



計畫審議編號 108-1403-05-19-01

108 年度政府科技發展計畫 期末執行報告

建立及維持國家游離輻射標準 (3/4)

全程計畫：自 106 年 1 月 1 日至 109 年 12 月 31 日
本年度計畫：自 108 年 1 月 1 日至 108 年 12 月 31 日

委託機關：經濟部標準檢驗局
執行單位：行政院原子能委員會核能研究所

中 華 民 國 109 年 1 月

版本 F

英文縮寫之中、英文對照表

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

簡 稱	全 名	中文譯稱
INER	Institute of Nuclear Energy Research	行政院原子能委員會核能研究所
ISO	International Organization for Standardization	國際標準組織
KCDB	Key Comparison Data Base	關鍵比對資料庫
KRISS	Korea Research Institute of Standards and Science	韓國標準科學研究院
kV _p	kilovolts peak	千伏峰值電壓
LDR	Low-dose rate	低劑量率近接治療
LNE-LNHB	Laboratoire National Henri Becquerel	法國游離輻射計量實驗室
LNMRI/IRD	National Laboratory for Ionizing Radiation Metrology	巴西游離輻射計量國家實驗室
NIS	National Institute for Standards	埃及國家標準研究所
NIST	National Institute of Standards and Technology	美國國家標準技術研究院
NMIJ	National Metrology Institute of Japan	日本國家計量研究院
NMISA	National Metrology Institute of South Africa	南非國家計量研究院
NPL	National Physical Laboratory	英國國家物理實驗室
NRC	Nuclear Regulatory Commission	加拿大核能管理委員會
Nuc. Malaysia	Malaysian Nuclear Agency	馬來西亞核能機構
PE	Polyethylene	聚乙烯
PID	Proportional Integrative Derivative	比例積分微分控制器
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt 《Physikalisch Technische Reichsanstalt》	德國聯邦物理技術研究院
RI	Ionizing Radiation	游離輻射
RQT	Radiation Qualities based on copper added filter in CT application	經過附加銅濾片之電腦斷層掃描 X 射線射束品質
TAF	Taiwan Accreditation Foundation	財團法人全國認證基金會
TCRI	Technical Committee on Ionizing Radiation	游離輻射技術委員會
TDCR	triple-to-double coincidence ratio	三重對二重符合比率量測技術(一種以液態閃爍計數器為基底的量測系統所發展出的量測技術，可作為放射源活度

簡 稱	全 名	中文譯稱
		量測的原級標準。)
TG	Task Group	專門任務小組

108 年度計畫執行報告摘要記錄表

計畫名稱	建立及維持國家游離輻射標準(3/4)108 年度計畫		計畫編號：108-1403-05-19-01	
主辦單位	經濟部標準檢驗局	執行單位	行政院原子能委員會核能研究所	
計畫主持人	張淑君	電話：03-4711400-7600	傳真：03-471 1171	
協同主持人	朱健豪	電話：03-4711400-7741	傳真：03-471 3489	
計畫分類	<input type="checkbox"/> 研究發展類 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		74,413 千元	
	本年度預算	24,153 千元	本年度實支數	24,073 千元
計畫聯絡人	鄧菊梅	電話:03-4711400-7620	傳真：03-4713489	
<p>綜合摘要：</p> <p>一、年度預定工作項目</p> <p>(一)量測標準的維持與服務</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 提供符合 ISO 17025 品質標準的校正服務 2. 參與國際量測比對 <p>(二)量測標準的精進與新建</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 高能光子加速器劑量量測標準建置(108-110) 2. 建立符合 IEC 61267 RQT X 射線射質劑量原級標準 3. 建立 Ce-141 射源活度原級標準 <p>(三)量測標準技術的推廣與應用</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 輻射計量標準業務推廣及參與 APMP 等相關國際會議 2. 提供游離輻射領域能力試驗標準追溯源。 				

108 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	108 年度目標	108 年度實際達成情形
研究成果	論文	2 篇 (SCI 論文 1 篇)	<ul style="list-style-type: none"> ● SCI 發表 2 篇 ● 國際會議論文 6 篇 達成預期目標。
	技術報告	18 篇	技術報告發表 15 篇；另發表出國報告 5 篇。 達成預期目標。
	專 利	1 項	獲得美國專利 1 項、中華民國專利 1 項，達成預期目標
例行維持	舉辦研討會或說明會	2 場	2 場，達成預期目標。
	問卷調查	1 次	1 次，達成預期目標。
	技術服務收入	265 件	年度例行校正服務共 373 件，總收入為 3,091,200 元。 超出預期目標。
	能力試驗	1 項	提供人員劑量計能力試驗之標準追溯源 達成預期目標。
	國際量測比對	2 項	<ul style="list-style-type: none"> ● 參與由中國大陸 NIM 主辦的乳房攝影 X 射線空氣克馬率比對 ● 參與由德國 PTB 主辦的貝他組織吸收劑量比對 (代號：EURAMET.RI(I)-S16) 達成預期目標。

三、重要檢討及建議

1. 本年度的所有工作項目皆如期達成計畫目標。
2. 本年度之預算執行率為 99.67%，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 373 件收入 3,091,200 元。例行校正服務超出原計畫目標(全年度 265 件，收入 260 萬元)，主要原因如下：(1)本年度執行人員劑量計能力試驗，受測實驗室送出較多的標準件要求校

108 年度計畫執行報告摘要記錄表

正。(2)本實驗室擴建 X 射線標準，使 X 射線標準相關校正服務量明顯增加。

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

目 錄

標 題	頁碼
壹、基本摘要	1
一、執行進度	1
二、經費支用	1
三、主要執行內容	2
四、計畫變更說明	7
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	10
(二) 計畫經費與人力	11
(三) 計畫已獲得之主要成就與成果(output)	14
(四) 評估計畫主要成就及成果之價值與貢獻(outcome)	20
(五) 後續工作構想及重點	23
(六) 檢討與建議	41
二、年度經費一千萬元以上科技計畫成果效益自評表	43
(一) 計畫目的與執行內容是否符合	43
(二) 計畫已獲得之主要成就與成果(output)	43
(三) 評估計畫主要成就及成果之價值與貢獻(outcome)	44
(四) 計畫經費的適足性與人力運用的適善性	45

標 題	頁碼
(五) 後續工作構想及重點的妥適性	45
(六) 檢討與建議	47
參、報告內容	48
一、執行績效檢討	48
(一) 與計畫符合情形	48
1. 進度與計畫符合情形	48
2. 目標達成情形	51
(二) 資源運用情形	53
1. 人力運用情形	53
2. 設備購置與利用情形	54
3. 經費運用情形	55
(三) 人力培訓情形	57
(四) 標準維持情形	58
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	66
(三) 校正服務列表	67
1. 工服成果統計表	67
2. 量測標準系統與校正服務統計表	91
三、結論	95
肆、補充附件	96
補充附件1、顧客滿意度問卷調查統計表	96

標 題	頁碼
補充附件 2、乳房攝影 X 射線空氣克馬比對預定期程	97
補充附件 3、貝他組織吸收劑量比對預定比對期程	98
補充附件 4、直線加速器採購規格	99
補充附件 5、IEC 61267 RQT 射質原級標準量測及不確定度 評估結果	100
補充附件 6、Ce-141 原級標準 4π β - γ 量測系統、與 VYNS 薄膜樣品	101
補充附件 7、「第 11 次人員劑量計能力試驗執行前說明會」議 程表及照片	102
補充附件 8、「一定活度或比活度以下廢棄物解除管制量測能 力試驗說明會」議程表及照片	103
補充附件 9、度量衡偏鄉扎根活動照片	104
補充附件 10、論文報告一覽表	105
補充附件 11、1999-2019 年 NRSL 參加國際比對之現況	109
補充附件 12、98-108 年本計畫與其他計畫之合作列表	111
補充附件 13、最近五年研究成果統計表	112
補充附件 14、研究報告摘要	113
伍、審查意見及回覆彙整表	144

壹、基本摘要

計畫名稱：建立及維持國家游離輻射標準(3/4)

一〇八年度計畫

審議編號：108-1403-05-19-01 部會屬原計畫編號：

主管機關：經濟部標準檢驗局 執行單位：行政院原子能委員會核能研究所

計畫主持人：張淑君 聯絡人：鄧菊梅

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

期 程： 106 年 1 月~ 109 年 12 月

經 費：(全程)： 74,413 千元 (年度)： 24,153 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	24,153	24,073	99.67
全程	74,413	44,166	59.35

三、主要執行內容：

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

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

(一)維持與服務

維持量測標準並提供校正服務，是標準實驗室的基本任務。在維持國家標準與國際標準一致性任務需求下，本計畫於今年度參與由中國大陸 NIM 國家標準實驗室主辦的乳房攝影 X 射線空氣克馬率比對活動，比對期程為 2019 年 2 月至 2020 年 4 月，比對游離腔於今年 4 月寄送至本實驗室，本實驗室於 5 月完成比對量測，並傳遞至下一個實驗室日本 NMIJ。以及參與由德國 PTB 主辦的貝他組織吸收劑量比對，比對代號：EURAMET.RI(I)-S16，量測期程由 2018 年至 2021 年，於今年 8 月傳遞至 INER 進行量測，本實驗室於 9 月完成輻射場測試及比對量測，並寄送至下一個實驗室日本 NMIJ。參與國際間的比對活動，除可維持國家標準與國際標準的一致性，達成國際追溯外，同時藉此促進國家實驗室間的技術交流，提升實驗室的量測能力。

在校正服務方面，本年度除辦理能力試驗外，亦持續提供一般私人企業、長庚醫院、成大醫院、馬偕醫院、台電放射試驗室等，符合 ISO 17025 品質規範的一級校正服務達 373 件，總收入繳庫 3,091,200 元，達成全年服務 265 件的年度目標。透過這些校正服務，達成量測標準的國內傳遞，可增進國人接受輻射診療的安全、全國輻射工作人員的工作安全、核能電廠運轉的安全與環境輻射監測的品質。

在客戶滿意度方面，以不記名問卷方式調查本實驗室在儀器接收服務、儀器取回服務、收到校正報告的時間、實驗室人員提供的電話答覆、遊校服務共 5 項主要客服項目的滿意度，平均有 94% 的調查結果為滿意或非常滿意。

(二)精進與新建

醫用加速器(6 MeV 以上)是目前國際上放射治療的主要設備，而放射治療是否可達到預期的療效則取決於輻射劑量的準確度，其輻射劑量之追溯過去通常採用在 Co-60 (平均能量 1.25 MeV) 輻射場的校正結果，再根據 AAPM-TG-21、AAPM-TG-51、IAEA TRS-398 等劑量議定書，將量測結果延伸至更高的能量，因而產生較大的量測不確定度。目前國際上較先進的國家皆已引進或規劃引進高能光子加速器設施，以直接提供醫用直線加速器高能光子的劑量追溯。本計畫參考國際文獻及考量國內需求，與加速器廠商溝通後，制定加速器採購規格，並確認驗收項目及程序。加速器的採購案預計分成主結構及周邊系統兩個部分，並分別於 108 年度及 109 年度執行。今年度之加速器主結構採購案，於 8 月 6 日完成決標，得標廠商為久和醫療儀器股份有限公司，加速器廠牌型號為 Elekta Synergy，並於 12 月完成交貨驗收並結報。

目前國際上對於醫療診斷用 X 射線品質是以 IEC 61267 的規範為標準，IEC 61267 中的 RQT 射質，用於模擬電腦斷層掃描儀的 X 射線能譜，一般

用於電腦斷層掃描之筆型游離腔校正，評估病患接受電腦斷層掃描之輻射劑量，並可作為放射醫材設備相關國際規範之標準測試射源。本計畫完成 RQT 射質所需的純鋁及純銅過濾片製作組配，並量測其半值層與 IEC 61267 規範差異小於 5%，符合規範之要求。完成自由空氣游離腔的各項修正因子評估，包括空氣衰減、離子再結合、光子散射、電子損失及電極遮蔽效應修正因子評估。完成原級標準空氣克馬率量測以及量測不確定度評估，其擴充不確定度小於 1%。

Ce-141 放射活度原級標準，常作為加馬能譜儀之校正標準射源或能力試驗用射源，國內使用單位包括，核研所、台電核能電廠、中研院、清華大學等設有加馬能譜分析系統之研究機構、二級實驗室或檢測實驗室，這些二級實驗室或檢測實驗室，都是環境核種、放射性廢棄物核種與進出口食品放射性核種分析檢測的第一線實驗室，其準確度關係到民眾與環境的輻射安全。另在生物與醫學領域中，因氧化鈾奈米粒子的物化特性與化學結構特點，運用於毒理研究、放射診斷與放射治療上。Ce-141 半化期約 32.5 天，以貝它衰變方式至 Pr-141，並發射出豐度約 48% 能量約 145.4 keV 的加馬射線，亦發射 X 射線(能量約 42 keV)及 Auger 電子(能量約 35 keV)。參考國際文獻研析並根據 Ce-141 核種之衰變方式，檢視本實驗室現有之 $4\pi\beta-\gamma$ 符合計測系統， β 頻路可沿用常壓比例計數器來計測鄂惹電子， γ 頻路之碘化鈉偵檢器之加馬能量範圍收集窗設定在 145.4 keV 間，即可測得二頻路同時發生的計數，並利用直線外插方式來獲得計測結果之數據。完成放射源活度原級標準($4\pi\beta-\gamma$)之絕對計測法量測 Ce-141 活度，放射源比活度為 769 ± 2.36 kBq/g，量測不確定度降為 0.31%(現今國際趨勢約為 0.2%-0.7%)。將標準傳遞至二級 $4\pi\gamma$ 游離腔校正服務系統，量測標準不確定度約為 1%，量測標準與先進國家一致、技術能力擠進國際技術領先群，達成計畫目標。

(三) 推廣與應用

辦理輻射計量標準業務推廣方面：本年度召開研討會 2 場：5 月 23 日於核能研究所國家游離輻射標準實驗室舉辦「2019 年第 11 次人員劑量計能力試驗執行前說明會」，共計有 9 個單位 40 人參與。9 月 10 日於核能研究所舉辦「一定活度或比活度以下廢棄物解除管制量測能力試驗說明會」，共計有 2 個單位 15 人參與。

全年約有 60 人參訪實驗室：於 1 月 24 日，行政院原子能委員會約 16 人參訪國家游離輻射標準實驗室；4 月 29 日，國立高雄醫學大學醫學影像暨放射科學系饒若琪副教授及師生約 43 人參訪；6 月 13 日美洲保健物理學會會長 Dr. Eric Goldin 參訪，進行原級標準量測原理介紹，以及實驗室校正系統實地參觀。

9 月 24 日於高雄科工館配合辦理「度量衡偏鄉扎根活動」，藉由多個與度量衡主題有關的關卡活動，讓學童學習游離輻射的基礎知識並認識輻射量測儀器。

人才培育與合作研究方面，本年度實驗室於縱向方面：提供清華大學核工所蔡惠予教授及其研究生練蒙恩，執行眼球劑量研究，進行熱發光劑量計校正。橫向方面：透過科專計畫、委託計畫、核研所之研究共同基金、實驗室間研討等方式，進行量測標準或技術的傳遞與擴，分述如下：

