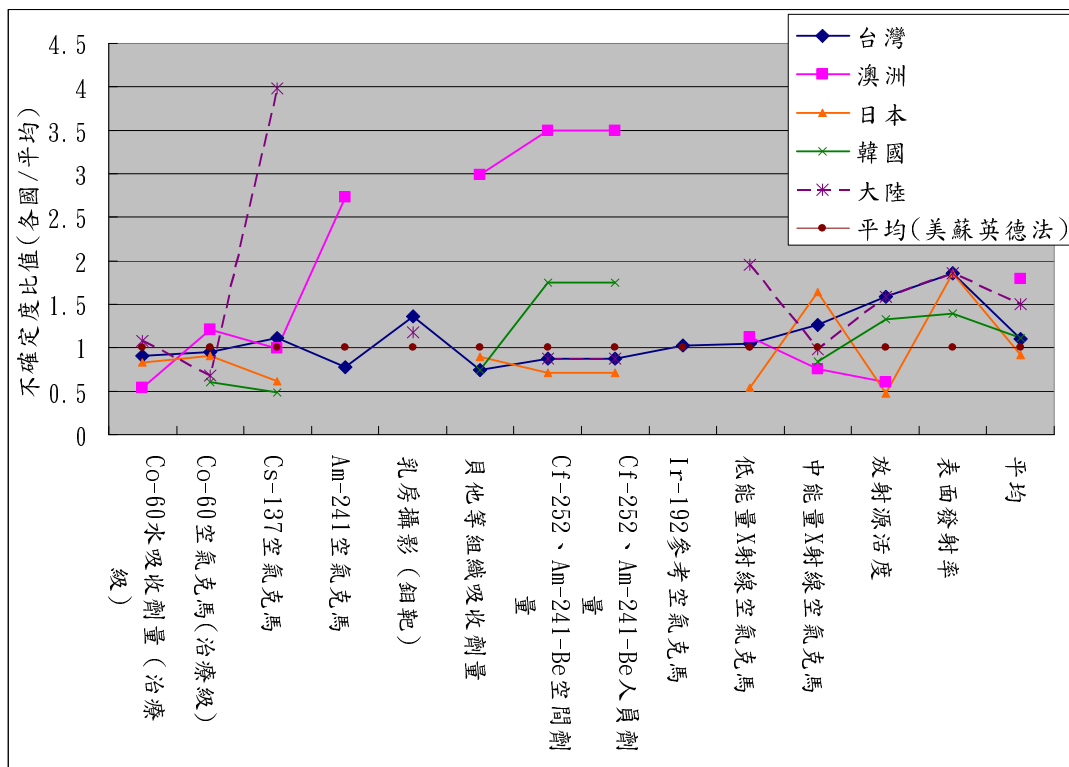
4	張栢菁馬殷邦 廖俐毅	10009	第 26 屆台日核安研討會 公差報告	BSMI-INER-001-T020(100)	76
5	葉俊賢 袁明 程	10010	參加第 18 屆 ICRM 會議 及其會員大會	BSMI-INER-001-T021(100)	80

#### 5.專利申請(1)

項次	名稱	申請國家/類型	編號	獲得日期
1	放射診斷儀器遠距校正方法	中華民國/發明專利	申請編號: 100138299	申請中

補充附件 13、已建立標準在國際上之地位分析

量測標準比較分析圖



相較於英、美大型實驗室，本實驗室於標準的種類、人力、物力、經驗上皆無法與其相比，但在量測能力的表現上，部分標準如  $^{60}\text{Co}$ (鈷)水吸收劑量、 $^{60}\text{Co}$ (鈷)空氣克馬、 $^{137}\text{Cs}$ (銫)空氣克馬、中能量 X 射線空氣克馬等標準皆有不錯的成果，足以進入世界領先群。在貝他等組織吸收劑量、 $^{252}\text{Cf}$ (鈾)、 $^{241}\text{Am-Be}$ (銻-鉍)中子劑量標準與  $^{192}\text{Ir}$ (銥)參考空氣克馬標準，在本實驗室屬追溯標準，其標準追溯至國外因此在量測不確定度的表現上則稍差。乳房攝影、低能量 X 射線空氣克馬、放射源活度與粒子表面發射率標準則尚有改善精進的空間，無論在量測經驗、系統穩定性、硬體設施精密度等軟、硬體的改良上都尚須投注心力。在量測標準的領域裡，每 10 年其量測標準不確定度約需降低一半才能符合需求與國際的潮流，因此各項已建立的標準都必須投注研發能量使其精益求精，以達國際水準與滿足下游使用者的需求。

補充附件 14、2001-2011 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 )-K3(2001)	100-250 kV X 射線空氣克馬	INER 主辦，已進入 KCDB(2008 年 9 月)
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( I )-K1(2005)	$^{60}\text{Co}$ (鈷)空氣克馬	結果報告審查中
APMP RI(I)-K4(2008-2011)	$^{60}\text{Co}$ (鈷)水吸收劑量	INER 主辦(12 國參與)，量測資料彙整中
APMP RI(I)-K2(2007-2010)	10-50 kV X 射線空氣克馬	日本 NMIJ 主辦(10 國參與)，量測資料彙整中
EUROMET-P545(2004)	30-300 kV X 射線空氣克馬	PTB 主辦，已進入 KCDB(2008 年 9 月)
APMP RI( II )-K2 $^{166}\text{mHo}$ (1999)	$^{166}\text{mHo}$ (釷)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( II )-K3 $^{18}\text{F}$ (2000)	$^{18}\text{F}$ (氟)放射源比活度	已進入 KCDB(2005 年 6 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)
APMP RI( II )-S2 $^{166}\text{mHo}$ (1999)	$^{166}\text{mHo}$ (釷)游離腔反應度	日本 NMIJ 主辦，比對報告撰寫中
APMP RI( II )-S1 $^{36}\text{Cl}$ (2003)	$^{36}\text{Cl}$ (氯)粒子發射率	日本 NMIJ 主辦，比對報告撰寫中
APMP RI( II )-K2 $^{139}\text{Ce}$ (2004)	$^{139}\text{Ce}$ (鈾)放射源比活度	已進入 KCDB(2005 年 9 月)
APMP RI( II )-K2 $^{134}\text{Cs}$ (2005)	$^{134}\text{Cs}$ (銫)放射源比活度	已進入 KCDB(2007 年 9 月)
APMP RI(II)-K2 $^{131}\text{I}$ (2006)	$^{131}\text{I}$ (碘)放射源比活度	主辦實驗室(KRISS)資料彙整中
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(II)-K2 $^{131}\text{I}$ (2008)	$^{131}\text{I}$ (碘)放射源比活度	日本 NMIJ 主辦(比對報告撰寫中)
APMP RI(I)-S1 (2010-2011)	$^{60}\text{Co}$ high-dose dosimetry using alanine dosimeters	泰國主辦(比對報告撰寫中)
APMP RI(I)-K1.1 (2010-2011)	$^{60}\text{Co}$ (鈷)空氣克馬	澳洲主辦，量測資料彙整中