1. 透過原能會委託計畫

- A. 與核研所核種分析研究團隊合作，協助製作環境試樣核種分析參考物質。
- B. 與核研所輻射安全評估研究團隊合作，發展質子誘發高能中子量測分析技術，進行現有中子劑量偵測器對高能中子量測誤差研究。

2. 透過與法人機構（如：金工中心、中科院等）或產業界（如：和鑫、千才等）之委託計畫、合作意向書、座談或技術諮詢，協助其建立放射醫

材檢測設施或技術，目前金工中心已建置放射醫材檢測實驗室並通過 TAF 認證。

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

四、計畫變更說明:

- (一) 本計畫之原訂經費 2490 萬元，因立法院預算案審議結果通刪 3% 計畫委辦經費，經費調整為 2415 萬 3000 元。本案標準檢驗局於 108 年 3 月 12 日以經標四字第 10840001470 號函說明本項計畫變更。
- (二) 本計畫新增人力一名，於 108 年 6 月 20 日以核保字第 1080004580 號函向標準檢驗局說明，標準檢驗局於 108 年 7 月 1 日以經標四字第 10800557680 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)

無

貳、年度經費一千萬元以上科技計畫成果效益事實報告表及自評表

一、108 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 張淑君

計畫名稱(中文)『建立及維持國家游離輻射標準』(3/4)

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

(2/4)

審議編號：108-1403-05-19-01

全程期程：106 年 1 月 ~ 109 年 12 月

全程經費：74,413 千元 年度經費 24,153 千元

執行機構：行政院原子能委員會核能研究所

計畫摘要：(中文)

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

一、量測標準的維持與服務

1. 提供符合 ISO 17025 品質標準的校正服務
2. 參與國際量測比對

二、量測標準的精進與新建

1. 高能光子加速器劑量量測標準建置(108-110)
2. 建立符合 IEC 61267 RQT X 射線射質劑量原級標準
3. 建立 Ce-141 射源活度原級標準

三、量測標準技術的推廣與應用

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

關鍵字:國家標準；游離輻射；原級標準；校正；能力試驗

計畫摘要：(英文)

Abstract

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

1. Measurement standards maintenance and services
 - (1) Providing calibration services complying with ISO 17025
 - (2) APMP/TCRI comparisons or others
2. Measurement standards improvement and establishment
 - (1) Establishment of dose standard for high energy photon linear accelerator.
 - (2) Establishment of X-ray dose primary standard for IEC 61267 RQT qualities.
 - (3) Establishment of primary standard of activity for radioactive source of Ce-141.
3. Measurement standards technology promotion and applications
 - (1) Promoting radiation metrology standards and participating international conferences such as the APMP meetings.
 - (2) Providing standard radioactive sources for proficiency testing in the ionizing radiation field.

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

(一) 計畫目的與內容

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

108 年度為四年計畫(106-109 年度)的第三年，繼續執行建立及維持國家游離輻射標準之業務，工作重點包括(1)持續量測標準的維持與服務，建構完整的量測追溯體系，(2)進行量測標準的精進與新建，滿足國內需求，(3)從事量測標準技術的推廣與應用，發揮技術擴散效益等三項工作目標。

為達計畫目標，108 年計畫執行內容如下表。

計畫目標與 108 年計畫執行內容

計畫目標	108 年度執行內容
(1) 維持國家游離輻射標準與服務	<ul style="list-style-type: none">● 提供符合ISO 17025品質標準的校正服務● 參與國際量測比對
(2) 量測標準的精進與新建，滿足國內需求	<ul style="list-style-type: none">● 高能光子加速器劑量量測標準建置● 建立符合IEC 61267 RQT X射線射質劑量原級標準● 建立Ce-141射源活度原級標準
(3) 量測技術的推廣與應用	<ul style="list-style-type: none">● 輻射計量標準業務推廣及參與APMP等相關國際會議● 提供游離輻射領域能力試驗標準追溯源

(二) 計畫經費與人力

1. 計畫經費

本年度預算總經費是24,153仟元，分配及支用狀況如下表。

108年度預算分配及支用狀況表

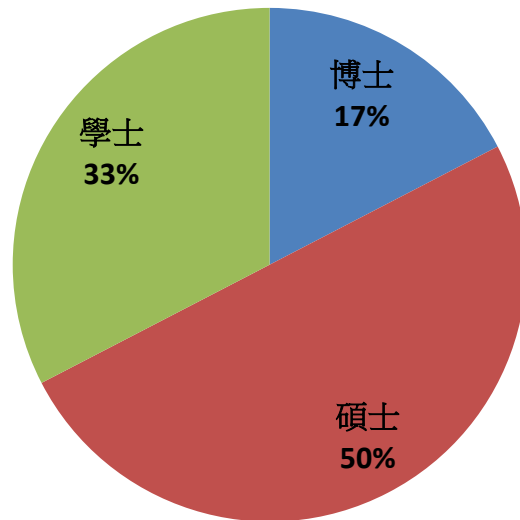
分配項目	預 算 (流用後)		支 用		
	金額(千元)	佔總額(%)	金額(千元)	佔總額(%)	佔分配(%)
人事費	0	0	0	0	0
業務費	5,153	21.33	5,074	21.01	98.47
設備費	19,000	78.67	18,999	78.66	100.00
合 計	24,153	100.00	24,073	99.67	99.67

108 年度各分項工作預算支用狀況表

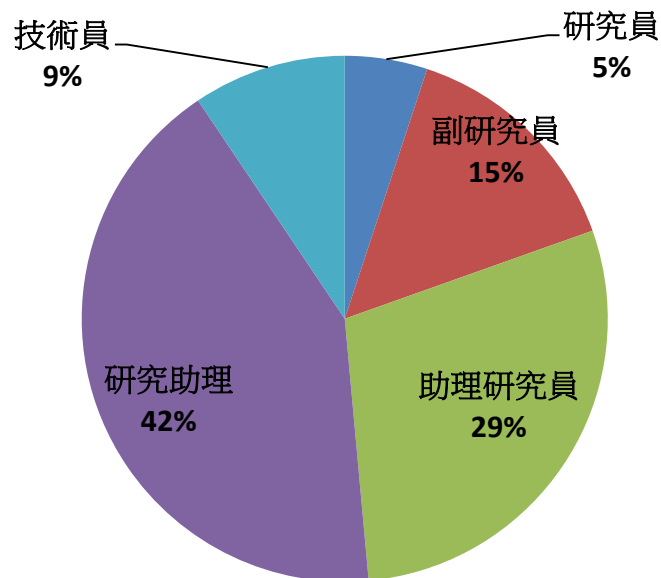
分項工作名稱	108 年 度預算	108 年度支用數						
	小計	小 計	經常支出			資本支出		
			人事 費	材料 費	其它費 用	土地 建築	儀器 設備	其它 費用
1.量測標準的維持與服務	1,400	1,455	0	394	985	0	76	0
2.量測標準的精進與新建	21,453	21,338	0	492	1,923	0	18,796	127
3.量測標準技術的推廣與應用	1,300	1,280	0	98	1,182	0	0	0
總 計	24,153	24,073	0	984	4,090	0	18,872	127

2. 計畫執行人力

本年度計畫總人力是11.5人年（138人月）。人力學歷分佈如圖一，職級分佈如圖二。



圖一、學歷分佈圖



圖二、職級分佈圖

108 年度各分項工作使用人力

各分項工作名稱	108 年度	108 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	6.50	6.50	0.08	0.65	1.64	3.77	0.36
量測標準的精進與新建	3.00	3.00	0.44	0.90	0.88	0.58	0.20
量測標準技術的推廣與應用	2.00	2.00	0.06	0.17	0.81	0.48	0.48
合計	11.50	11.50	0.58	1.72	3.33	4.83	1.04

(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 108 年度實驗室品質稽查計畫、執行稽核作業、品保檢測及顧客滿意度調查，並針對稽核結果及顧客滿意度調查意見進行檢視，提出矯正措施，且依 ISO 17025(2005) 規範之要求，每年檢討品質文件，嚴格品質管理，統計年度例行校正服務共 373 件收入 3,091,200 元，達成全年服務 265 件的年度目標。另完成年度顧客滿意度調查，其結果如補充附件 1，平均有 94% 的調查結果為滿意或非常滿意。

(2)國際量測比對

A.參與由中國大陸 NIM 國家標準實驗室主辦的乳房攝影 X 射線空氣克馬率比對活動，參與實驗室有印度 BARC、埃及 EIS、台灣 INER、韓國 KRISS、中國大陸 NIM、日本 NMIJ、南非 NMISA、泰國 OAP、印尼 PTKMR-BATAN 等 9 個國家實驗室，比對期程為 2019 年 2 月至 2020 年 4 月，比對游離腔於今年 4 月寄送至本實驗室，本實驗室於 5 月完成比對量測，並傳遞至下一個實驗室日本 NMIJ。預定量測時程詳如補充附件 2。

B.參與由德國 PTB 主辦的貝他組織吸收劑量比對，比對代號為 EURAMET.RI(I)-S16，參與實驗室有德國 PTB、葡萄牙 IST-LPSR、西班牙 CIEMAT、匈牙利 BFKH、瑞典 SSM、芬蘭 STUK、法國 LNE-LNHB、中國大陸 NIM、韓國 KRISS、台灣 INER、日本 NMIJ、

南非 NMISA、美國 NIST、加拿大 NRC、墨西哥 ININ、古巴 CPHR、俄羅斯 VNIIM 等 17 個國家實驗室，量測期程由 2018 年至 2021 年，於今年 8 月傳遞至 INER 進行量測，本實驗室於 9 月完成輻射場測試及比對量測，並寄送至下一個實驗室日本 NMIJ。預定比對期程詳如補充附件 3。

2. 量測標準的精進與新建

(1) 高能光子加速器劑量量測標準建置

醫用加速器(6 MeV 以上)是目前國際上放射治療的主要設備，而放射治療是否可達到預期的療效則取決於輻射劑量的準確度，其輻射劑量之追溯過去通常採用在 Co-60 (平均能量 1.25 MeV) 輻射場的校正結果，再根據 AAPM-TG-21、AAPM-TG-51、IAEA TRS-398 等劑量議定書，將量測結果延伸至更高的能量，因而產生較大的量測不確定度。目前國際上較先進的國家皆已引進或規劃引進高能光子加速器設施，以直接提供醫用直線加速器高能光子的劑量追溯。本計畫參考國際文獻及考量國內需求，與加速器廠商溝通後，制定加速器採購規格，並確認驗收項目及程序。加速器的採購案預計分成主結構及周邊系統兩個部分，並分別於 108 年度及 109 年度執行。今年度之加速器主結構採購案，於 8 月 6 日完成決標，得標廠商為久和醫療儀器股份有限公司，加速器廠牌型號為 Elekta Synergy，可提供三個光子能量：6、10、15 MV，以及五個電子能量：4、6、9、12、15 MeV，完成輻射安全評估報告並通過本所職安會及原能會審查後，於 12 月完成交貨驗收並結報，達成今年度計畫目標。直線加速器之採購規格詳如補充附件 4。

(2) 建立符合 IEC 61267 RQT X 射線射質劑量原級標準

目前國際上對於醫療診斷用 X 射線品質是以 IEC 61267 的規範為

標準，IEC 61267 中的 RQT 射質，用於模擬電腦斷層掃描儀的 X 射線能譜，一般用於電腦斷層掃描之筆型游離腔校正，評估病患接受電腦斷層掃描之輻射劑量，並可作為放射醫材設備相關國際規範之標準測試射源。本計畫完成 RQT 射質所需的純鋁及純銅過濾片製作組配，並量測其半值層與 IEC 61267 規範差異小於 5%，符合規範之要求。完成自由空氣游離腔的各項修正因子評估，包括空氣衰減、離子再結合、光子散射、電子損失及電極遮蔽效應修正因子評估。完成原級標準空氣克馬率量測以及量測不確定度評估，其擴充不確定度為 0.27% (k=1)。**IEC 61267 RQT 射質原級標準量測及不確定度評估結果詳如補充附件 5。**

(3) 建立 Ce-141 射源活度原級標準

Ce-141 放射活度原級標準，常作為加馬能譜儀之校正標準射源或能力試驗用射源，國內使用單位包括，核研所、台電核能電廠、中研院、清華大學等設有加馬能譜分析系統之研究機構、二級實驗室或檢測實驗室，這些二級實驗室或檢測實驗室，都是環境核種、放射性廢棄物核種與進出口食品放射性核種分析檢測的第一線實驗室，其準確度關係到民眾與環境的輻射安全。另在生物與醫學領域中，因氧化鈷奈米粒子的物化特性與化學結構特點，運用於毒理研究、放射診斷與放射治療上。Ce-141 半化期約 32.5 天，以貝它衰變方式至 Pr-141，並發射出豐度約 48% 能量約 145.4 keV 的加馬射線，亦發射 X 射線(能量約 42 keV)及 Auger 電子(能量約 35 keV)。參考國際文獻研析並根據 Ce-141 核種之衰變方式，檢視本實驗室現有之 $4\pi\beta-\gamma$ 符合計測系統， β 頻路可沿用常壓比例計數器來計測鄂惹電子， γ 頻路之碘化鈉偵檢器之加馬能量範圍收集窗設定在 145.4 keV 間，即可測得二頻路同時發生的計數，並利用直線外插方式來獲得計測結果之數據。完成放射源活

度原級標準($4\pi\beta\text{-}\gamma$)之絕對計測法量測 Ce-141 活度，放射源比活度為 769 ± 2.36 kBq/g，量測不確定度降為 0.31%(現今國際趨勢約為 0.2%-0.7%)。將標準傳遞至二級 $4\pi\gamma$ 游離腔校正服務系統，量測標準不確定度約為 1%，量測標準與先進國家一致、技術能力擠進國際技術領先群。**量測系統及樣品外觀詳如補充附件 6。**

3.量測標準的推廣與應用

(1)輻射劑量標準業務推廣

本年度完成召開研討會 2 場、**開放實驗室參觀 3 次總計 60 人次**，推廣校正技術、服務業務、宣導校正追溯的正確觀念與國際宣傳，同時了解領域內的計量技術及其國內與國際發展現況與應用方向，並與國內其他科專計畫與機構進行分工與合作研究，使量測標準可直接支援或應用於其他計畫與機構，達到技術擴散的目的。詳細說明如下：

5 月 23 日於核能研究所國家游離輻射標準實驗室舉辦「2019 年第 11 次人員劑量計能力試驗執行前說明會」，共計有 9 個單位 40 人參與。會中針對第 11 次人員劑量計能力試驗的流程及注意事項進行說明。**相關佐證資料如補充附件 7。**

9 月 10 日於核能研究所舉辦「一定活度或比活度以下廢棄物解除管制量測能力試驗說明會」，共計有 2 個單位 15 人參與。會中討論解除管制的技術規範，以及 108 年度能力試驗的規劃。**相關佐證資料如補充附件 8。**

實驗室積極開放外界參觀，介紹游離輻射標準追溯鏈之重要性並推動量測標準追溯之觀念。於 1 月 24 日，行政院原子能委員會約 16 人參訪國家游離輻射標準實驗室；4 月 29 日，國立高雄醫學大學醫學影像暨放射科學系饒若琪副教授及師生約 43 人參訪；6 月 13 日美洲

保健物理學會會長 Dr. Eric Goldin 參訪，進行原級標準量測原理介紹，以及實驗室校正系統實地參觀。

9 月 24 日於高雄科工館配合辦理「度量衡偏鄉扎根活動」，藉由多個與度量衡主題有關的關卡活動，讓學童學習游離輻射的基礎知識並認識輻射量測儀器，**相關佐證資料如補充附件 9。**

於 11 月 28 日至 12 月 8 日，赴澳洲參與 APMP 年會及 TCRI 技術研討會，並於會中報告本實驗室年度工作成果，以及討論亞太地區比對活動之計畫。

(2)提供游離輻射領域能力試驗標準追溯源

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

(3)技術合作

人才培育與合作研究方面，本年度實驗室於縱向方面：提供清華大學核工所蔡惠予教授及其研究生練蒙恩，執行眼球劑量研究，進行熱發光劑量計校正。橫向方面：透過科專計畫、委託計畫、核研所之研究共同基金、實驗室間研討等方式，進行量測標準或技術的傳遞與擴散，分述如下：

1.透過原能會委託計畫

A. 與核研所核種分析研究團隊合作，協助製作環境試樣核種分析參考物質。

B. 與核研所輻射安全評估研究團隊合作，發展質子誘發高能中子量

測分析技術，進行現有中子劑量偵測器對高能中子量測誤差研究。

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

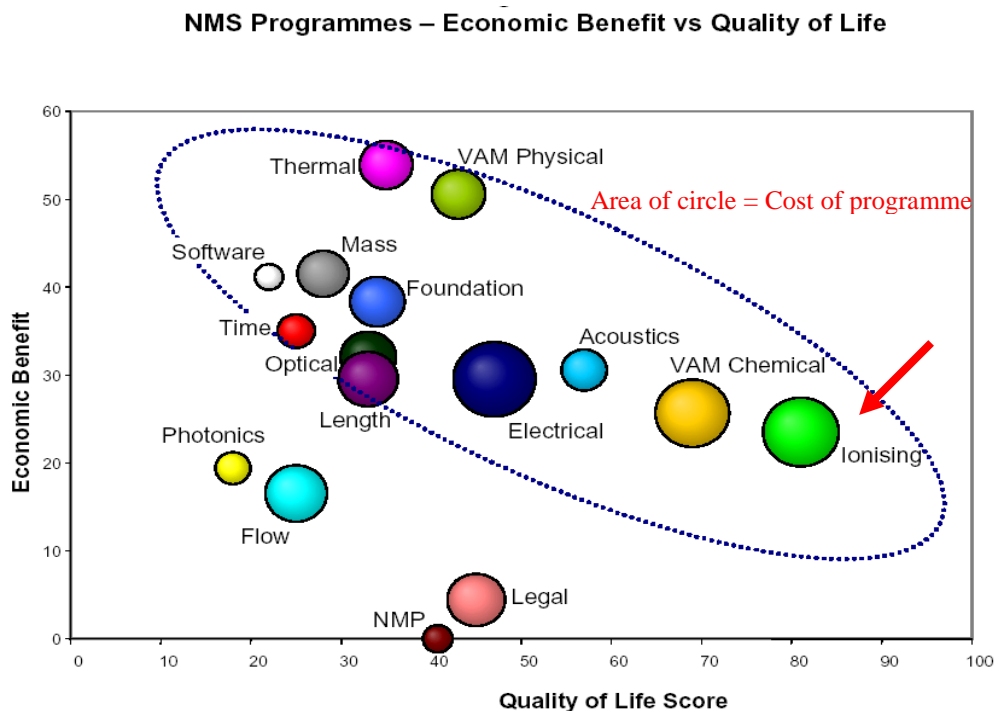
本計畫透過各式管道，期能以國家標準實驗室為中心，結合產、學、研界之力量，融合基礎標準量測能力、法規施行、臨床及產業應用三方面的資源，有效提升學術研究及更積極的將標準擴散至民生用途。

4. 研究成果

本年度已發表 SCI 期刊 2 篇、國際會議論文 6 篇、技術報告 15 篇及出國報告 5 篇，共計發表 28 篇，詳如論文報告一覽表(補充附件 10)及研究報告摘要(補充附件 14)。

(四)、評估計畫主要成就及成果之價值與貢獻(outcome)

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



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

本計畫所建立標準的衍生效益說明如下：

1. 放射醫學效益

國內接受高能遠距放射治療之民眾，依據 107 年衛生福利部統計處之資料顯示約 128 萬人次。遠隔治療劑量之標準，直接追溯至本實

驗室的 Co-60 劑量標準。健保局對直線加速器遠隔照射治療每一照野的給付額約 1300 元，以此估算，國家健保支出給付約 16 億元。在放射診斷電腦斷層掃描方面，其診斷劑量標準直接追溯至本實驗室之劑量長度乘積(DLP)標準，依據 107 年衛生福利部統計處之資料顯示，接受電腦斷層掃描檢查的民眾約 255 萬人次，健保對此項掃描檢查的給付額約 3800 元，合計約 96 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 107 年衛生福利部統計處之資料顯示，接受核子醫學(含正子)掃描檢查的民眾約 48 萬人次，健保對此項掃描檢查的給付額(以鎇-99m 甲狀腺掃描 Tc-99m thyroid scan 為例)約 1300 元，合計約 6 億元。本計畫現有的標準服務，在放射醫學領域，可促使每年數十億的健保支出更具品質，保障民眾獲得正確的輻射治療劑量，降低民眾的輻射診斷劑量。

2.輻防與環保效益

游離輻射量測標準的建立或不能直接解決原子能產業的環境、社會問題，但卻能提供正確的資訊，協助作出正確的判斷與作為，大幅提高原子能相關應用的範圍、效益與安全。如本計畫建立國內輻射防護與環境監測的各項標準，促使輻射防護主管機關(原子能委員會)，得以有效推行各項輻射防護法規，訂定各項量測限值，保障國內 5 萬 2 千名輻射從業人員之輻射安全，控制並確保國人生活環境不受放射性廢棄物之影響，促使核電產業得以安全運轉，同時在日本福島核災事件中，國內各能力試驗合格的第一線核種分析實驗室，皆加入環境、食品等樣品之分析，消除國人對輻射物質入侵台灣的疑慮。

3.經濟效益

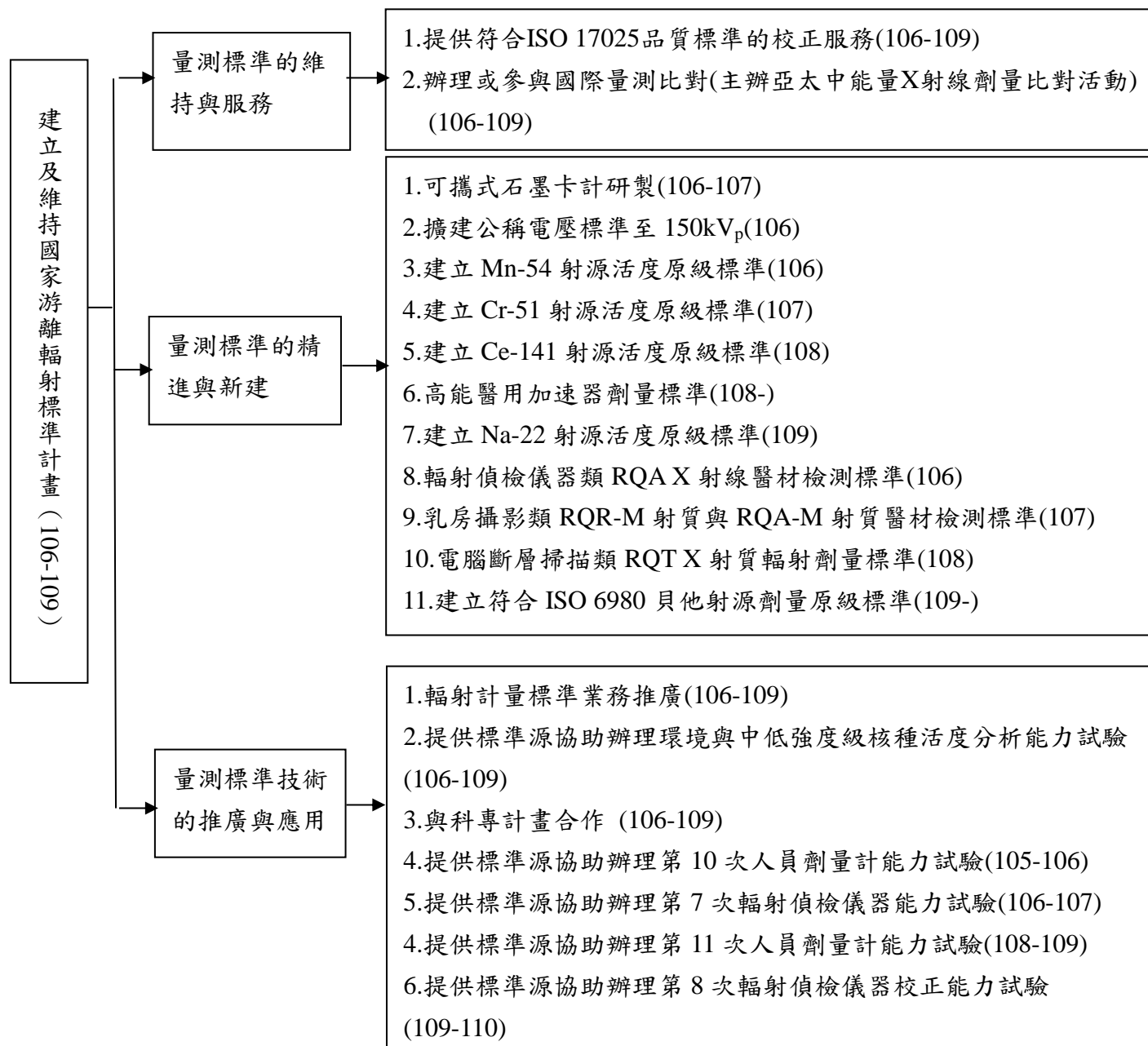
本計畫每年約完成 260 件校正服務，收入約 250 萬元，約佔年度計畫經費的 20%，比例看似無奇，但若將這些量測儀器送至國外校正，

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

(五)、後續工作構想及重點

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

106-109 年度工作規劃架構如下：



有關各項工作重點的國內需求與問題評析如下：

1.量測標準的維持與服務

(1) 校正追溯服務

國內目前有 6 家二級儀器校正實驗室(台電 2 家、學術機構 1 家、政府部門 2 家、軍方 1 家)，每年約提供全國 14,000 部輻射量測儀器的校正服務；人員劑量評估實驗室國內現有 8 家(4 家政府機構、1 家學術機構、2 家法人機構、1 家私人企業)，每年約提供全國 540,000 片人員劑量計的輻射劑量評估服務；核種分析實驗室有 9 家(皆屬政府機構)，負責國內環境、輻射作業場所、食品、商品等樣品之核種分析，基於原能會與實驗室認證規範的要求，此 24 家游離輻射領域的二級校正或測試實驗室的量測標準件，每年須送本實驗室校正，而各類實驗室量測能力試驗之標準源亦皆由本實驗室提供。醫院放射治療部門於原能會醫療曝露品質保證計畫的要求下，所有醫院的放射治療劑量標準，皆每年直接追溯至本實驗室；放射診斷部門所需標準，本實驗室目前已完成乳房攝影掃描之劑量與公稱電壓標準、電腦斷層掃描劑量標準及透視造影劑量標準，原能會於 97 年推動乳房攝影醫療品保、100 年推動電腦斷層掃描醫療品保，故目前醫院的乳房攝影劑量、電腦斷層掃描已陸續追溯至本實驗室；核子醫學部門於原能會定期抽查安檢要求下，其放射核種活度校準儀每年皆須校正，此項校正原由本實驗室執行，但因工作量太大，影響其他重要標準的維持與研發工作，而將此項業務移轉至核研所二級實驗室執行。依據檢校分級的原則及對照國外實驗室的分工，國家標準實驗室主要服務的對象應是二級校正實驗室或測試實驗室，然目前本實驗室服務的大宗卻是直接來自各級醫院(約佔總校正量的 65%)，此對實驗室儀器、人力皆是沈重的負擔與耗損，且相對擠壓標準系統精進與研發資源，在面

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

(2) 標準維持與國際比對

簽署全球相互認可協定的資格，除了是米制公約的會員國外，國際度量衡大會(CGPM, General Conference of Weights & Measures)的仲會員亦可簽署全球 MRA(Mutual Recognition Arrangement)。本實驗室目前為 APMP 的正會員及 CGPM 的仲會員，並於 91 年 6 月 4 日由當時的標檢局林能中局長代表簽署 MRA。歷年來已建立 14 項標準系統，其中有 7 項為原級標準，所有原級標準與國際比對的結果均能在等同範圍內，至 108 年止，有 19 個項目的比對結果進入 KCDB，詳如**補充附件 11**。另外在量測校正能力(Calibration and Measurement Capabilities, CMC)表的審查上，本實驗室共送出 89 項，已於 95 年 10 月全數通過全球各大計量組織與 CIPM(International Committee for Weights and Measures)之審查，正式登錄 BIPM 附錄 C 資料庫。在實驗室品質認證上，90 年度依據 ISO 17025 修正實驗室的品質手冊，完成實驗室認證，並於 93、96 及 99、104 年度通過 TAF 再評鑑。在全球相互認可協定的議題上，本實驗室的 CMC 表雖已進入 BIPM 的資料庫，但其中自我宣告的量測能力佐證資料仍須由後續的國際量測比對活動加以支持，才能持續為國際社會所接受。因此對既有標準仍須持續精進，提升量測水準，並參與國際或區域組織辦理的國際量測比對活動加以確證完成國際追溯。由於我國非 CGPM 的正會員，無法

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

2. 量測標準的精進與新建

(1) 放射治療領域

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

劑量等領域，符合國際潮流。

近接治療標準方面，於 104 年完成 Ir-192 參考空氣克馬標準之建置，後續需透過國際量測比對，將此標準與國際標準接軌。質子治療方面，長庚醫院質子治療機已正式運轉，高能質子射束劑量，目前可由 Co-60 水吸收劑量標準，再透過 IAEA TRS-398 號報告進行轉換來量測質子劑量，但量測不確定度較大，因此原級標準量測技術與系統有待建置。高能質子誘發高能中子，是質子治療機的另一問題，目前本實驗室僅能提供 Cf-252 中子源標準劑量(平均中子能量約 2 MeV)，如何量測能量超過 100 MeV 的中子，將會是另一議題。