補充附件 15、91-100 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

	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	高能中子能譜量測技術	科專計畫：粒子治療設施之輻射量測 評估技術建立	核研所科專計畫
100	石墨卡計原級標準系統之量測 測電路開發	本計畫委辦專題研究	東海大學

補充附件16、最近五年研究成果統計表

項目		96	97	98	99	100
年度						
年度預算(千元)		18,107	16,850	15,733	13,432	10,302
專利申請		1	1	2	1	1
論文 (發表)	國際期刊	1	2	4	2	1
	其他	28	28	31	31	34
說明會/研討會(場次)		3	4	4	4	4
校正服務(件)		283	217	243	306	244
工服	收入(千元)	4,258	2,640	2,418	2,269	3,470
	較上年成長率	76%	-70%	-9%	-16%	+53%
國際標竿	比對(項)	3	3	4	3	4
	進入 BIPM 關鍵比對 資料庫數	1	1	0	0	0
標準新擴建 及技術發展 項數	技術發展(精進)	3	3	2	2	1
	標準新擴建	2	3	2	2	1
培養在校研 究生(人)	博士	2	2	2	2	1
	碩士	1	1	0	0	2

補充附件 17、研究報告摘要

*Radiation Protection Dosimetry, 146 (1-3), pp. 100-102*

Air kerma standard and measurement comparison on source strength determination for HDR Ir-192  
brachytherapy in Taiwan

Jeng-Hung Lee, Shi-Hwa Su, Ming-Tsung Hsieh, Ing-Jane Chen, Ji-An Liang and Shih-Ming Hsu

**ABSTRACT**

This paper describes the establishment by the Institute of Nuclear Energy Research (INER, Taiwan) of the reference air kerma rate (RAKR) calibration standard for measurement of high-dose rate (HDR)  $^{192}\text{Ir}$  brachytherapy source strength. A bilateral comparison has been made in the RAKR standards for HDR  $^{192}\text{Ir}$  brachytherapy sources at the INER and Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB, Germany) and the measurement difference was within the overall standard uncertainty and showed good agreement between the two calibration standard systems established at the INER and the PTB. Besides, INER also worked with 20 domestic hospitals to organise an on-site measurement comparison programme to explore the status of HDR  $^{192}\text{Ir}$  brachytherapy source strength determination in Taiwan. The comparison results presented the ratios of RAKR with vendor values, as determined by INER and hospitals from the programme. The ratios fall in all cases within the +3 % guaranteed by the vendors for a coverage factor of  $k=2$  or at 95 % confidence level.



標準與檢驗, 中華民國100年1月145期

乳房X光攝影儀器校正系統介紹

朱健豪／核能研究所

陳世昌／標準檢驗局

前言

放射診斷的影像品質決定醫師能否在先期判斷癌病症兆，而輻射劑量品質則為保障病患接受高品質診斷影像的同時，避免不必要的輻射劑量。為配合政府保障民眾安全、節省醫療資源之政策，及因應行政院原子能委員會推行醫療曝露品質保證需求，經濟部標準檢驗局委託核能研究所辦理國家游離輻射標準實驗室，建置乳房 X 光攝影醫療曝露品質保證之相關校正標準，提供原子能委員會推動醫療品保時，透過準確的儀器校正讓病患安心受檢，提昇醫療品質。

日本食品照射現況

行政院原子能委員會核能研究所

保健物理組 葉俊賢/助理研究員

摘要

食品照射的主要目的為了殺菌、防止害蟲及抑制發芽等，照射方法使用  $^{60}\text{Co}$  加馬射線、10 MeV 以下的電子射線及 5 MeV 以下的 X 射線。為了達到照射效果，例如容易受輻射傷害的生鮮蔬果所需要的吸收劑量為 1 kGy 以下、肉類及香料類的滅菌為 10 kGy、食品保存為 50 kGy 以下。食品經放射線處理時依照其吸收劑量等條件，會出現溫度上升(每 1kg 食品在室溫下，經 1 kGy 照射約上升 0.24°C)、顏色變化(主要為退色)及輻射油脂化(碳氫化合物的油脂氧化等)，一般人幾乎不喜歡採購，因此在照射食品的販賣業者，依照國際上的商業化的照射食品的流通要求，需標識讓消費者採購時可判別已照射或未照射食品的義務。而食品照射範圍甚廣，在短時間內無法完全溯及各種領域，目前日本收集的食品照射相關資料，包括原子能委員會、食品安全委員會的資料、食品照射的安全性評估與研發史的資料、國外與國際機構的資料、需要食品照射的資料、消費者立場的資料及食品照射的安全性資料等。

國際食品照射現況

行政院原子能委員會核能研究所

保健物理組 葉俊賢/助理研究員

摘要

國際原子能總署(IAEA)規範公佈建議的新鮮與乾燥之魚、肉、蔬菜、水果、香辛料等食品照射的有效劑量，而照射食品顯現輻射傷害的劑量，生鮮蔬菜及水果為1 kGy、肉類及香辣料為10 kGy、食物保存為50 kGy。而全世界的照射食品數量推估至2004年約30萬噸，目前約有40餘個國家的100種以上食品項目取得食品照射許可，食品照射的目的亦由最初的長期保存食品，主要轉移至確保食品照射殺蟲、滅菌的安全性及檢疫處理對藥劑的修正。全世界處理食品照射最多數量的國家為中國，年約13萬噸，約有50座鈷-60 $\gamma$ 照射設備；美國是世界食品照射的技術領先國，目前亦積極的發展實用化，其主要項目為乾燥的辣椒、植物香料，處理量年約8萬噸。而台灣1999年公佈食品輻射照射處理標準，准許的照射食品品目類似IAEA建議之1~8等級之食品類別。

日本照射食品檢驗方法

行政院原子能委員會核能研究所

保健物理組 葉俊賢/助理研究員

摘要

歐盟不僅是規定要有標識食品照射的義務，並需要確認有經過檢驗的標識，而能夠被接受的檢驗方法的技術需要精確、操作簡單、快速、費用便宜以及政府規定的檢驗標準程序。國際間照射食品的檢驗方法的研發非常緩慢，目前檢驗的研發方法包括使用物理、化學、生物及DNA分析等原理，而國際食品法規委員會(Codex Alimentarius Commission, CAC)決定採用CB、(ESR、HC、TL)、PSL、DEFT/APC及Comet-Assay等5種檢驗方法作為一般性的分析方法。日本亦積極的參加許多的FAO/IAEA的國際計畫，目前已經獲得熱發光(TL)、脈衝激光(PSL)和電子自旋共振(ESR)等照射食品檢驗方法的實用性成果。