(2) 放射診斷與核醫領域

游離輻射在放射診斷上的應用極為廣泛，如電腦斷層掃描(106 年約 237 萬人次)、核子醫學(含正子)掃描(106 年約 50 萬人次)等，目前本實驗室已建立乳房攝影 X 射線劑量原級量測標準(鉬靶及銻靶 X 光機)、公稱電壓標準、電腦斷層標準及血管攝影檢查採用的劑量與面積乘積校正標準，與 F(氟)-18、Tl(鉍)-201、Ga(鎳)-67、Re(銻)-188、I(碘)-131、In(銻)-111 與 I(碘)-123 核醫用射源系列之活度原級標準。醫療曝露品質保證計畫已在放射治療部分正式執行，且分別在 97 年則將乳房攝影，100 年將電腦斷層掃描品質保證納入此計畫中。乳房攝影標準劑量與公稱電壓標準，自 92 年建立至今，已漸不符使用，新的 X 射線乳房攝影儀，開始採用鎢靶 X 光機與鉬過濾片作為光源，本計畫有必要跟上使用者的腳步進行標準擴建。而核子醫學造影的劑量將是較可能列為下一波醫療曝露品保推行的對象。在核子醫學方面，核醫藥物活度的追溯標準已建立，然為降低其量測不確定度及增進標準自主化，仍須建立其原級標準量測技術。

(3) 輻射防護與環保領域

在輻射防護與環保領域，目前有 6 家二級儀器校正實驗室、8 個人員劑量評估實驗室與 9 家核種分析實驗室，進行第一線的檢校業務，確保人員、設施與環境之輻射安全。在環境劑量標準方面，目前本實驗室標準輻射場可產生之劑量率約(300 mGy/h)，無法直接提供各二級實驗室環境級劑量標準游離腔(大體積>3000 cc)校正，而是校正體積較小 (<1000 cc) 的游離腔，再由二級實驗室自行依據其品保程序將劑量率標準延伸至環境級，其延伸的準確度難以精確認定。此外現有二級實驗室的環境級標準輻射場最低只能到約 10 μ Sv/h(實際的環境劑量約 0.2 μ Sv/h)仍不夠低。在 2011 年的福島事件中，國內的各式環境劑量偵測儀器被大量使用，然其讀值差異頗大，容易引起不必要的爭議與疑慮，因此本實驗室擬規劃建置環境級標準輻射場與量測校正技術，以消除此項爭議。在人員劑量標準方面，因應新的人員劑量計能力試驗的推行，本計畫於 100 年完成中能量 X 射線劑量、低能量 X 射線劑量與貝他劑量標準的擴建與能力試驗技術之建立。在核種分析實驗室標準追溯方面，國內目前使用於這方面量測設備校正的標準射源，皆定期自國外進口，國內並無產製校正用標準射源，本實驗室除須持續擴建核種活度標準，使能滿足核種分析實驗室之需求外，亦於 96 年度起提供標準源予能力試驗主辦實驗室，推廣本實驗室標準的使用。

環境輻射的監測與分析，不僅是為輻射從業人員工作環境，更是為全民生活環境把關的重要工作，於 2011 年的日本福島事件可見一斑。而於福島事故後，2012 年衛生福利部打算放寬食品中的輻射污染容許量，而引起媒體與環保團體反彈，可見國人對進口食品輻射含量極為關注。目前國內 9 個核種分析實驗室，可分析環境或食品的

核種與活度，其部分標準追溯至國外，本計畫後續將針對核種分析儀器校正用射源標準、CODEX 規範中指定的放射核種活度量測標準等進行建置，以保障民眾飲食安全。

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

(4) 工業應用領域

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

在高階放射醫材領域，本計畫於 105-108 年間，陸續建置符合 IEC 規範的 X 射線標準，可提供部分高階放射醫材領域檢測實驗之標準追溯，然國內空有放射醫材的製造商，卻無檢測實驗室與相關檢測技術，國內協助此類輻射產品之特性或安全檢測的技術不足，亟需專業實驗室提供相關檢測服務，協助其產品符合國內或國際 IEC 規範，以便進軍國內或國際市場。

(5) 微劑量學領域

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

(6) 實驗室技術提升

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

根據國際發展的現況與國內對高能光子(荷電粒子)的應用狀況，熱卡計量測技術將是未來研發的重點之一，本計畫於 100 年開始著手建立此技術，同時配合蒙地卡羅模擬技術，對難以實驗方式獲得的修正參數進行評估，未來熱卡計技術與蒙地卡羅模擬技術，將可延伸至更高能量的質子絕對劑量或重粒子絕對劑量之量測上，使劑量標準的

量測，跳脫以往以氣體游離的方式來量測，躋身一流實驗室的行列。

3.量測標準技術的推廣與應用

(1) 能力試驗

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

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

在環境輻射保護領域的中低強度核種能力試驗、環境試樣放射性核種能力試驗與放射性廢棄物解除管制能力試驗，目前皆由核研所保健物理組執行，但由於我國並無產製放射源，因此這三項能力試驗之樣品於 96 年之前大多追溯至美國 NIST，使本計畫標準的追溯與推展於此領域不易執行。因此於 96 年起，本計畫與核研所中低強度核種

分析實驗室、環境試樣放射性核種分析實驗室、放射性廢棄物解除管制量測實驗室、低階放射性廢棄物分析實驗室合作，逐步建立其能力試驗所需之標準源，推展國家標準至環境輻射保護領域的校正追溯鏈，然目前尚無法完全滿足其需求，本計畫仍須持續擴大核種活度標準範圍，建立標準參考物質製作技術，並提供參考物質予環境輻射保護領域。

(2) 放射診療的應用

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

(3) 輻射防護與環保的應用

各核能設施的事業廢棄物，皆因有解除管制與外釋之需求而成立解除管制量測實驗室，此類實驗室的品質認證技術規範、能力試驗規範、能力試驗技術與方法等目前已初步建置，然尚不成熟（如測試樣品的複雜度與實際樣品有相當的差異），仍有改善精進的空間。在人員劑量計能力試驗方面，99年起已依 ANSI 13.11(2001)版本執行能力

試驗，國內新的人員劑量計能力試驗相關程序已建立，未來仍須注意國際規範的修正動向，適時引進國內，跟上國際腳步。核能電廠除役已是政府施政方向，針對除役產生的放射性廢棄物，有相當的部分屬低階放射性廢棄物，此類放射性廢棄物需被分析、分類及儲存，針對放射性廢棄物分析儀器所須的標準校正源、校正技術等，在未來逐步規劃於計畫中。

(4) 業務推廣會或研討會

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

(5) 與其他計畫或機構間的合作

本計畫為使所建立之標準量測技術可快速有效的進行技術擴散，透過其他科專計畫、核研所研究共同基金及本計畫之委外計畫等方式與其他機構合作（詳如**補充附件 12**），由本計畫建置或提供其他計畫所需之量測標準，發揮計畫間的綜合效益。另外開放實驗室部分設施與技術，與學術機構共同研究，達到人才培育、技術引進及資源有效利用之目的。游離輻射標準是相當專業的學門，在各大學相關學系陸續轉

變研究方向的情況下，與學術界合作研究的空間相對狹小。後續將與核研所科專計畫、原能會委託計畫及清華大學、長庚大學、中央大學、東海大學等機構合作，在質子治療機輸出劑量、散射劑量、中子劑量之量測驗證、實驗室技術規範修訂、健康照護產業標準、輻射醫療品保、核安與環保等相關議題上，強化計畫或機構間的合作與分工，發揮綜合效益。

(6) 國際合作與宣傳

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

4. 國際發展趨勢

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

輻射劑量(Dosimetry)方面：

➤ 近程方向包括：

- 放射診斷的劑量標準與追溯
- 高能光子劑量的國際追溯
- 輻射防護操作量
- 定義新的物理常數($W_{\text{air}} = 33.97 \text{ eV} \pm 0.32\%$ 修訂為 $33.72 \text{ eV} \pm 0.08\%$ for Co-60)
- 公眾安全健康與工業需求
- 中能量 X 射線吸收劑量
- 小視野劑量學等

➤ 中長程方向包括：

- 於 BIPM 建置醫用直線加速器設施，以維持與傳遞高能 X 射線吸收劑量國際標準
- IMRT 小視野 ($\psi = 5 \text{ mm}$) 劑量
- 推廣吸收劑量於放射治療領域(如 Ir-192、I-125)
- 質子、重粒子治療劑量
- 近接治療劑量 (LDR) 國際比對
- 針對微劑量學領域，定義新的物理量與量測標準
- 開發新的劑量量測儀器(如半導體偵測器、液體填充式游離腔、小型卡計等)，發展高階的量測標準技術
- 引進新的生物醫學相關物理量
- 抗輻射材料評估

在放射核種活度方面：

➤ 近程方向包括：

- 量測不確定度調和、

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

➤ 中長程方向包括：

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

中子標準方面：

➤ 近程方向包括：

- 個人等效劑量比對、輻射防護操作量需求
- 核融合的標準需求
- 高能(>20 MeV)中子標準
- 公眾安全健康與工業需求
- 中子的輻射生物效應

➤ 中長程方向包括：

- 生物效應相關物理量

- 質子、重粒子治療劑量
- 研發新的量測設備
- 非反應器製造核種方法評估。
- 抗輻射材料評估

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

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

歐洲計量組織在 2011 年的游離輻射技術委員會報告中，其計量組織正進行近接治療射源劑量標準的相關合作研究，其中對 I-125 低強度射源劑量，德國發展等水腔壁之大型外推式游離腔，法國 LNE-LNHB 實驗室發展等水球形假體與環形空氣游離腔組，義大利 ENEA 實驗室則發展大角度可變體積游離腔並於石墨假體中運作，共同建立對 I-125 低強度射源劑量的量測技術。而對高強度近接治療射源吸收劑量方面，英國 NPL 與義大利 ENEA 皆發展環形石墨卡計系統，德國則使用水卡計系統，共同來建立距高強度近接治療射源 1 公分處的水吸收劑量標準，另外亦開始規劃包括小照野劑量、標靶治療劑量、放射治療計畫劑量驗證、質子治療劑量、微米及奈米劑量等主題之研究。

在亞太國家中，先後有 4 個國家設置醫用直線加速器，並建立熱卡計劑量量測技術，以建立高能光子的劑量標準，如澳洲於 2008 年

及 2019 年、日本於 2009 年、韓國及中國大陸於 2011 年。在放射核種方面韓國、澳洲、日本、中國等在 2005 至 2011 年間已先後完成 TDCR 系統之建置。

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

應用領域	需求標準或技術	依據	效益
放射治療領域	1. 光子及電子劑量標準擴建至 20 MeV(石墨熱卡計技術)	國際發展趨勢 策略會議結論 國內需求	將光子劑量標準，延伸至醫用加速器能量等級，提供醫用加速器劑量量測設備的直接校正服務，免除使用 Co-60 標準校正需再配合 AAPM TG21 或 TG51 號報告作運算的繁複程序，降低輻射劑量於轉換運算過程中出錯的風險，同時提高劑量量測的準確度，造福每年超過 100 萬人次接受放射治療的癌症病患。
	1. Ir-192 近接治療原級標準	國際發展趨勢 國內需求	Ir-192 近接治療，是將放射源直接送入腫瘤位置進行治療，國內平均每年約 6500 人次病患接受近接治療。目前本實驗室所能提供的校正其量測不確定度約 2.5%，對放射治療而言，總體的不確定度需小於 5%，若標準就佔 2.5% 顯然太高，因此有必要進行技術提升，提升治療劑量的準確度。
	2. 質子劑量原級標準量測技術	國際發展趨勢 策略會議結論 國內需求	質子治療機主要用於癌症治療，且近年來在全球放射治療市場有逐漸增多的趨勢，國內長庚醫院的質子治療機，已於 104 年開始提供服務，短期內，其治療劑量的量測儀器，可用現有 Co-60 標準校正後，經 IAEA TRS 398 號報告建議方法作轉換，長期而言，仍須建立直接量測方法，準確量測質子劑量，保障病人權益。由於質子治療的效果優於醫用加速器，因此國內除長庚醫院外、台大、榮總、義大等醫院皆有意引進，其量測標準的建立實有必要。

	3. 小照野劑量標準量測技術	國際發展趨勢 國內需求	使用醫用加速器治療腫瘤，目前仍是國內放射治療的主力，全國約有 120 部醫用加速器治療機，提供超過 100 萬人次的放射治療服務。目前本實驗室的校正，只能提供射束大小為 10 cm * 10 cm 情況下的劑量校正，但醫院實際執行治療時可能使用較小的射束，其輻射劑量的量測結果則可能失真而影響治療。小照野劑量的原級標準量測技術的建立則可解決此問題，增進醫療品質。
	4. 高能醫用加速器劑量標準與校正設施建立	國際發展趨勢 策略會議結論	高能醫用加速器劑量標準與校正設施的建立，主要提供醫用加速器劑量量測設備的校正，同時提供本表項次 1、項次 4 兩項標準技術所須的高能光子場，作為技術建立與標準傳遞的主要設備。
放射診斷 與核醫領域	5. 擴建乳房攝影劑量標準	國內需求	乳房攝影標準劑量與公稱電壓標準，自 92 年建立至今，已漸不符使用，新的 X 射線乳房攝影儀，開始採用鎢靶 X 光機與鉬過濾片作為光源，目前的服務能量範圍有擴大的必要，才能跟上國內的需求。乳房攝影檢查已列為健保給付項目，在 2011 年約有 54 萬人接受檢查。
	6. 核醫藥物系列核種活度原級標準	國際發展趨勢 策略會議結論 國內需求	核醫藥物使用頻繁且日新月異，國內各醫院約有 150 部相關的核醫照影設備，提供腫瘤、心臟功能、腦血流等檢查或評估，每年約服務 50 萬人次的病患。核醫藥物活度的準確度關係到病人的輻射安全，準確的藥物劑量給予，才能提供好的醫療品質。
輻射防護 與環保領域	7. 環境級輻射劑量標準	策略會議結論 國內需求	目前國內各級輻射偵測儀器校正實驗室，對輻射偵測器的校正，最低只能達到約背景劑量率的 50 倍（背景劑量率約 0.2 $\mu\text{Sv/h}$ ），因此，造成各儀器間對同一時空的輻射背景劑量量測差異可達數倍之多，此常成為一般民眾、核能設施業者與政府管制單位間的爭論點，與互不信任的來源。若能將標準劑量向下延伸至約 0.1 $\mu\text{Sv/h}$ ，應可完全解決此爭議。
	8. 核種分析儀器校	策略會議結論 國內需求	目前國內 9 個核種分析實驗室，可分析環境、食品、放射性廢棄物等樣品