國際照射食品檢驗方法

行政院原子能委員會核能研究所

保健物理組 葉俊賢/助理研究員

摘要

從事實際的食品照射劑量，極少數會在瞬間顯現出各種變化，因此目前的科學技術亦不容易觀測得到。舊的照射食品的分析方法不容易量測到吸收劑量，因此較難定量而被稱為定性分析法。國際食品法規委員會(Codex Alimentarius Commission, CAC)進一步解釋分析，亦質疑當食品的檢驗結果顯現為陽性時，並不一定表示食品已被照射的充分理由，亦不能因檢驗結果顯現為陰性，就是證明食品沒有被照射過。因此在食品照射的國家層級的管理，必須儲存保留照射紀錄等資料。國際研究計畫建議的照射食品的檢驗方法中，在FAO/IAEA (1990~1994) 及歐盟 (1990~1993) 等機構，選擇歐洲標準分析法 (CEN Standards) 及CAC標準分析法等2種。而在歐洲標準分析法中選擇電子自旋共振法 (ESR)、熱發光法 (TL)、化學方法 (碳氫化合物等)，物理方法 (計測黏度等)、生物方法 (計測微生物及去氧核糖核酸等)。

2010 APMP General Assembly

NOV 13-20, 2010, 泰國芭達雅

## **LABORATORY REPORT**

**National Radiation Standard Laboratory**

**Institute of Nuclear Energy Research**

**(NRSL/INER), Taiwan, R. O. C.**

Ing-Jane Chen, Ming-Chen Yuan, Jeng-Hung Lee and Chien-Hau Chu

### ABSTRACT

The Institute of Nuclear Energy Research (INER) was entrusted by the Bureau of Standards, Metrology and Inspection, Ministry of Economic Affairs (BSMI, MOEA) of Taiwan to establish the National Radiation Standard Laboratory (NRSL) to maintain national standards of ionizing radiation. Currently, NRSL/INER is studying and developing several techniques concerning the calibration standards of IEC RQT X-ray beam qualities, the measurement system for  $^{241}\text{Am}$  source dosimetry and  $^{90}\text{Y}$  source activity, and Monte Carlo calculations.

ICRM 2011

SEP 19-23, 日本

## **Proficiency Test for Measurement and Analysis of Clearance Mixed-Nuclide Samples**

Chin-Hsien Yeh \*, Ming-Chen Yuan , Bor-Jing Chang

*Institute of Nuclear Energy Research, No. 1000, Wunhua Rd., Jiaan Village, Longtan*

*Township, Taoyuan County 32546, Taiwan(R. O. C)*

*Corresponding author: Fax: 886 3 4713489, E-mail: [chyeh@iner.gov.tw](mailto:chyeh@iner.gov.tw)*

### **Abstract**

The National Radiation Standard Laboratory (NRSL) of the Institute of Nuclear Energy Research (INER) had organized twice the proficiency tests for radioactivity measurement of samples of single radionuclide of  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{54}\text{Mn}$  and  $^{60}\text{Co}$ . In 2010, NRSL held the Proficiency test for measurement and analysis of clearance mixed-nuclide samples using drum-type and box-type samples with known mixed radionuclides and activities. Box-type and drum-type of  $4\pi$  counting geometry scintillators were used to measure the gross gamma activity of the single radionuclide of  $^{137}\text{Cs}$  or  $^{60}\text{Co}$ . And then the critical radionuclides of the detectors,  $^{60}\text{Co}$  and  $^{54}\text{Mn}$ , which were about the same density of  $^{137}\text{Cs}$ , were used to obtain the counting efficiency and radioactivity. Through the efficiency and activity relationship calculation of the mixed radionuclides, the respective corrected gamma activity of the box-type and drum-type  $^{60}\text{Co}$  and  $^{54}\text{Mn}$  were obtained. Five laboratories took part in the Proficiency test workshop by offering 8 measuring instruments. They measured the volume sources solutions of mixed  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{54}\text{Mn}$ . The evaluation results showed that all the participants passed the requirements.

Keywords: proficiency test; clearance limit; mixed-radionuclide.

The 26th APMP General Assembly and Related Meetings

NOV. 13-20 2010

Thailand

## 2010 TCRI Activity Summary Report

Ming-Chen Yuan

### ABSTRACT

The Asia Pacific Metrology Program (APMP) Technical Committee on Ionizing Radiation (TCRI) was established in August 1998. The present chairperson is Dr. Ming-Chen Yuan from INER (2008-2010). TCRI have 3 technical working groups for the CMC reviewing. So far, 7 participants' CMCs and 9 results of comparisons are published in the CIPM MRA website, and 9 comparisons are in progress.



2011 第六屆醫學影像暨放射科學國際研討會

100年5月28日，長庚大學

### 建立空氣克馬長度校正技術

黃增德 林怡君 蘇水華

#### 摘要

電腦斷層掃描(computed tomography, CT)可提供高品質的身體橫切面解剖影像，因此在醫學診斷上的應用非常普遍，然而電腦斷層給予受檢者的輻射劑量卻是一般X光照相的十數倍甚至百倍。因應行政院原子能委員會推行醫療曝露品質保證需求，經濟部標準檢驗局委託核能研究所建置電腦斷層掃描醫療曝露品質保證之相關校正標準。國際上用來描述電腦斷層掃描使用的劑量指標為電腦斷層劑量指標(CTDI)，並使用長棒狀游離腔來度量電腦斷層掃描劑量指標，本研究的目的即為建立適用於長棒狀游離腔之空氣克馬長度校正系統。

2011 第六屆醫學影像暨放射科學國際研討會

100年5月28日，長庚大學

### 建立劑量面積乘積校正系統

黃增德

#### 摘要

劑量面積乘積為 X 光透視攝影常用的劑量指標，由於它同時包含入射表面劑量與照野面積兩項資訊，因此較能反映出實際的健康風險。本研究的目的即為建立劑量面積乘積之原級標準，供國內醫院 X 光透視攝影之劑量追溯。

2011 第六屆醫學影像暨放射科學國際研討會

100年5月28日，長庚大學

Air kerma standard and measurement comparison for HDR  $^{192}\text{Ir}$  brachytherapy sources

Wei-Han Chu, Jeng-Hung Lee, Shi-Hwa Su, Tzeng-Te Huang, Ming-Tsung Hsieh

ABSTRACT

The objective of this research is to fabricate spherical polarity ionization chambers as the INER's calibration standard to provide dosimetry traceability for reference air kerma rate (RAKR) measurement of the high-dose-rate (HDR)  $^{192}\text{Ir}$  brachytherapy source. To verify the accuracy of the HDR  $^{192}\text{Ir}$  RAKR standard, a bilateral measurement comparison program has been made in the RAKR standards for HDR  $^{192}\text{Ir}$  brachytherapy sources at the INER and Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB, Germany) during the period of 2010-2011.

2011 游離輻射量測能力試驗研討會

100 年 10 月 25 日

核能研究所

## Co-60 系統輻射品質測試

施彥豪、葉俊賢、李振弘、蘇水華

行政院原子能委員會核能研究所保健物理組

桃園縣龍潭鄉佳安村文化路 1000 號

### 摘要

為充實實驗室之校正能量，核能研究所輻射度量儀器校正實驗室設計製作新的 Co-60 照射系統，以提供儀器校正與測試服務。本報告旨在說明 Co-60 照射系統各項性能測試方法與結果，並評估照射系統之輻射場強度與量測不確定度。測試實驗使用游離腔 Exradin A5 (SN: 208) 及蓋革計數器 FAG FHZ 140 作為輻射量測儀器，由實驗結果得知，Co-60 照射系統各項測試結果均可符合國際規範的要求，此外，依據 ISO/TAG4/WG3 量測不確定度指引，評估本系統之輻射場量測之擴充不確定度為 4.36 % (k=2)，也符合實驗室申請 TAF 認證時所宣告的 5% 擴充不確定度範圍。本報告可作為實驗室 Co-60 照射系統之評估報告，同時提供實驗室人員作為執行儀器校正和測試之遵循。

關鍵詞：性能評估、輻射場標定、量測不確定度

2011 游離輻射量測能力試驗研討會

100 年 10 月 25 日

核能研究所

輻射劑量率偵檢器性能測試研究

鄒騰泓

行政院原子能委員會核能研究所保健物理組

桃園縣龍潭鄉佳安村文化路 1000 號

### 摘要

本文說明依據美國國家標準協會 ANSI N42.17A 報告對輕便型輻射偵檢儀器的標準規範，測試蓋格管、游離腔以及閃爍體等三種劑量率偵檢器的各項功能。文中將敘述各項測試標準要求與測試結果，並比較三種不同型式的輻射劑量率偵檢器之測試結果。由測試資料顯示，除了蓋革管偵檢器的方向性較差外，三部偵檢器之特性及功能皆相當完整，均符合 ANSI 規範中的各項要求。

關鍵詞：能量依持、角度依持、性能測試

## 鈷-六十高密度矽材料半值層測試

施彥豪、葉俊賢、袁明程

### 摘 要

本報告是針對廠商送測之高密度矽材料:恆成 HR-PS-140(液態矽與鐵矽混合固化物)對於鈷 60 射源的半值層測試。鈷 60 射源活度為 294.8 GBq，高密度矽材料尺寸約長 25 cm×寬 25 cm×厚 3 cm、共八片，偵檢器使用 Exradin 球型通氣式游離腔 A5/208。測試方式為逐片增加樣品厚度並測量輻射強度，測得輻射強度對樣品厚度之關係後，以方程式擬合求得直線衰減係數，再用以計算半值層及什一值層，並分析增建因數之影響及評估實驗上之不確定度。測試結果得到半值厚度為 3.9 cm  $\pm$ 4.2%(k=2)，什一值厚度為 13.1 cm  $\pm$ 4.2%(k=2)。

關鍵字：屏蔽、半值層測試、直線衰減係數。

## 九十九年中低強度核種分析混合加馬溶液能力試驗

林清和

### 摘 要

本文敘述在九十九年由核研所保健物理組接受全國認證基金會委託執行，在游離輻射領域中之中低強度核種有關混合加馬溶液分析的能力試驗。有關樣品之均勻性、測試認可準則、量測追溯性及分析結果之統計分析，均在此報告中說明，測試結果顯示所有參加測試實驗室都有很好的表現。

## Am-241 量測與校正系統評估報告

蘇水華

摘 要

輻射防護與環境保護是保健物理工作中重要環節，國家游離輻射標準實驗室為配合此一需求建立標準，作為國內之追溯及國際比對相互認可之基礎。在工業界及醫學界應用50 keV以下之光子作為檢驗、照射、治療等非常普遍，此一領域之輻射安全與防護亦受到重視。低劑量率輻射安全與防護是最被社會關注討論的焦點，因為它常成為一般公共安全之議題。



## 035 館 Am-241 空氣克馬率量測與游離腔校正工作程序書

蘇水華

### 摘 要

訂定以二級標準大體積圓球型空氣游離腔量測<sup>241</sup>Am 空氣克馬率及游離腔校正因子之校正方法與步驟，工作人員必要依此程序操作，以確保游離腔量測及游離腔校正之品質符合實驗室品質手冊之要求。本工作程序書提供下列三種作業程序；

- (1) 以二級標準大體積圓球型空氣游離腔量測射源<sup>241</sup>Am 空氣克馬率。
- (2) 以射源<sup>241</sup>Am 空氣克馬率校正游離腔。
- (3) 維持系統品質作業，以二級標準大體積游離腔量測標準輻射場，並以  $1.5\sigma$  值進行管制。

## 國家游離輻射標準暨輻射度量儀器校正實驗室

### 99 年度品質管理審查報告

劉春泰

摘 要

國家游離輻射標準實驗室及輻射度量儀器校正實驗室為了符合「ISO/IEC 17025：2005 測試與校正實驗室能力一般要求」認證規範 4.15 節：「實驗室的高階管理階層應依據預定的時程與程序，定期對實驗室的管理系統或校正活動進行審查」，每年於 12 月時，舉行品質系統管理審查，本報告即是依據規範內管理系統的全部要項，進行 99 年度管理審查的結果，經由此一報告可充分瞭解實驗室整年品質管制情形，以確保其持續的適合性與有效性，並導入必要的改進，以為 100 年品質管理的目標。

關鍵字：高階管理階層、品質管理審查

## 國家游離輻射標準實驗室九十九年延展認證程序

劉春泰

### 摘 要

本所國家游離輻射標準實驗室於九十六年十二月十五日通過「中華民國實驗室認證體系」延展認證，復於九十八年十二月二十九日再通過三項服務項目認證，總計服務項目為「光子輻射劑量偵測儀器」、「X 射線輻射劑量偵測儀器」、「中子輻射劑量偵測儀器」、「貝它輻射劑量偵測儀器」、「貝它射源/以組織吸收劑量率表示」、「加馬射源」、「公稱電壓儀」、「液體射源/以活度表示」、「固體射源/以 $\alpha$ 發射率表示」及「固體射源/以 $\beta$ 發射率表示」等十項。依該認證體系服務手冊規定，本證書有效期限至九十九年十二月十四日故於該期限前彙整相關資料，完成延展認證申請，經 TAF 現場評鑑後於九十九年十二月十四日前通過並授予認可證書，由於 TAF 自本次認證開始將有效期限更改為五年，故有效期至一百零四年十二月十四日止。由於須經五年始進行延展認證，為使經驗傳承，特彙整認證準備工作之相關資料，並對認證經過及改善措施執行情形作一完整說明，提供後續作業之參考。