	正用射源活度原級標準與參考物質（共計約 20 個核種）		的核種與活度，另外因應國內核能電廠即將除役，在放射性廢棄物外釋、低階放射性廢棄物量測分析等皆有放射性核種活度的校正追溯需求，放射核種活度量測標準的建置，關係到民眾飲食安全與環境安全。
	9. 高能中子能譜與劑量之量測與評估技術	國際發展趨勢 國內需求	國內引進質子治療機，提供腫瘤患者新的治療選項，但質子治療機會引出高能中子(~200 MeV)，造成新的輻射安全議題。目前本實驗室的中子標準乃針對核能電廠設計，最高中子能量約 20 MeV，基於防護與保護質子治療機週邊操作人員、病患與社會大眾的安全，建立高能中子劑量的量測與評估技術實有必要。
工業應用 領域	10. 放射醫學照影設備檢測所須標準源	策略會議結論 國內需求	全球醫學影像市場預估於 2015 年將達 413 億美元，其中放射影像類達 215 億美元。龐大市場吸引加上政策推動，目前國內已有多家業者相繼投入放射影像醫材開發。然國內傳統產業轉型初期，廠商對放射成像、輻射劑量等技術經驗不足，又國內尚缺乏符合國際標準的放射醫材輻射檢測驗證機構與相關技術能力，亟需政府提供協助，打造泛用型放射造影醫材檢測驗證環境，建置符合國際標準檢測能量。
實驗室技 術提升	11. 液態偵檢器放射活度原級標準量測系統研製 (TDCR 量測技術)	國際發展趨勢 策略會議結論 國內需求	跟上國際發展腳步，同時拓展放射源活度原級標準量測技術，至純貝他粒子或阿伐粒子發射的核種，以因應未來核能電場除役時，核種活度分析之校正追溯需求。
	12. 蒙地卡羅評估技術應用於各量測標準系統之修正參數分析	國內需求	跟上國際發展腳步，將蒙地卡羅評估技術應用於各量測標準系統之修正參數分析，克服實驗操作條件上的限制，使各項標準的精準度與量測不確定度得到良好的提升與評估。

上表各項需求標準或技術，將陸續規劃於後續的計畫中。

(六)、檢討與建議

1. 本年度計畫之執行，承蒙經濟部標準檢驗局及各評審委員不吝指導以及核研所各級長官暨同仁的協助，各項工作與預算執行皆符合預期目標。
2. 例行校正服務：本年度共完成例行校正 373 件，雖然在年中 Co-60 校正系統故障造成校正中斷，但在人力調度、系統維持與效能上、皆做了最佳的協調，滿足服務量增加與客戶之需求，達成計畫最後的目標。
3. 技術建立與發展：本年度計畫之技術建立內容主要分為兩部份：一是放射治療及診斷劑量原級標準：高能光子加速器劑量量測標準、IEC 61267 RQT 射質擴建。另一為放射核種活度標準：Ce-141 活度原級標準。在放射治療方面，國內接受放射性治療的民眾，每年約有 120 萬人次，放射診斷方面，國內接受電腦斷層掃描檢查的民眾年年增加，107 年接受電腦斷層掃描的民眾超過 200 萬人次，精進劑量標準可有效保障國人健康安全與就醫安全。放射核種活度標準的建立，主要應用於國人生活環境、飲食、飲水之安全檢測，確保國人之生活品質。
4. 國際事務上：本年度計畫參與多項國際比對事務，過去在國際度量衡局關鍵比對附錄 B 資料庫(KCDB)的比對結果成效良好；另外，由本實驗室主辦亞太地區 Co-60 水吸收劑量國際比對及中能量 X 射線國際量測比對，顯示實驗室的量測技術、比對與主導參與國際事務之能力。
5. 技術推廣與應用上：本年度與其他科專計畫相互配合，辦理多項國內游離輻射領域的能力試驗活動，促進標準與量測技術之傳遞，同時將實驗室之技術觸角伸往放射醫學設備檢測領域，協助國內法人機構建立放射醫材檢測技術並通過 TAF 認證。未來可借助法人的影響力，將標準更有效的傳遞至工業界。
6. 本計畫之後續工作係考量國際發展趨勢、策略會議結論、國內市場與法規需求、國際量測比對的結果等進行規劃，搭配科專計畫、學校與醫院

共同進行，期使設備、人力、經費與標準之應用得到最大的綜效，因此，
建請計畫審查單位持續支持本計畫規劃的未來工作項目。

二、108 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 張淑君

計畫名稱(中文) 『建立及維持國家游離輻射標準 (3/4)』

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

審議編號 108-1403-05-19-01

計畫期程 106 年 1 月 -- 109 年 12 月

全程經費 74,413 千元 年度經費 24,153 千元

執行機構 原子能委員會核能研究所

(一) 計畫目標與執行內容是否符合(如有差異，請說明)

實際執行內容與成果符合原計畫設定目標

(二) 計畫已獲得之主要成就與成果(output)

本年度計畫執行成果自評如下：

- 1.例行校正服務與品質維持：適時將研發成果應用於例行校正服務，使本年度共完成例行校正 373 件。本計畫在人力調度、系統維持與效能上、亦皆已做了最大的調整，使能客戶之需求，並維持高技術品質。

- 2.技術建立與發展：完成建立符合 IEC 61267 RQT X 射線射質劑量原級標準、建立 Ce-141 射源活度原級標準，所有系統皆經驗證無誤，完成各項標準建立。
- 3.國際事務：本年度計畫參與或主導多項國際比對事務，過去在國際度量衡局關鍵比對附錄 B 資料庫(KCDB)的比對結果，成效良好；另外，本實驗室主辦亞太地區中能量 X 射線空氣克馬比對，並參與多項國際比對，皆成效良好，顯示實驗室的量測比對能力。
- 4.於各項研發成果如期刊、技術報告、專利、技術服務收入等量化績效指標，皆達成預期目標，顯見計畫執行人員之努力與計畫管理之成效。

(三) 計畫主要成就及成果之價值與貢獻(outcome)

- 1.本計畫最主要之目的是維持有品質的國家一級量測標準與國際追溯，透過品質系統與國家的追溯校正體系，將量測標準正確無誤的傳遞至全國，因此計畫影響所及，是全體輻射從業人員個人的輻射安全，全民生活環境的輻射安全、全民飲食飲水的輻射安全、全民就醫診療的輻射安全，與政府執行游離輻射相關法規的技術後盾，間接促進各核能設施的運轉安全，因此執行本計畫所帶來的社會效益，實不可忽視。
- 2.本實驗室自建立以來，多次主導亞太地區的關鍵比對、歷年參與國際比對結果皆與國際標準一致，且實驗室主要技術負責人多次獲邀擔任其他國家的國際技術評審，此實是實驗室技術能力與歷年國際比對成果展現的

最佳肯定。

3. 本年度與原能會委託計畫合作，執行多項國內游離輻射領域能力試驗活動，除將國家標準有效傳遞至各二級實驗室外，各參與測試的實驗室，亦獲得技術交流與提升的機會，同時亦讓輻射主管機關了解各二級實驗室之技術能量，必要時可作適度的輔導。

(四) 計畫經費的適足性與人力運用的適善性

本年度經費 24,153 千元，人力 11.5 人年(已使用經費 24,073 千元、人力 11.5 人年)，於新技術持續發展，原有校正系統穩定維持，以此人力、經費完成各項計畫目標，對人力與經費的安排實已作了最佳的調配。

(五) 後續工作構想及重點的妥適性

後續工作研擬的妥適性以下列幾個工作方向加以評估：

1. 計量標準的建立、提供與應用

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

2. 實驗室認證、規範研擬與能力試驗

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

於後續工作之規劃應是適切的。

3. 標準量測比對與推廣

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

4. 學研合作

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

5. 與科專計畫配合

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

(六) 檢討與建議

1. 游離輻射在放射醫學方面的應用廣泛，尤其放射治療領域對量測標準之精準度需求尤高，近年高能光子治療使用量逐年攀升，而國內亦引進高能質子治療機，相關量測標準的建置應投入更多資源，如水熱卡計的劑量量測技術、TDCR 量測技術建立與實驗室空間、人力的增置等。
2. 國內放射醫材產業有逐漸成形之趨勢，而醫材檢測、驗證相關的量測標準、檢測技術、認證規範等皆不足，需國家標準實驗室投入資源，完善產業發展環境。
3. 108 年預算 24,153 千元，但若扣除採購加速器的 18,290 千元，則仍低於上年度預算，由於近幾年預算相較於已往的預算減少許多，已顯著降低了本計畫與核研所內其他計畫之競爭力，造成投入人力與其他資源供應之縮減，已影響整個標準計畫之運作。如何因應此局面，需標準業務主管機關與執行實驗室共同面對。
4. 108 年度執行成果，符合計畫目標，參與國際事務與國際比對、建構完整量測追溯體系、精進及新建與產業相關的量測標準、從事量測標準技術的推廣與應用等，強化原子能科技在醫療、環保與工業應用安全與效益之推廣，並落實輻射標準應用於社會民生之福祉。
5. 建請計畫審查單位持續支持本計畫規劃的未來工作項目。

計畫主持人： 張淑君

填表人： 黃增德 聯絡電話： (03)4711400-7721

參、報告內容

一、執行績效檢討

(一) 與計畫符合情形

1. 進度與計畫符合情形

依計畫三大目標，各個工作項目的進度與計畫符合情形列表說明如下：

工作進度與計畫符合情形說明表

計畫工作項目	查核點	工作進度	符合情形
一、量測標準的維持與服務			
提供符合 ISO 17025 品質標準的校正服務	10803: 1-3 月完成例行校正服務累計達 15 件。 10812: 1-12 月完成例行校正服務累計達 265 件。	108 年 3 月：提供校正服務 1~3 月累計達 83 件，收入繳庫 832,400 元。 108 年 12 月：提供校正服務 1~12 月累計達 373 件，收入繳庫 3,091,200 元。	符合預定進度
國際量測比對 ● 參與由中國大陸 NIM 主辦的乳房攝影 X 射線空氣克馬率比對活動		108 年 5 月：完成比對量測，並傳遞至下一個實驗室。	符合預定進度
● 與由德國 PTB 主辦的貝他組織吸收劑量比對（代號：EURAMET.RI (I)-S16)	10809: 完成個人等效劑量貝他粒子國際比對輻射場測試。	108 年 9 月：完成輻射場測試及比對量測，並寄送至下一個實驗室。	符合預定進度
二、量測標準的精進與新建			

計畫工作項目	查核點	工作進度	符合情形
高能光子加速器劑量量測標準建置	10806： 完成可攜式石墨熱卡計修正因子評估。 10812： 完成高能光子加速器採購案驗收	108年6月：參考國際文獻及考量國內需求，與加速器廠商溝通後，制定加速器採購規格，並確認驗收項目及程序，完成採購案提送。 108年12月：完成輻射安全評估報告並通過本所職安會及原能會審查，於12月完成交貨驗收並結報，達成今年度計畫目標。	符合預定進度
建立符合 IEC 61267 RQT X 射線射質劑量原級標準	10806： 完成 RQT 射質過濾片製作組配。 10809： 完成 IEC 61267 RQT X 射線射質劑量原級標準，不確定度小於 1%。	108年6月：完成 RQT 射質所需的純鋁及純銅過濾片製作組配，並量測其半值層與 IEC 61267 規範差異小於 5%，符合規範之要求。 108年9月：完成自由空氣游離腔的各項修正因子評估，包括空氣衰減、窗膜衰減、離子再結合、光子散射、電子損失、電極遮蔽效應等修正因子，並完成 X 射線原級標準劑量標定。評估本系統之量測不確定度為 0.27% (k=1)，達成計畫目標。	符合預定進度
建立 Ce-141 射源活度原級標準	10803： 完成 Ce-141 衰變結構分析與文獻收集 10809： 完成 Ce-141 射源量測樣品製作	108年3月：根據最新文獻進行衰變結構分析，並根據分析結果擬定使用 $4\pi(e,x)\text{-}\gamma$ 符合計測技術量測 Ce-141 射源活度之規劃，但由於 Ce-141 射源放出的鄂惹(Auger)電子能量僅 35 keV，不易偵測，需克服低能量粒子的偵測問題。 108年9月：完成 Ce-141 液體射源稀釋及擴散劑配置，於完成蒸鍍的 VYNS 薄膜加入適量的擴散劑，以改變 VYNS 薄膜樣品射源自吸收效應，完成 Ce-141 量測樣品製作。 108年11月：完成放射源活度原級標準($4\pi\beta\text{-}\gamma$)之絕對計測法量測 Ce-141 活度，放射源比活度為 $769 \pm 2.36 \text{ kBq/g}$ ，量測不確定度降為 0.31%(現今國際趨勢約為 0.2%-0.7%)。將標準傳遞至二級 $4\pi\gamma$	符合預定進度

計畫工作項目	查核點	工作進度	符合情形
		游離腔校正服務系統，量測標準不確定度約為 1%，達成計畫目標。	
(三)量測標準技術的推廣與應用			
輻射計量標準業務推廣及參與 APMP 等相關國際會議	10812：完成實驗室開放參訪 3 場。	<p>1 月 24 日，行政院原子能委員會約 16 人參訪國家游離輻射標準實驗室；4 月 29 日，國立高雄醫學大學醫學影像暨放射科學系饒若琪副教授及師生約 43 人參訪；6 月 13 日美洲保健物理學會會長 Dr. Eric Goldin 參訪，進行原級標準量測原理介紹，以及實驗室校正系統實地參觀。</p> <p>於 11 月 28 日至 12 月 8 日，赴澳洲參與 APMP 年會及 TCRI 技術研討會，並於會中報告本實驗室年度工作成果，以及討論亞太地區比對活動之計畫。</p>	符合預定進度
提供游離輻射領域能力試驗標準追溯源。	10806：召開能力試驗說明會一場。	<p>108 年 5 月 23 日於核能研究所國家游離輻射標準實驗室舉辦「2019 年第 11 次人員劑量計能力試驗執行前說明會」，共計有 9 個單位 40 人參與。會中針對第 11 次人員劑量計能力試驗的流程及注意事項進行說明。</p> <p>108 年 9 月 10 日於核能研究所舉辦「一定活度或比活度以下廢棄物解除管制量測能力試驗說明會」，共計有 2 個單位 15 人參與。會中討論解除管制的技術規範，以及 108 年度能力試驗的規劃。</p>	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"> ● SCI 期刊 1 篇 ● 技術報告或其他論文 18 篇 ● 專利 1 項 ● 舉辦研討會或業務說明會 2 場 ● 問卷調查 1 次 ● 全年完成標準校正服務累計達 265 件 ● 參與國際量測比對 2 項 ● 博碩士培育 1 人 ● 標準精進及擴建完成 3 項 ● 技術活動 2 項 ● 問卷調查 1 次 	<p>發表 2 篇。</p> <p>發表 26 篇。</p> <p>獲得美國專利 1 項、中華民國專利 1 項。</p> <p>完成研討會 2 場次，並開放實驗室參訪 3 場次。</p> <p>完成 1 次</p> <p>例行校正服務共完成 373 件收入 3,091,200 元。</p> <p>參與國際比對 2 項。</p> <p>清華大學核工所研究生練蒙恩共 1 人</p> <p>完成高能光子加速器劑量量測標準建置、建立符合 IEC 61267 RQT X 射線射質劑量原級標準、建立 Ce-141 射源活度原級標準，共 3 項</p> <p>參與亞太計量組織會議、參與亞太計量組織游離輻射技術委員會議，共 2 項</p> <p>完成問卷調查 1 次，共計回收 94 份問卷，滿意及非常滿意的比例平均達 94%。</p>	<p>達到目標。</p> <p>達到目標。</p> <p>達到目標。</p> <p>達到目標。</p> <p>達到目標。</p> <p>達到目標。</p> <p>達到目標。</p> <p>達到目標。</p> <p>達到目標。</p> <p>達到目標。</p> <p>達到目標。</p> <p>達到目標。</p>
<p>(2) 其他計畫工作目標</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 提供游離輻射領域能力試驗標準追溯源 	<p>人員劑量計能力試驗，由國家游離輻射標準實驗室提供標準源並擔任能力試驗的主辦單位，提供參考值，推廣輻射劑量標準之使用。</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"> ● 完成高能光子加速器劑量量測標準建置。 ● 完成 IEC 61267 RQT X 射線射質劑量原級標準，不確定度小於 1%。 ● 完成 Ce-141 射源活度原級標準。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 完成加速器採購規格，並確認驗收項目及程序，於 8 月 6 日完成決標，得標廠商為久和醫療儀器股份有限公司，加速器廠牌型號為 Elekta Synergy，可提供三個光子能量和五個電子能量，完成輻射安全評估報告並通過本所職安會及原能會審查後，於 12 月完成採購案驗收並結報，達成計畫目標。 ● 根據 IEC 61267 規範，完成 RQT 射質所需的純鋁及純銅過濾片製作組配，並量測其半值層與 IEC 61267 規範差異小於 5%，符合規範之要求。完成自由空氣游離腔的各項修正因子評估及原級標準空氣克馬率量測，其擴充不確定度為 0.27% (k=1)，達成計畫目標。 ● 完成放射源活度原級標準(4πβ-γ)之絕對計測法量測 Ce-141 活度，提升量測技術，量測不確定度從 3% 降為 0.31%，達成計畫目標。 	<p>無差異。</p> <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)
張淑君			0.08	0.08	0%