關鍵字：證書、認證。

## 國家游離輻射標準實驗室 100 年度品質稽核計畫書

劉春泰

### 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 100 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

## 國家游離輻射標準實驗室(035 館)輻射安全評估報告

李振弘 蘇水華 陳敏達 楊崇伍 袁明程

### 摘要

國家游離輻射標準實驗室位於核能研究所保健物理組 035 館，為執行游離輻射標準建立與維持的專業實驗室。實驗室內設有 X 射線、加馬、活度、及貝他 4 個照射系統。本實驗室「國家游離輻射標準實驗室(035 館)輻射安全影響評估報告」已於 2005 年 5 月頒布施行。然而，為因應逐漸增加的校正需求、各項標準校正能量範圍之擴充及游離輻射防護法暨其相關子法之公佈施行，乃對實驗室進行更縝密之輻射安全評估，以修訂並取代 2005 年版之「國家游離輻射標準實驗室(035 館)輻射安全評估報告」。本報告已於 2011 年通過原子能委員會之審查並完成核備，將作為爾後工作人員執行各項游離輻射標準建立與維持或校正時輻射安全遵循之依據，以確保個人與實驗室環境之輻射安全。

## 正離子游離腔研發設計

蘇水華 李振弘 黃增德

### 摘 要

近年來高能帶電粒子輻射應用於醫療有快速增加之勢，外推式游離腔因其特性，可作為高能帶電粒子輻射劑量之原級標準。

本文詳述類組織外推式游離腔設計原理、功能結構與尺寸設計。期能製作一功能完善之類組織外推式游離腔，用以量測質子輻射場，提供國家標準質子輻射場，以供國內追溯需求，並參加國際比對，達到國際相互認可的目標。

關鍵字：外推式游離腔、質子輻射場、原級標準。

## 石墨卡計設計

蘇水華 李振弘 袁明程

### 摘 要

近年來高能光子輻射應用於醫療有快速增加之趨勢，石墨卡熱里計之特性可作為高能光子輻射劑量之原級標準。

本文詳敘石墨卡熱里計設計原理、功能結構與尺寸設計。期能製作一功能完善之石墨卡熱里計，用以量測高能光子輻射場，提供國家標準高能光子輻射場，供給國內追溯需求，並參加國際比對，達到國際相互認可目標。

關鍵字：石墨卡熱里計、高能光子輻射場、原級標準。

核能研究所 保健物理組

## 貝他吸收劑量原級標準量測與校正系統

蘇水華 朱健豪

### 摘 要

國家游離輻射標準實驗室因應國際化與標準化，於 1995 年規劃在核研所 008 館，建立貝他吸收劑量原級標準量測與校正系統。由於人力欠缺且系統服務量少，1997 年將系統改列為二級標準，直接利用射源追溯至德國國家標準，類組織外推式游離腔也就停止運作。

近年來高能帶電粒子輻射應用於醫療有快速增加之趨勢，外推式游離腔由其特性可作為高能帶電粒子輻射劑量之原級標準；伴隨醫療劑量之準確度提昇，國內在校正與追溯之需求量市場形成；類組織外推式游離腔原級標準系統也就有恢復運作之必要，藉以精進技術，以利未來建置高能帶電粒子輻射劑量之原級標準。

實驗室依據需求，重新建立了貝他吸收劑量原級量測與校正系統。系統依據 ISO-6980 規範建制完成，量測擴充不確定度依射源狀況分別為： $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$ ：2 %， $^{204}\text{Tl}$ ：3%， $^{147}\text{Pm}$ ：6%。

關鍵字：貝他游離輻射標準、外推式游離腔、量測、校正。



## 第八次人員體外劑量評估實驗室能力試驗之測試結果

陳俊良 袁明程

### 摘要

核能研究所國家游離輻射標準實驗室(NRSL)執行人員體外劑量評估的能力試驗始於1991年，至今已執行八次(1991、1993、1995、1998、2001、2004、2007及2010)。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)，第五次至第七次則開始採用ANSI N13.11(1993)的測試標準。第八次能力試驗依主管機關(原子能委員會)要求採用美國ANSI N13.11-2001標準規範，核能研究所與TAF於2009年完成新版的「測試領域人員體外劑量評估技術規範」(TAF-CNLA-T08(2))。本次共有國內7家人員劑量評估實驗室參加，共有9組人員劑量計，包含了4種不同廠牌型號的劑量計，其中有2家實驗室各參加了2組人員劑量計的測試。第八次人員劑量計能力試驗在NRSL與受測實驗室充份合作下順利完成，7個實驗室皆通過6大類別的測試，顯示國內實驗室的技術能力相當良好。

## 第八次人員劑量計能力試驗執行程序

陳俊良

### 摘要

第八次能力試驗依主管機關(原子能委員會)要求於 2010 年開始執行，共有國內 7 家人員劑量評估實驗室參加，共有 9 組人員劑量計，包含了 4 種不同廠牌型號的劑量計，其中有 2 家實驗室各參加了 2 組人員劑量計的測試。本測試於 2009 年開始進行先期作業及系統測試，2010 年 11 月正式執行三批次的測試。為了嚴格控制品質及時程，特撰提本程序書，內容包含人員劑量計接收程序，編碼程序、照射程序及品質保證作業，以作為本所與國內人員劑量評估實驗室執行相關工作之依據，並提供爾後能力試驗執行之參考。

## 第八次人員體外劑量評估實驗室能力試驗計畫書

陳俊良

### 摘要

人員劑量評估實驗室能力試驗之執行方式依據財團法人全國認證基金會(TAF)所發行之「測試領域人員體外劑量評估技術規範」(TAF-CNLA-T08(2))，參與能力試驗的人員劑量評估實驗室應先將人員劑量計送執行機構照射，之後由執行機構將人員劑量計送還人員劑量評估實驗室計讀，人員劑量計的計讀結果須送執行機構進行比對，以決定人員劑量評估實驗室是否通過能力試驗。本次能力試驗共有 7 家人員體外劑量評估實驗室參加，2009 年即開始先期作業，2010 年正式執行測試作業。為了嚴格控制品質及時程，特撰提本計畫書，內容包含申請程序，開放測試人員劑量計校正時程，執行程序及時程安排，分析標準及總結報告格式，以作為核能研究所與國內人員劑量評估實驗室執行相關工作之依據，並提供爾後能力試驗執行之參考。

## 中子照射系統評估之研究

黃冠儒

李振弘

### 摘要

本文敘述中子校正實驗室依據 ISO 8529 與 HPS N13.11 規範，簡介中子實驗室之中子照射器的性能，項目包括實驗室的背景輻射、有效照射時間、中子穩定性測試等。

關鍵字：背景輻射、有效照射時間、穩定性測試。

## 以蒙地卡羅方法評估 $^{192}\text{Ir}$ 原級標準游離腔

黃增德、李振弘

### 摘要

本文描述利用蒙地卡羅方法評估球形石墨游離腔之研究，此游離腔為核能研究所自製，並作為  $^{192}\text{Ir}$  空氣克馬原級標準。計算使用的蒙地卡羅程式為 MCNP5 與 EGSnrc，以 MCNP5 計算  $^{192}\text{Ir}$  之能譜，再以 EGSnrc 計算游離腔之腔壁效應以及球形電極之影響。

關鍵字：腔壁效應、蒙地卡羅方法、銥-192 空氣克馬原級標準

參加 2010 年亞太計量組織(APMP)年會及游離輻射技術工作  
會議(TCRI Workshop)

李振弘 袁明程 陳英鑒

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，並擔任其2009-2010年之游離輻射技術委員會(TCRI)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泰國芭達雅舉辦之2010年亞太計量組織(APMP)年會及游離輻射技術工作會議(TCRI Workshop)，行使及確保正會員權益，並於年會及TCRI Workshop 報告國家游離輻射標準實驗室99年度工作成果，展現研發能力；同時，本所擔任2009-2010年之APMP/TCRI主席職務，亦需規劃籌辦本次之技術研討會與出席技術委員會主席會議，積極參與及主導相關之國際事務，且本所主辦之 $^{60}\text{Co}$ 水吸收劑量國際比對活動，也必須於研討會中向各會員國報告執行進度與比對結果。本次公差除收集各國實驗室之計量發展資訊，亦安排參訪泰國OAP (Office of Atoms for Peace)游離輻射標準實驗室，以規劃國家游離輻射標準實驗室未來之發展方向，提供本所國家游離輻射標準實驗室及輻射度量儀器校正實驗室未來執行校正作業之參考。

赴大陸參加「第二屆海峽兩岸計量研討會」及「檢驗認證認可及消費品安全研討會」

王正忠

### 摘 要

本次隨同經濟部赴大陸參加「第二屆海峽兩岸計量研討會」、「檢驗認證認可(驗證認證)及消費品安全研討會」暨相關合作工作組會議。本次係依據 2009 年底由兩岸兩會簽署且正式生效實施的《海峽兩岸標準計量檢驗認證合作協議》所舉行的交流活動，2010 年第一屆海峽兩岸計量研討會於台灣舉行，今年為第二屆改在大陸舉辦，整體行程為 4 月 20 日至 28 日，台灣總團員數為 63 位，其中參加第一梯次(4 月 20 日至 24 日)之計量研討會暨計量合作工作組會議者，共有 26 位；參加第二梯次(4 月 24 日至 28 日)之計量檢驗驗證認證(認證認可)及消費品安全研討會暨相關合作工作組會議者，共有 49 位；同時參加第一及二梯次之人士，計有 12 位。本所參與本次會議雖然時間較為匆促，但在兩岸相關單位的悉心協助下，仍順利在低活度游離輻射量測標準與放射醫學影像技術產品研發與檢驗等二項新增合作議題上，獲得陸方善意的列入技術交流的共識，有助於本所後續研究計畫的推展及提昇我國游離輻射量測標準的能力。計量工作組除維持雙方之間的多項技術交流比對之外，也將計量學會與測試學會等的交流納入合作洽談的範圍。在認驗證組亦有多項突破，並獲得共識；對於我方提出兩岸認證實驗室的報告相互認可一案，陸方同意向大陸主管當局進行溝通。

## 第 56 屆美國保健物理學會年會公差報告

張淑君 李繡偉

### 摘要

本次出國公差參加之國際會議乃由美國保健物理學會 (Health Physics Society; 簡稱 HPS) 所主辦之「第 56 屆保健物理年會 (56th Annual Meeting of Health Physics Society)」, 此次於美國佛羅里達州西棕櫚灘 (*West Palm Beach, Florida*) 舉辦的「第 56 屆保健物理年會」, 乃是美國保健物理學會每一年度所召開的會議。此會議專注於游離輻射領域各保健物理技術的最新發展, 會議主題區分如下: 體內 (Internal)、生物動力學 (Biokinetics)、儀器 (Instrumentation)、除污/除役 (Decontamination and Decommissioning)、生物效應/放射生物學 (Bioeffect/Radiobiology)、廢棄物管理 (Waste Management)、醫學保健物理 (Medical Health Physics)、體外劑量學 (External Dosimetry)、緊急計畫/應變 (Emergency Planning/Response)、國土安全 (Homeland Security)、作業保健物理 (Operational Health Physics)、加速器 (Accelerator)、風險分析 (Risk Analysis)、軍事特別議題 (Military Section Special Session)、氣膠量測 (Aerosol Measurements)、保健物理當代議題 (Contemporary Topics in Health Physics)、環境 (Environmental)、AAHP 特定議題 (AAHP Special Session: Radiation Protection: How Did We Get Here; Where Should We Have Gone?)、IRPA 特定議題 (IRPA Input Special Session - Sharing HPS Perspectives with the International Community)、特定議題: 福島事件 (Special Session: The Fukushima Incident)、特定議題: 福島輻射外釋的特性 (Special Session: Characterization of the Fukushima Radiological Releases)、其他特定議題等。

此次出國公差除了出席參加該國際性學術研討會議, 並於會中壁報發表論文三篇, 論文名稱分別為: 一、「Measurement and Verification of Indoor Radon Concentration In Taiwan」; 二、「Patient Dose Estimation in Megavoltage Computed Tomography Imaging on Prostate Cancer Patients」; 三「Improving the Emergency Response Ability by Using Web GIS and Google Earth」, 論文內容乃核能研究所在輻射度量標準應用於環



境監測、體外劑量評估及緊急應變偵測技術發展的研發論文，顯示核能研究所之輻射度量與量測、評估技術已達國際水準，相關之量測與評估數據將更具有公信力。會議期間同時蒐集國際間對於輻射偵測評估技術方法最新發展方向相關論文資訊，有助於研究計畫的推展。

## 第 26 屆台日核安研討會公差報告

張栢菁馬殷邦廖俐毅

### 摘要

第 26 屆台日核能安全研討會由日本原子力產業協會(Japan Atomic Industrial Forum, Inc., 簡稱 JAIF)主辦，台方由原子能委員會放射性物料管理局、中華核能學會協辦，舉辦日期為 2011 年 7 月 26、27 日，地點於日本東京世界貿易中心。本次研討會議係以福島事故為討論主軸，台日雙方約有近百位從事於核能電廠運轉、維護、管制及放射性廢棄物相關領域專家學者參與，共發表 16 篇論文，議程包括「福島事故概要說明」、「福島事故後之核電廠安全評估」、「福島事故外釋放射性物質之環境輻射影響」、「福島事故之社會衝擊」，不但可瞭解福島事故成因及應變情形，檢討目前核電廠安全設施及措施、補強現行緊急應變作業程序，更可由事故所造成環境輻射影響及社會衝擊經驗，反思如何增進環境輻射監測作為、強化民眾溝通。議程中討論「海嘯與安全度評估」、「超出設計基準事故安全應變措施」、「福島核事故後台電安全總體檢及應變措施」、「福島第一核電廠事故及日本核能之未來」等議題並安排前往茨城縣東海村，參訪日本原子力研究開發機構東海村核設施，包括高功率質子加速器設施(J-PARC)及核燃料循環工學研究所。