註：差異若超過 15% 請略說明理由

(2) 計畫人力

狀況 年度	分類	職 稱					學 歷					合計
		研究員級	副研究員級	助理研究員級	研究助理員級	研究助理員級以下	博士	碩士	學士	專科	其他	
108	預計 (人年)	1.00	2.00	2.00	5.00	1.50	2.00	6.00	3.50	0	0	11.50
	實際 (人年)	0.58	1.72	3.33	4.83	1.04	1.96	5.75	3.79	0	0	11.50

2、設備購置與利用情形

108 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
1	直線加速器	核能研究所	台	1	18,290	18,290	1	

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	5,153	21.33	5,074	21.08	
設備費	19,000	78.67	18,999	78.92	
合 計	24,153	100.00	24,073	100.00	

(2) 歲入繳庫情形

科 目	本年度預算數	本年度實際數	差異說明
財產收入			
不動產租金			
動產租金			
廢舊物資售價		5,500 元	
技術移轉			
權利金			
技術授權		28,500 元	
製程使用			
其他			
罰金罰鍰收入			
罰金罰鍰		2,880	
其他收入			
供應收入— 資料書刊費			
服務收入— 教育學術服務 技術服務		3,091,200 元	
審查費—			
業界合作廠商配合			
收回以前年度歲出			
其他雜項			
合 計		3,128,080 元	

(三) 人力培訓情形：

國家標準實驗室計畫國外受訓人員一覽表

□長期訓練

類別：

計畫名稱：建立及維持國家游離輻射標準

V 參加會議

出差性質	主要內容(暫訂)	出差機構及國家	期間	參加人員姓名	在本計畫擔任之工作	對本計畫之助益(預期)
開會	2019年第3屆國際劑量量測及其應用會議	里斯本大學/葡萄牙	108.05.25-108.06.02(9天)	林怡君	負責並執行光子、中子標準技術之建立、維持與國際比對相關工作	發表技術論文、收集國際發展趨勢、進行技術研討。
開會	參加2019年亞太計量組織會議及游離輻射技術委員會會議	澳洲	108.11.28-108.12.08(11天)	朱健豪 袁明程	協同主持人 執行放射活度標準技術相關工作	發表論文、收集國際發展趨勢、討論國際比對結果、規劃國際比對活動、參訪相關實驗室。
開會	2019年第19屆固態劑量測定術會議	日本/廣島國際會議中心	108.09.14-108.09.21(8天)	邱敏綺	執行光子劑量標準維持服務及相關研發	發表技術論文、收集國際發展趨勢、進行技術研討。
開會	參加第5屆環境放射性國際研討會	歐美	108.09.06-108.09.15(10天)	林洺秀	執行環境劑量標準維持服務及相關研發	發表技術論文、收集國際發展趨勢、進行技術研討，或參訪歐、美相關實驗室。

(四) 標準維持情形

目前本計畫維持之游離輻射量測標準可分類如下：

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

各類標準所提供的量測範圍與量測不確定度詳如下表：

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

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

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

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

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

二、成果運用檢討

(一) 主要成果運用檢討表

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

執行項目	成果運用
	<p>室、環境試樣放射性核種分析實驗室合作，逐步建立其能力試驗所需之標準源，另外與科專計畫合作建立放射性廢棄物解除管制實驗室與低階放射性廢棄物檢測實驗室之能力試驗技術，推展國家標準及於環境輻射保護領域的校正追溯鏈，然目前尚無法完全滿足其需求，本計畫仍須持續擴大核種活度標準範圍，建立標準參考物質製作技術，並提供參考物質予環境輻射保護領域。</p>
<p>高能光子加速器劑量量測標準建置</p>	<p>醫用加速器(6 MeV以上)是目前國際上放射治療的主要設備，而放射治療是否可達到預期的療效則取決於輻射劑量的準確度，其輻射劑量之追溯過去通常採用在Co-60 (平均能量1.25 MeV) 輻射場的校正結果，再根據AAPM-TG-21、AAPM-TG-51、IAEA TRS-398等劑量議定書，將量測結果延伸至更高的能量，因而產生較大的量測不確定度。引進高能光子加速器設施，將可直接提供醫用直線加速器高能光子的劑量追溯。</p>
<p>建立符合 IEC 61267 RQT X射線射質劑量原級標準</p>	<p>IEC 61267中的RQT射質，用於模擬電腦斷層掃描儀的X射線能譜，一般用於電腦斷層掃描之筆型游離腔校正，評估病患接受電腦斷層掃描之輻射劑量，並可作為放射醫材設備相關國際規範之標準測試射源。</p>
<p>建立Ce-141射源活度原級標準</p>	<p>Ce-141放射活度原級標準，常作為加馬能譜儀之校正標準射源或能力試驗用射源，國內使用單位包</p>

執行項目	成果運用
	<p>括，核研所、台電核能電廠、中研院、清華大學等設有加馬能譜分析系統之研究機構、二級實驗室或檢測實驗室，這些二級實驗室或檢測實驗室，都是環境核種、放射性廢棄物核種與進出口食品放射性核種分析檢測的第一線實驗室，其準確度關係到民眾與環境的輻射安全。另在生物與醫學領域中，因氧化鈾奈米粒子的物化特性與化學結構特點，運用於毒理研究、放射診斷與放射治療上。</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(3/4)	2			8	15								1	1			2	55	2
小 計	2			8	15								1	1			2	55	2
合 計	2		8		15								1				2		

註：(1)技術創新一欄中所謂產品係指模型機、零組件、新材料等。

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

(三) 校正服務列表

1. 工服成果統計表

行政院原子能委員會核能研究所

工服成果月報表

中華民國一〇八年一月一日至一〇八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（108 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
KK1003	NRSL-107461	Fluke(Victoreen) NERO mAx	1	醫療財團法人辜公亮基 金會和信治癌中心醫院	107.11.26	107.12.17	11,600	一級	金寧法
KK1005	NRSL-107428	PTW TM30013	1	成大醫院	107.11.28	107.12.18	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-107425	PTW TM30013	1	成大醫院	107.11.28	107.12.18	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-107427	PTW TM30013	1	成大醫院	107.11.28	107.12.18	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-107424	PTW TM30013	1	成大醫院	107.11.28	107.12.18	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-107431	IBA FC65-G	1	成大醫院	107.11.28	107.12.18	9,600	一級	柯亭含

KK1001	NRSL-107430	IBA FC65-G	1	成大醫院	107.11.28	107.12.18	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-107429	PTW TM23343	1	成大醫院	107.11.28	107.12.18	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-107426	PTW TM23343	1	成大醫院	107.11.28	107.12.18	9,600	一級	柯亭含
KK1009	NRSL-107422	PTW TM33004	1	成大醫院	107.11.28	107.12.18	14,000	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-107473	THERMO RADEYE NL	1	中龍鋼鐵股份有限公司	107.11.28	107.12.20	9,600	一級	陳晉奇
KK1005	NRSL-107442	STANDARD IMAGING A1SL	1	亞東紀念醫院	107.11.30	108.01.16	9,600	一級	柯亭含
KK1009	NRSL-107444	Nucletron 077091	1	亞東紀念醫院	107.11.30	108.01.16	14,000	一級	陳晉奇
KK1005	NRSL-107437	PTW TM30013	1	長庚醫療財團法人高雄 長庚紀念醫院	107.12.03	108.01.14	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-107436	PTW TM30013	1	長庚醫療財團法人高雄 長庚紀念醫院	107.12.03	108.01.14	9,600	一級	柯亭含
KK1009	NRSL-107439	PTW TM33004	1	長庚醫療財團法人高雄 長庚紀念醫院	107.12.03	108.01.14	14,000	一級	陳晉奇
KK1003	NRSL-107495	IBA XR	1	友信行股份有限公司	107.12.18	108.01.03	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-107496	IBA XR	1	友信行股份有限公司	107.12.18	108.01.03	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-107494	IBA DCT-10	1	友信行股份有限公司	107.12.18	108.01.03	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-107497	IBA XM	1	友信行股份有限公司	107.12.18	108.01.03	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-107498	IBA RQM	1	友信行股份有限公司	107.12.18	108.01.03	9,600	一級	金寧法
KK1010	NRSL-107466	ERS(RKK8200)(Co-57)	1	克馬企業有限公司	107.12.25	108.01.02	9,600	一級	朱葦翰

KK1010	NRSL-107467	ERS(RKK8300)(Ba-133)	1	克馬企業有限公司	107.12.25	108.01.02	9,600	一級	朱葦翰
KK1010	NRSL-107468	ERS(RKK8400)(Cs-137)	1	克馬企業有限公司	107.12.25	108.01.02	9,600	一級	朱葦翰
KK1008	NRSL-107527	LUDLUM 12-4	1	施蘭卜吉有限公司	108.01.07	108.01.28	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-107511	BERTHOLD LB6411	1	量子輻射科技有限公司	108.01.07	108.01.10	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-107512	BERTHOLD LB6411	1	量子輻射科技有限公司	108.01.07	108.01.10	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-107513	BERTHOLD LB6411	1	量子輻射科技有限公司	108.01.07	108.01.10	9,600	一級	陳晉奇
KK1001	NRSL-107483	PTW TM30013	1	東霖儀器股份有限公司	108.01.07	108.01.23	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-107489	PTW TN30013	1	久和醫療儀器股份有限公司	108.01.07	108.01.23	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-107491	PTW TN30013	1	久和醫療儀器股份有限公司	108.01.07	108.01.23	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-107488	PTW TN30013	1	久和醫療儀器股份有限公司	108.01.07	108.01.23	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-107490	PTW TN30013	1	久和醫療儀器股份有限公司	108.01.07	108.01.23	9,600	一級	柯亭含
KK1003	NRSL-107499	Radcal 10X6-3CT	1	長庚大學	108.01.07	108.01.14	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-107504	Radcal 10X6-6	1	長庚大學	108.01.07	108.01.14	11,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-107500	VacuTec DAP -OEM	1	長庚大學	108.01.07	108.01.14	11,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-107506	RTI Dose Profiler	1	長庚大學	108.01.07	108.01.14	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-107503	RTI Piranha 657	1	長庚大學	108.01.07	108.01.14	9,600	一級	金寧法

KK1004	NRSL-107502	RTI Piranha 657	1	長庚大學	108.01.07	108.01.14	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-107501	Exradin A600 REF92600	1	長庚大學	108.01.07	108.01.14	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-107505	RTI DCT-10	1	長庚大學	108.01.07	108.01.14	9,600	一級	金寧法
KK1008	NRSL-107525	THERMO FHT 751	1	量子輻射科技有限公司	108.01.16	108.01.18	9,600	一級	陳晉奇
KK1003	NRSL-107462	Radcal 10X6-3CT	1	貝克西弗股份有限公司	107.12.26	108.01.28	9,600	一級	金寧法
KK1001	NRSL-107481	PTW TW30013	1	華霖股份有限公司	108.01.07	108.01.18	9,600	一級	柯亭含
KK1004	NRSL-107507	Radcal 40X9-Mo	1	長庚醫療財團法人	108.01.24	108.02.19	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-107508	Radcal 10X6-6M	1	長庚醫療財團法人	108.01.24	108.02.19	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-107509	PTW-FREIBURG T60004	1	長庚醫療財團法人	108.01.24	108.02.19	13,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-107510	Radcal 10X6-3CT	1	長庚醫療財團法人	108.01.24	108.02.19	13,600	一級	金寧法
KK1001	NRSL-108026	PTW TN30013	1	中國醫藥大學附設醫院	108.02.13	108.02.21	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108027	PTW TN30013	1	中國醫藥大學附設醫院	108.02.13	108.02.21	9,600	一級	柯亭含
KK1003	NRSL-108001	Radcal 10X6-6	1	和鑫生技開發股份有限公司	108.01.24	108.02.22	9,600	一級	金寧法
KK1008	NRSL-108035	THERMO FHT751	1	長庚醫療財團法人林口 長庚紀念醫院	108.01.24	108.03.07	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-108036	BERTHOLD LB6411	1	長庚醫療財團法人林口 長庚紀念醫院	108.01.24	108.03.07	9,600	一級	陳晉奇
KK1001	NRSL-107528	PTW TN30013	1	壠新醫院	108.02.13	108.03.08	9,600	一級	柯亭含

KK1005	NRSL-107529	PTW TN30013	1	壠新醫院	108.02.13	108.03.08	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108002	STANDARD IMAGING EXRADIN A12S	1	常捷生醫科技股份有限 公司	108.02.13	108.03.07	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-108032	PTW TW30013	1	醫療財團法人辜公亮基 基金會和信治癌中心醫院	108.02.13	108.02.27	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108033	PTW TW30013	1	醫療財團法人辜公亮基 基金會和信治癌中心醫院	108.02.13	108.02.27	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108038	PTW TW30013	1	醫世紀健康管理顧問股 份有限公司	108.02.13	108.03.05	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108039	PTW TW30013	1	醫世紀健康管理顧問股 份有限公司	108.02.13	108.03.05	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108041	STANDARD IMAGING A1SL92722	1	醫世紀健康管理顧問股 份有限公司	108.02.13	108.03.05	9,600	一級	柯亭含
KK1003	NRSL-108020	Radcal 10X5-3CT	1	長庚大學	108.02.18	108.02.21	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108019	Radcal 10X5-60	1	長庚大學	108.02.18	108.02.21	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108018	Radcal 10X5-6	1	長庚大學	108.02.18	108.02.21	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-108021	Radcal 40X5-Mo	1	長庚大學	108.02.18	108.02.21	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108024	Radcal 10X6-6	1	長庚大學	108.02.18	108.02.21	11,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108022	Radcal 40X5-W	1	長庚大學	108.02.18	108.02.21	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108017	RTI Dose Profiler	1	長庚大學	108.02.18	108.02.21	9,600	一級	金寧法

KK1003	NRSL-108016	RTI DCT-10	1	長庚大學	108.02.18	108.02.21	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-108025	RTI Piranha 657	1	長庚大學	108.02.18	108.02.21	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108023	Radcal 40X12-W	1	長庚大學	108.02.18	108.02.21	11,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-108029	FLUKE kVp divider 35080 B	1	奇異亞洲醫療設備股份 有限公司	108.02.22	108.03.15	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-108030	Gammex 245	1	奇異亞洲醫療設備股份 有限公司	108.02.22	108.03.15	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108031	IBA DCT-10 RS	1	奇異亞洲醫療設備股份 有限公司	108.02.22	108.03.15	9,600	一級	金寧法
KK1001	NRSL-108004	IBA FC65-P	1	長庚醫療財團法人嘉義 長庚紀念醫院	108.02.27	108.03.08	9,600	一級	柯亭含
KK1009	NRSL-108006	PTW TW33004	1	長庚醫療財團法人嘉義 長庚紀念醫院	108.02.27	108.03.08	14,000	一級	陳晉奇
KK1001	NRSL-107485	WELLHOFER IC-69	1	國立臺灣大學醫學院附 設醫院	108.03.04	108.03.19	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-107486	WELLHOFER IC-69	1	國立臺灣大學醫學院附 設醫院	108.03.04	108.03.19	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-107518	IBA FC65-P	1	國立臺灣大學醫學院附 設醫院	108.03.04	108.03.19	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-107517	IBA FC65-P	1	國立臺灣大學醫學院附 設醫院	108.03.04	108.03.19	9,600	一級	柯亭含

KK1008	NRSL-108078	ATOMTEX / BDKN-01	1	財團法人中華民國輻射防護協會	108.03.05	108.03.12	9,600	一級	陳晉奇
KK1004	NRSL-108043	Radcal 10X6-6M	1	臺北榮民總醫院	108.03.13	108.03.28	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-108044	Gammex 245	1	臺北榮民總醫院	108.03.13	108.03.28	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108037	PTW TW30009	1	久和醫療儀器股份有限公司	108.03.18	108.03.29	15,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108065	Unfors XI CT	1	老達利貿易股份有限公司	108.03.19	108.03.28	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-108079	RTI Electronics AB Piranha 301	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	108.03.22	108.04.08	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-108080	Gammex 245	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	108.03.22	108.04.08	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108093	RaySafe Xi CT	1	震亞國際股份有限公司	108.03.22	108.04.03	9,600	一級	金寧法
KK1010	NRSL-108081	Spectrum Technique/SS8	1	克馬企業有限公司	108.04.12	108.04.22	9,600	一級	朱葦翰
KK1009	NRSL-108133	PTW 077094	1	義大醫療財團法人義大醫院	108.04.11	108.05.02	14,000	一級	陳晉奇
KK1009	NRSL-108127	Nucletron 077092	1	馬偕紀念醫院	108.04.11	108.05.03	14,000	一級	陳晉奇
KK1001	NRSL-108045	PTW TM30013	1	東霖儀器股份有限公司	108.04.18	108.05.03	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108046	PTW TM30013	1	東霖儀器股份有限公司	108.04.18	108.05.03	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-108086	PTW TN30013	1	臺中榮民總醫院嘉義分院	108.04.18	108.05.07	9,600	一級	柯亭含

KK1001	NRSL-108089	PTW TN30013	1	久和醫療儀器股份有限公司	108.04.18	108.05.01	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108090	PTW TN30013	1	久和醫療儀器股份有限公司	108.04.18	108.05.01	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108072	PTW TM30013	1	常捷生醫科技股份有限公司	108.04.18	108.05.07	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-108075	IBA FC65-G	1	洽泰企業股份有限公司	108.04.18	108.05.07	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108076	IBA FC65-G	1	洽泰企業股份有限公司	108.04.18	108.05.07	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108101	PTW TN31014	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	108.04.18	108.05.01	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108100	PTW TN30013	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	108.04.18	108.05.01	9,600	一級	柯亭含
KK1009	NRSL-108143	PTW TN33002	1	長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	108.04.19	108.05.01	14,000	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-108165	THERMO FHT 751	1	恩斯特生物科技股份有限公司	108.05.02	108.05.06	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-108166	LUDLUM 12-4	1	華鈞企業有限公司	108.05.02	108.05.08	9,600	一級	陳晉奇
KK1001	NRSL-107493	SUN NUCLEAR 1118	1	磊信國際有限公司	108.05.02	108.05.08	9,600	一級	柯亭含
KK1009	NRSL-108132	PTW TW33004	1	戴德森醫療財團法人嘉義基督教醫院	108.04.11	108.05.20	14,000	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-108164	INOVISION / RP-N	1	貝克西弗股份有限公司	108.05.02	108.06.13	9,600	一級	陳晉奇

KK1004	NRSL-108159	Unfors Xi R/F&MAM	1	友信行股份有限公司	108.05.20	108.06.03	9,600	一級	金寧法
KK1011	NRSL-108145	AEA TECHNOLOGY	1	台電放射試驗室	108.06.03	108.06.14	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-108146	AEA TECHNOLOGY	1	台電放射試驗室	108.06.03	108.06.14	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-108147	AEA TECHNOLOGY	1	台電放射試驗室	108.06.03	108.06.14	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-108148	AEA TECHNOLOGY	1	台電放射試驗室	108.06.03	108.06.14	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-108149	AEA TECHNOLOGY	1	台電放射試驗室	108.06.03	108.06.14	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-108150	AEA TECHNOLOGY	1	台電放射試驗室	108.06.03	108.06.14	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-108151	AEA TECHNOLOGY	1	台電放射試驗室	108.06.03	108.06.14	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-108152	AEA TECHNOLOGY	1	台電放射試驗室	108.06.03	108.06.14	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-108153	AEA TECHNOLOGY	1	台電放射試驗室	108.06.03	108.06.14	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-108154	AEA TECHNOLOGY	1	台電放射試驗室	108.06.03	108.06.14	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-108155	AEA TECHNOLOGY	1	台電放射試驗室	108.06.03	108.06.14	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-108156	AEA TECHNOLOGY	1	台電放射試驗室	108.06.03	108.06.14	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-108157	AEA TECHNOLOGY	1	台電放射試驗室	108.06.03	108.06.14	12,000	一級	張修亞
KK1011	NRSL-108158	AEA TECHNOLOGY	1	台電放射試驗室	108.06.03	108.06.14	12,000	一級	張修亞
KK1005	NRSL-108097	A.Wieser Messtechnik	1	達勝輻照有限公司	108.06.17	108.06.19	30,000	一級	王思文
KK1004	NRSL-108179	INOVISION 35080B	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	108.06.19	108.07.05	9,600	一級	金寧法

KK1004	NRSL-108181	INOVISION 35080B	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	108.06.19	108.07.05	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-108182	INOVISION 35080B	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	108.06.19	108.07.05	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-108184	INOVISION 35080B	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	108.06.19	108.07.05	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-108185	INOVISION 35080B	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	108.06.19	108.07.05	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-108183	KEITHLEY 35080A	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	108.06.19	108.07.05	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-108180	KEITHLEY 35080A	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	108.06.19	108.07.05	9,600	一級	金寧法
KK1008	NRSL-108177	THERMO NRD	1	義大醫療財團法人義大醫院	108.06.17	108.07.03	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-108178	CARDINAL PR-N	1	義大醫療財團法人義大醫院	108.06.17	108.07.03	9,600	一級	陳晉奇
KK1003	NRSL-108190	FLUKE 8000	1	能資國際股份有限公司 新竹分公司	108.07.15	108.07.22	15,600	一級	金寧法
KK1008	NRSL-108201	THERMO NRD-H2	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	108.07.10	108.07.26	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-108213	BERTHOLD LB6411-PB	1	量子輻射科技有限公司	108.07.26	108.08.01	9,600	一級	陳晉奇

KK1008	NRSL-108214	BERTHOLD LB6411-PB	1	量子輻射科技有限公司	108.07.26	108.08.01	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-108215	BERTHOLD LB6411-PB	1	量子輻射科技有限公司	108.07.26	108.08.01	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-108216	BERTHOLD LB6411-PB	1	量子輻射科技有限公司	108.07.26	108.08.01	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-108223	Thermo RADEYE N/NL	1	中國鋼鐵股份有限公司	108.07.23	108.08.01	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-108224	Thermo RADEYE N/NL	1	中國鋼鐵股份有限公司	108.07.23	108.08.01	9,600	一級	陳晉奇
KK1002	NRSL-108188	PTW TN32002	1	國立清華大學	108.07.26	108.08.29	9,600	一級	王思文
KK1004	NRSL-108204	Unfors Xi R/F&MAM	1	西門子醫療設備股份有 限公司	108.08.08	108.09.03	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108203	Radcal 10X6-3CT	1	西門子醫療設備股份有 限公司	108.08.08	108.09.03	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-108194	Radcal 20X6-6M	1	醫療財團法人辜公亮基 金會和信治癌中心醫院	108.08.08	108.09.02	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108195	Radcal 20X6-6	1	醫療財團法人辜公亮基 金會和信治癌中心醫院	108.08.08	108.09.02	11,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108196	Radcal 20X6-180	1	醫療財團法人辜公亮基 金會和信治癌中心醫院	108.08.08	108.09.02	9,600	一級	金寧法
KK1011	NRSL-108167	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	108.09.03	108.09.20	12,000	一級	袁明程
KK1011	NRSL-108168	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	108.09.03	108.09.20	12,000	一級	袁明程

KK1011	NRSL-108169	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	108.09.03	108.09.20	12,000	一級	袁明程
KK1011	NRSL-108170	ECKERT & ZIEGLER	1	台灣電力股份有限公司	108.09.03	108.09.20	12,000	一級	袁明程
KK1011	NRSL-108171	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	108.09.03	108.09.20	12,000	一級	袁明程
KK1011	NRSL-108172	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	108.09.03	108.09.20	12,000	一級	袁明程
KK1011	NRSL-108173	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	108.09.03	108.09.20	12,000	一級	袁明程
KK1011	NRSL-108174	ECKERT & ZIEGLER	1	台灣電力股份有限公司	108.09.03	108.09.20	12,000	一級	袁明程
KK1011	NRSL-108175	ECKERT & ZIEGLER	1	台灣電力股份有限公司	108.09.03	108.09.20	12,000	一級	袁明程
KK1011	NRSL-108176	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	108.09.03	108.09.20	12,000	一級	袁明程
KK1008	NRSL-108243	LUDLUM / 2241-4	1	國立中央大學	108.09.03	108.09.11	9,600	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-108245	THERMO / NRD	1	奇異亞洲醫療設備股份有限公司	108.09.03	108.09.20	9,600	一級	陳晉奇
KK1003	NRSL-108229	Unfors 8202011-E	1	友信行股份有限公司	108.09.03	108.09.19	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108219	PTW T60004	1	供群科技股份有限公司	108.09.10	108.10.01	9,600	一級	金寧法
KK1008	NRSL-108255	THERMO RADEYE PX/NRD-H2	1	臺灣新吉美碩股份有限公司	108.09.23	108.10.16	9,600	一級	陳晉奇
KK1001	NRSL-108120	IBA FC65-P	1	瓦里安台灣股份有限公司	108.09.06	108.10.22	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108121	IBA FC65-P	1	瓦里安台灣股份有限公司	108.09.06	108.10.22	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108047	STANDARD IMAGING	1	久和醫療儀器股份有限	108.10.08	108.10.18	9,600	一級	柯亭含

		AISL		公司						
KK1005	NRSL-108048	STANDARD IMAGING AISL	1	久和醫療儀器股份有限 公司	108.10.08	108.10.18	9,600	一級	柯亭含	
KK1001	NRSL-108063	PTW TW30013	1	埔基醫療財團法人埔里 基督教醫院	108.10.08	108.10.15	9,600	一級	柯亭含	
KK1001	NRSL-108066	PTW TM30013	1	東霖儀器股份有限公司	108.10.08	108.10.23	9,600	一級	柯亭含	
KK1005	NRSL-108067	PTW TM30013	1	東霖儀器股份有限公司	108.10.08	108.10.23	9,600	一級	柯亭含	
KK1001	NRSL-108069	PTW TM30013	1	安泰醫療社團法人安泰 醫院	108.10.08	108.10.18	9,600	一級	柯亭含	
KK1005	NRSL-108070	PTW TM30013	1	安泰醫療社團法人安泰 醫院	108.10.08	108.10.18	9,600	一級	柯亭含	
KK1001	NRSL-108091	IBA FC65-P	1	瓦里安台灣股份有限公 司	108.10.08	108.10.16	9,600	一級	柯亭含	
KK1001	NRSL-108104	PTW TM30013	1	東霖儀器股份有限公司	108.10.08	108.10.18	9,600	一級	柯亭含	
KK1005	NRSL-108105	PTW TM30013	1	東霖儀器股份有限公司	108.10.08	108.10.18	9,600	一級	柯亭含	
KK1001	NRSL-108106	PTW TM30013	1	華霖股份有限公司	108.10.08	108.10.18	9,600	一級	柯亭含	
KK1005	NRSL-108107	PTW TM30013	1	華霖股份有限公司	108.10.08	108.10.18	9,600	一級	柯亭含	
KK1001	NRSL-108111	PTW TN30013	1	高雄醫學大學附設中和 紀念醫院	108.10.08	108.10.23	9,600	一級	柯亭含	
KK1001	NRSL-108113	PTW TW30013	1	久和醫療儀器股份有限 公司	108.10.08	108.10.18	9,600	一級	柯亭含	

KK1005	NRSL-108114	PTW TW30013	1	久和醫療儀器股份有限公司	108.10.08	108.10.18	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-108115	PTW TW30013	1	久和醫療儀器股份有限公司	108.10.08	108.10.18	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108116	PTW TW30013	1	久和醫療儀器股份有限公司	108.10.08	108.10.18	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-108117	PTW TW34045	1	久和醫療儀器股份有限公司	108.10.08	108.10.18	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108118	PTW TW34045	1	久和醫療儀器股份有限公司	108.10.08	108.10.18	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108123	STANDARD IMAGING A1SL	1	華霖股份有限公司	108.10.08	108.10.18	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-108125	PTW N30013	1	馬偕紀念醫院	108.10.08	108.10.23	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108134	STANDARD IMAGING A1SL	1	多模式股份有限公司	108.10.08	108.10.18	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108135	STANDARD IMAGING A1SL	1	多模式股份有限公司	108.10.08	108.10.18	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108136	STANDARD IMAGING A1SL	1	多模式股份有限公司	108.10.08	108.10.18	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-108217	PTW TM30013	1	衛福部桃園醫院	108.10.03	108.10.24	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-108248	EXRADIN A12	1	長庚醫療財團法人基隆 長庚紀念醫院情人湖院	108.10.08	108.10.17	9,600	一級	柯亭含