## 參加第 18 屆 ICRM 會議及其會員大會

葉俊賢 袁明程

### 摘要

本次公差目的在參加第 18 屆 ICRM (International Conference on Radionuclide Metrology and its Applications)會議及其會員大會(General Meeting)，並參訪日本國家標準實驗室(Advanced Industrial Science and Technology, AIST)，收集最新的國際核種活度計量發展資訊，以規劃我國家游離輻射標準實驗室(本實驗室)未來之發展方向。本次 ICRM 會議，由日本國家標準實驗室主辦，會議地點設於筑波市的國際會議中心，會議期程為 9 月 19 日至 23 日，計有 29 個國家 104 人與會，亞太地區有我國、日、韓、澳洲與中國參加，另外，有美國 Canberra、美國 ORTEC、日本 SEIKO-EG&G、日本 Hitachi Aloka、日本 KAWAGUCHI 及蘇俄 RADEK 等 6 家輻射偵檢儀器製造商、英國 metrologia 及 Physicsworld 等 2 家期刊出版社與日本同位素協會參展。會議共進行 5 天，前 4 天為技術論文發表與工作小組會議，最後一天為會員大會與參觀實驗室，會議論文發表 111 篇，共分為：國際計量概況、射源製備技術、量測標準與參考物質、核子衰變資料、量測比對、加馬能譜、阿伐粒子與貝他粒子能譜、低背景量測技術、放射核種計量技術、生命科學與液體閃爍量測技術與放射性活度量測之品質保證與不確定度評估等 12 個主題依序進行，其間亦穿插各技術工作組的報告與討論，本所國家游離輻射標準實驗室，於量測比對主題下發表論文一篇(Proficiency Test for Clearance Mixed-Nuclide Samples)。

## 陸、審查意見與回覆彙整表

### 計畫名稱：建立及維持國家游離輻射標準計畫 (1/4)

100 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>	
<p>1. 本計畫全年經費為 1030 萬元，至 11 月底已支用約 800 萬元，最後一個月(12 月)希望可達支用 100%。</p> <p>說明：本計畫全程為 4 年，100 年計畫自 100 年 1 月至 100 年 12 月。</p>	<p>本年度預算支用數為 10,297 仟元，執行率達 99.96%。</p>
<p>2. 本計畫變更均報標檢局同意，內容均屬配合技術交流，可符合計畫之需要。計畫主持人之變動係因核研所人事調整，新主持人亦為能源(核能)專家，執行本計畫應可勝任。101 年政府將實施組織改造，到時國家輻射標準實驗室之歸屬有關本計畫之後續執行，以及未來經費是否包含人事費仍需預先計畫應運之道。</p> <p>說明：計畫主持人之變動已報標檢局同意。</p>	<p>配合主管機關與日本福島事件應變之需求，100 年度變更原規劃之兩項國外公差項目，修訂為「海峽兩岸計量研討會」與「台日核能安全研討會議」，變更案均經標準檢驗局之核定，並於原編列之差旅費項下勻支。新計畫主持人之研究領域仍與游離輻射與核能相關，主持人變動不影響計畫後續之規劃與執行。101 年政府組織改造，核研所目前仍歸屬為政府機構，暫不會有人事費編列的問題。</p>
<b>B 委員</b>	
<p>3. 計畫報告第 21 頁所載研發的「放射診斷儀器遠距校正方法」於 100 年 7 月 20 日提出專利申請，可推廣至二級實驗室使用。請說明該專利是否可能具有技術移轉或授權之收入？</p>	<p>本項專利除可推廣至二級實驗室使用之外，如再經過改良及結合機械手臂、人機介面之設計，還可應用於其他領域，具有向外推廣之潛力。</p>
<p>4. 計畫報告第 50 頁所載之年度目標達成度顯示本年度之量化指標皆已達到目標。惟第 91 頁所載之五年研究成果統計顯示，本計畫在國際期刊論文、校正件數、標準新擴建及技術發展項數，與 98、99 年度相較，明顯減少，請說明其原因為何？</p>	<p>本年度計畫產出已超越年初設定之量化目標。相較於 98、99 年度，本年度預算較前兩年度分別短少五百餘萬與三百餘萬，經費的縮減勢必影響績效產出。另 99 年執行三年一度的人員劑量計能力試驗，因此有較大量的人員劑量計校正需求。</p>

<p>5. 本年度委託東海大學電機系協助開發石墨卡計所需的量測電路，包括建置高敏感度的溫度量測電路、校準用之核心電加熱與計時電路、微處理機控制介面及控制軟體等。本年度已完成石墨卡計的溫度量測電路以及計時電路之實現與測試等。請說明其所達到之具體技術規格為何？</p>	<p>本年度裡，東海大學電機系已經完成石墨卡計量測電路離散元件實現與測試，包含核心溫度量測電路、加熱與計時電路；夾克 / 護套溫度量測電路、加熱電路；接體溫度控制電路。此外，亦完成 PC 控制介面電路設計及 LabVIEW 相關控制軟體設計。目前已達到的技術規格為其設計之電路可產生高達 65536 種的阻抗變化組合，且合成之電阻值的最小變化量(即解析度)約為 1.5 mΩ。</p>
<p><b>C 委員</b></p>	
<p>6. 全程計畫分四年執行，本(100)年度為第一年。根據 100 年度執行報告，所有規劃目標均如期達成，執行成果優於原訂指標，值得肯定。</p>	<p>謝謝委員肯定。</p>
<p>7. 經費支用符合規劃進度。其中少部分項之變更，均經標準檢驗局之核定在案。</p>	<p>謝謝委員肯定。</p>
<p>8. 101 年度計畫之工作項目應加以檢討，以便在有限經費下達成最大效益的標準應用。</p>	<p>謝謝委員建議。101 年計畫經費刪減 1,025 千元，標準維持與擴建仍維持原有規劃，但在標準推廣與應用方面，計畫僅提供環境級與中低強度級核種活度量測能力試驗所需之劑量計與射源的校正追溯，實際工作項目已移至原能會委託計畫執行。</p>
<p>9. SCI 期刊的發表數量，101 年度目標值可適度提高。</p>	<p>由於 101 年計畫經費縮減，致使本計畫研發人力降低，提高 SCI 期刊論文發表數量有實質上的困難。</p>
<p><b>D 委員</b></p>	
<p>10. 建議增加體內劑量標準建立。 說明：體內劑量也是人員劑量的一部份，其劑量標準重要性與體外劑量相同。</p>	<p>體內劑量標準主要由吸收劑量或活度標準導出，目前 BIPM 與國際主要實驗室尚未針對體內劑量建立量測標準，實驗室將密切注意國際之發展趨勢並蒐集相關資料。</p>

<p>11. 量測標準的維持與服務項目本年度 11 月底前完成 224 件，收入約 330 萬元，比 100 年度計畫目標收入超過約 50%，成果豐碩。建議評估此項目服務之市場規模並檢討規畫擴展服務之策略。</p> <p>說明：量測標準之建立與維持主要目的應在服務。</p>	<p>由於原子能委員會推動醫療曝露品質保證計畫，國內在放射治療、乳房攝影等領域的標準件目前皆已送校正。二級實驗室因 TAF 認證需求，其標準件亦皆送校正。現下每年的校正量約 220 件，隨實驗室校正服務能量擴張，每年的校正量會略微成長。</p>
<p>12. 國際量測比對結果(補充附件 3 和 4)請說明其代表意義。</p> <p>說明：比對結果除提供數據外，應做分析說明。</p>	<p>附件 3 表示本實驗室與亞太各實驗室之量測差異在 0.5% 以內，而附件 4 可得到本實驗室與澳洲國家實驗室之比對差異，並於簡報資料及執行報告補充說明。</p>
<p>E 委員</p>	
<p>13. 本計畫已執行多年，經費逐年刪減，工作項目只能維持水準，無法在研究、服務與推廣上有更進一步的突破。</p>	<p>經費逐年刪減，計畫人力維持、軟硬體設備更新與技術精進有實務上的困難，在國際上也面臨韓國與大陸的強大競爭壓力，懇請主管機關重視並大幅調整預算</p>
<p>14. 目前所使用的一些主要儀器設備，已有老化與過時的情形，建議應注意汰換更新。</p>	<p>已於 94 年計畫書中規劃 10 年內預定汰換更新之老舊設備，但礙於經費無法執行，目前汰換情形與原來規劃仍有極大的落差</p>
<p>標檢局意見</p>	
<p>15. 截至 11 月底止，本計畫之預算執行率為 77.83%，年度經費 10,302 千元，實際支用 8,018 千元，經費實際支用比例僅達 77.83%，惟預計至 12 月底，完成驗收結報之購案則預算執行率可達 99.7%。</p>	<p>本年度預算支用數為 10,297 仟元，執行率達 99.96%。</p>
<p>16. 計畫執行項目「中低強度核種活度分析能力試驗」；有歸列在計畫目標「量測技術的推廣與應用」項下(如 P20)；也有歸列在計畫目標「維持國家游離輻射標準與服務」項下(如 P28)；請調整使其前後一致。</p>	<p>謝謝指正，已統一調整至量測技術的推廣與應用項下。</p>

<p>17. 核研所於 2009-2010 主辦 APMP. RI(I)-K4 60Co 水吸收劑量關鍵比對，共有十四個國家實驗室參加，並完成比對 Status Report 及國際度量衡局之 KCDB 比對登錄。另為配合落實會議具體作法，每 3 年爭取一項主導國際關鍵比對，核研所擬向 APMP 提出主辦 2013 年亞太中能量 X 射線劑量比對活動，惟此節並未列入後續工作構想及重點 (P25)。</p>	<p>謝謝指正，相關說明已補入。</p>
<p>18. 查核研所於 100 年繳交 15 萬技術授權金(如附件)，惟並未列入歲入繳庫情形 (P54)。另該表服務收入本年度實際數為「3,302,000」與本年度預算數「2,100,000」有頗大差異，請補充差異說明。</p>	<p>謝謝指正，技術授權金 157,231 元已補入。校正服務收入差異頗大，主要是因為人員劑量計能力試驗參與單位的繳費時程較難掌握，因此未列入原計畫規劃中，</p>
<p>19. 報告提及進行技術移轉，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 (P44)。核研所就此未來規劃為何?是否可考量列入未來後續工作重點。</p>	<p>強化國內二級校正實驗室之校正技術能力與現有二級實驗室的技術能量、人力素質、所屬單位的支持度、實質利潤等因素有關。是計畫未來努力的方向，但難以進行時程規劃，同時，本實驗室透過能力試驗等手段，持續推動二級實驗室能力的提昇，在二級校正實驗室之校正技術能力未達到現有客戶技術規格要求前，暫不列入實質的計畫工作項目中。</p>
<p>20. 工作進度查核點 (P46) 未全部納入 100 年度執行內容(P11)，如查核點未包含「第八次人員劑量計能力試驗(99-100)」、「執行第五次輻射偵檢儀器校正能力試驗(100-101)」、「提供標準射源辦理環境級與中低強度核種活度分析能力試驗」、「石墨卡計原級標準系統之量測電路開發」。</p>	<p>謝謝指正，相關說明已補入。</p>
<p>21. 目標達成情形(P50) 未說明「第八次人員劑量計能力試驗(99-100)」、「執行第五次輻射偵檢儀器校正能力試驗(100-101)」、「石墨卡計原級標準系統之量測電路開發」目標達成情形。</p>	<p>謝謝指正，相關說明已補入。</p>

<p>22. 最近3年(98-100) 進入BIPM 關鍵比對資料庫數均為0，請予以說明（詳研究成果統計表(P91)）。</p>	<p>國際比對的量測、結果報告的審查時程均相當嚴謹而冗長，某些情況下，主辦實驗室甚至會宣告比對量測活動失敗，因此本實驗室雖每年參與國際比對，但卻無法預期結過報告何時會登錄於BIPM KCDB。</p>
<p style="text-align: center;">查證會議結論</p>	
<p>1. 請參照委員書面意見修正執行報告書。</p>	<p>依委員建議辦理。</p>
<p>2. 核研所以目前經費能完成現有工作進展值得肯定。</p>	<p>謝謝委員肯定，及支持計畫經費的調升。</p>
<p>3. 有關委託東海大學協助開發石墨卡計所需的量測電路，請注意相關溫控問題，以確保達成委託案預期功能。</p>	<p>謝謝委員提醒，本計畫會與東海大學密切聯繫與討論溫控問題，並轉達委員之疑慮，請其設法克服。</p>
<p>4. 為減輕國家實驗室負擔，核研所未來可規劃進行技術移轉，強化國內二級校正實驗室之校正技術能力。</p>	<p>依委員建議辦理。</p>
<p>5. 經與會委員審核後，上述委辦計畫之成果符合契約書要求，<b>同意驗收</b>，惟須依委員書面意見確實注意改正，於101年1月6日前將修正後之期末報告書提送本局，並經本局審核無誤後，再辦理結案事宜。</p>	<p>依委員建議辦理。</p>