區

KK1005	NRSL-108249	EXRADIN A12	1	長庚醫療財團法人基隆 長庚紀念醫院情人湖院 區	108.10.08	108.10.17	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-108082	PTW TM30013	1	醫世紀健康管理顧問股 份有限公司	108.10.08	108.10.18	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108083	PTW TM30013	1	醫世紀健康管理顧問股 份有限公司	108.10.08	108.10.18	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108084	EXRADIN A1SL	1	醫世紀健康管理顧問股 份有限公司	108.10.08	108.10.18	9,600	一級	柯亭含
KK1008	NRSL-108259	THERMO BDKN-01	1	中龍鋼鐵股份有限公司	108.10.03	108.11.01	9,600	一級	陳晉奇
KK1005	NRSL-108095	WELLHOFER IC 15	1	澄清綜合醫院中港分院	108.10.08	108.11.06	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108094	PTW TW23343	1	澄清綜合醫院中港分院	108.10.08	108.11.06	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-108109	PTW TM30013	1	義大醫療財團法人義大 醫院	108.10.08	108.11.01	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108128	PTW TN30013	1	中山醫學大學附設醫院	108.10.08	108.11.12	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-108140	PTW TW30010	1	戴德森醫療財團法人嘉 義基督教醫院	108.10.08	108.11.01	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108141	PTW TW30010	1	戴德森醫療財團法人嘉 義基督教醫院	108.10.08	108.11.01	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-108191	WELLHOFER	1	秀傳醫療社團法人秀傳	108.10.08	108.11.01	9,600	一級	柯亭含

WD-IC-69			紀念醫院						
KK1005	NRSL-108098	PTW TM30013	1	新光醫療財團法人新光 吳火獅紀念醫院	108.10.08	108.11.19	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108220	PTW TW31010	1	醫世紀健康管理顧問股 份有限公司	108.10.08	108.11.12	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-108221	PTW TW30006	1	醫世紀健康管理顧問股 份有限公司	108.10.08	108.11.12	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-108225	PTW TM30013	1	義大醫療財團法人義大 醫院	108.10.08	108.11.01	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-108250	PTW TW30013	1	仁愛醫療財團法人	108.10.08	108.11.05	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108251	PTW TW30013	1	仁愛醫療財團法人	108.10.08	108.11.05	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-108197	CAPINTEC PR-06C	1	醫療財團法人辜公亮基 金會和信治癌中心醫院	108.10.08	108.11.01	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-108209	WELLHOFER FC65-P	1	大千綜合醫院	108.10.08	108.11.08	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108210	WELLHOFER FC65-P	1	大千綜合醫院	108.10.08	108.11.08	9,600	一級	柯亭含
KK1003	NRSL-108227	IBA 120-131 HS	1	帆宣系統科技股份有限 公司	108.10.08	108.11.05	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108228	IBA RQA	1	帆宣系統科技股份有限 公司	108.10.08	108.11.05	13,600	一級	金寧法
KK1002	NRSL-108261	NE2571	1	台灣電力股份有限公司	108.10.28	108.11.21	9,600	一級	王思文
KK1002	NRSL-108260	NE2530	1	台灣電力股份有限公司	108.10.28	108.11.21	9,600	一級	王思文

KK1002	NRSL-108262	NE2575	1	台灣電力股份有限公司	108.10.28	108.11.21	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-108256	PTW TM30013	1	東霖儀器股份有限公司	108.11.05	108.11.12	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-108268	IBA FC65-G	1	台南市立安南醫院-委託 中國醫藥大學興建經營	108.11.05	108.11.15	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-108266	IBA FC65-G	1	台南市立安南醫院-委託 中國醫藥大學興建經營	108.11.05	108.11.15	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-108267	IBA FC65-G	1	台南市立安南醫院-委託 中國醫藥大學興建經營	108.11.05	108.11.15	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-108265	IBA FC65-G	1	台南市立安南醫院-委託 中國醫藥大學興建經營	108.11.05	108.11.15	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-108289	PTW TM30013	1	久和醫療儀器股份有限 公司	108.10.28	108.11.08	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-108288	PTW TM30013	1	久和醫療儀器股份有限 公司	108.10.28	108.11.08	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-108281	PTW TN34045	1	久和醫療儀器股份有限 公司	108.10.28	108.11.08	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-108279	PTW TN34045	1	久和醫療儀器股份有限 公司	108.10.28	108.11.08	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-108282	PTW TN34045	1	久和醫療儀器股份有限 公司	108.10.28	108.11.08	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-108280	PTW TN34045	1	久和醫療儀器股份有限 公司	108.10.28	108.11.08	9,600	一級	王思文

KK1005	NRSL-108130	PTW TW30013	1	三軍總醫院	108.11.05	108.11.12	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-108316	PTW TW30013	1	久和醫療儀器股份有限公司	108.11.05	108.11.15	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-108317	PTW TW30013	1	久和醫療儀器股份有限公司	108.11.05	108.11.15	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-108319	PTW TN31010	1	久和醫療儀器股份有限公司	108.11.05	108.11.15	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-108320	PTW TN31010	1	久和醫療儀器股份有限公司	108.11.05	108.11.15	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-108347	STANDARD IMAGING A1SL	1	高雄醫學大學附設中和 紀念醫院	108.11.04	108.11.14	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-108348	STANDARD IMAGING A1SL	1	高雄醫學大學附設中和 紀念醫院	108.11.04	108.11.14	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-108350	PTW TM30013	1	九和生物科技股份有限公司	108.11.05	108.11.12	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-108351	PTW TM30013	1	九和生物科技股份有限公司	108.11.05	108.11.12	9,600	一級	王思文
KK1011	NRSL-108263	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	108.11.08	108.11.21	12,000	一級	袁明程
KK1011	NRSL-108264	AEA TECHNOLOGY	1	台灣電力股份有限公司	108.11.08	108.11.21	12,000	一級	袁明程
KK1003	NRSL-108253	IBA DCT-10	1	台灣檢驗科技股份有限公司	108.11.08	108.11.21	9,600	一級	金寧法

KK1004	NRSL-108417	TLD 佩章照射	10	財團法人中華民國輻射防護協會	108.11.18	108.11.22	24,000	一級	鄒騰泓
KK1006	NRSL-108327	TLD 佩章照射	2	財團法人中華民國輻射防護協會	108.11.18	108.11.22	4,800	一級	施名原
KK1008	NRSL-108326	TLD 佩章照射	3	財團法人中華民國輻射防護協會	108.11.18	108.11.22	7,200	一級	陳晉奇
KK1008	NRSL-108186	THERMO NRD-H2	1	佛教慈濟醫療財團法人花蓮慈濟醫院	108.11.19	108.12.02	9,600	一級	陳晉奇
KK1001	NRSL-108160	PTW TN30013	1	佛教慈濟醫療財團法人花蓮慈濟醫院	108.11.19	108.12.02	9,600	一級	柯亭含
KK1001	NRSL-108161	PTW TN31010	1	佛教慈濟醫療財團法人花蓮慈濟醫院	108.11.19	108.12.02	9,600	一級	柯亭含
KK1005	NRSL-108162	PTW TN30013	1	佛教慈濟醫療財團法人花蓮慈濟醫院	108.11.19	108.12.02	9,600	一級	柯亭含
KK1003	NRSL-108205	PTW TL34060-2.5	1	台達電子工業股份有限公司	108.08.08	108.12.02	9,600	一級	金寧法
KK1005	NRSL-108295	PTW TW30013	1	振興醫療財團法人振興醫院	108.11.05	108.12.02	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-108296	PTW TW30013	1	振興醫療財團法人振興醫院	108.11.05	108.12.02	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-108286	PTW TN30013	1	長庚醫療財團法人高雄長庚紀念醫院	108.10.28	108.12.12	9,600	一級	王思文

KK1005	NRSL-108284	PTW TN30013	1	長庚醫療財團法人高雄 長庚紀念醫院	108.10.28	108.12.12	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-108287	PTW TN31002	1	長庚醫療財團法人高雄 長庚紀念醫院	108.10.28	108.12.12	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-108285	PTW TN31002	1	長庚醫療財團法人高雄 長庚紀念醫院	108.10.28	108.12.12	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-108331	IBA FC65-P	1	林新醫療社團法人林新 醫院	108.11.05	108.12.02	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-108357	PTW TM30013	1	常捷生醫科技股份有限公司	108.11.05	108.12.13	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-108358	PTW TM31016	1	常捷生醫科技股份有限公司	108.11.05	108.12.13	9,600	一級	王思文
KK1008	NRSL-108328	TLD 佩章照射	3	國家同步輻射研究中心	108.11.18	108.12.02	7,200	一級	陳晉奇
KK1004	NRSL-108423	TLD 佩章照射	3	國家同步輻射研究中心	108.11.18	108.12.02	7,200	一級	鄒騰泓
KK1008	NRSL-108333	TLD 佩章照射	1	貝克西弗股份有限公司	108.11.18	108.12.02	2,400	一級	陳晉奇
KK1004	NRSL-108418	TLD 佩章照射	3	台灣電力股份有限公司	108.11.18	108.12.06	7,200	一級	鄒騰泓
KK1006	NRSL-108341	TLD 佩章照射	2	台灣電力股份有限公司	108.11.18	108.12.06	4,800	一級	施名原
KK1008	NRSL-108340	TLD 佩章照射	6	台灣電力股份有限公司	108.11.18	108.12.06	14,400	一級	陳晉奇
KK1004	NRSL-108419	TLD 佩章照射	6	台灣電力股份有限公司	108.11.18	108.12.06	14,400	一級	鄒騰泓
KK1006	NRSL-108339	TLD 佩章照射	2	台灣電力股份有限公司	108.11.18	108.12.06	4,800	一級	施名原

KK1008	NRSL-108338	TLD 佩章照射	6	台灣電力股份有限公司	108.11.18	108.12.06	14,400	一級	陳晉奇
KK1004	NRSL-108420	TLD 佩章照射	10	台灣電力股份有限公司	108.11.18	108.12.06	24,000	一級	鄒騰泓
KK1006	NRSL-108343	TLD 佩章照射	10	台灣電力股份有限公司	108.11.18	108.12.06	24,000	一級	施名原
KK1008	NRSL-108342	TLD 佩章照射	3	台灣電力股份有限公司	108.11.18	108.12.06	7,200	一級	陳晉奇
KK1004	NRSL-108421	TLD 佩章照射	4	國立清華大學	108.11.18	108.12.26	9,600	一級	鄒騰泓
KK1006	NRSL-108337	TLD 佩章照射	10	國立清華大學	108.11.18	108.12.26	24,000	一級	施名原
KK1008	NRSL-108336	TLD 佩章照射	6	國立清華大學	108.11.18	108.12.26	14,400	一級	陳晉奇
KK1003	NRSL-108254	IBA DCT10-RS Lemo	1	量子輻射科技有限公司	108.11.19	108.12.02	9,600	一級	金寧法
KK1001	NRSL-108359	PTW TM30013	1	高雄市立大同醫院(委託財團法人私立高雄醫學大學附設中和紀念醫院經營)	108.11.20	108.12.12	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-108371	STANDARD IMAGING	1	中國醫藥大學附設醫院	108.11.20	108.12.04	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-108361	PTW TW23343	1	國泰醫療財團法人國泰綜合醫院	108.11.26	108.12.09	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-108362	PTW TM31010	1	國泰醫療財團法人國泰綜合醫院	108.11.26	108.12.09	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-108363	IBA CC01	1	國泰醫療財團法人國泰綜合醫院	108.11.26	108.12.09	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-108364	IBA CC01	1	國泰醫療財團法人國泰	108.11.26	108.12.09	9,600	一級	王思文

綜合醫院

KK1005	NRSL-108369	IBA FC65-P/TNC	1	國泰醫療財團法人國泰 綜合醫院	108.11.26	108.12.09	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-108367	IBA FC65-P/TNC	1	國泰醫療財團法人國泰 綜合醫院	108.11.26	108.12.09	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-108370	EXRADIN A12	1	國泰醫療財團法人國泰 綜合醫院	108.11.26	108.12.09	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-108368	EXRADIN A12	1	國泰醫療財團法人國泰 綜合醫院	108.11.26	108.12.09	9,600	一級	王思文
KK1001	NRSL-108424	IBA FC65-P	1	國泰醫療財團法人國泰 綜合醫院	108.11.26	108.12.09	9,600	一級	王思文
KK1005	NRSL-108425	IBA FC65-P	1	國泰醫療財團法人國泰 綜合醫院	108.11.26	108.12.09	9,600	一級	王思文
KK1003	NRSL-108278	PTW TM 30009	1	國泰醫療財團法人國泰 綜合醫院	108.11.26	108.12.09	9,600	一級	金寧法
KK1009	NRSL-108276	Standard Imaging HDR 1000PLUS	1	國泰醫療財團法人國泰 綜合醫院	108.11.26	108.12.09	14,000	一級	陳晉奇
KK1003	NRSL-108230	Radcal 10X5-6	1	奇異亞洲醫療設備股份 有限公司	108.11.28	108.12.13	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108231	Radcal 20X6-3	1	奇異亞洲醫療設備股份 有限公司	108.11.28	108.12.13	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108232	Radcal 20X6-3	1	奇異亞洲醫療設備股份 有限公司	108.11.28	108.12.13	9,600	一級	金寧法

有限公司

KK1003	NRSL-108233	Radcal 20X6-6	1	奇異亞洲醫療設備股份 有限公司	108.11.28	108.12.13	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108234	Radcal 20X6-6	1	奇異亞洲醫療設備股份 有限公司	108.11.28	108.12.13	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108235	Radcal 20X6-6	1	奇異亞洲醫療設備股份 有限公司	108.11.28	108.12.13	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108236	Radcal 20X6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份 有限公司	108.11.28	108.12.13	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108237	Radcal 20X6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份 有限公司	108.11.28	108.12.13	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108238	Radcal 20X6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份 有限公司	108.11.28	108.12.13	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108291	Radcal 20X6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份 有限公司	108.11.28	108.12.13	9,600	一級	金寧法
KK1003	NRSL-108292	Radcal 20X6-180	1	奇異亞洲醫療設備股份 有限公司	108.11.28	108.12.13	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-108239	Radcal 20X6-6M	1	奇異亞洲醫療設備股份 有限公司	108.11.28	108.12.13	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-108240	Radcal 20X6-6M	1	奇異亞洲醫療設備股份 有限公司	108.11.28	108.12.13	9,600	一級	金寧法
KK1004	NRSL-108241	Radcal 20X6-6M	1	奇異亞洲醫療設備股份 有限公司	108.11.28	108.12.13	9,600	一級	金寧法

有限公司

KK1008	NRSL-108302	POLIMASTER INC. PM1703GN	1	台塑石化股份有限公司	108.12.04	108.12.11	9,600	一級	陳晉奇
KK1003	NRSL-108334	Radcal Accu-Gold	1	中臺科技大學	108.12.13	108.12.13	9,600	一級	金寧法
合 計			373				\$3,091,200		

2. 國家標準實驗室量測標準系統與校正服務統計表

國家標準實驗室量測標準系統與校正服務電腦資料庫

系統名稱	系統代碼	量測範圍	不確定度	主要設備 與標準件	系統完 成日期	管制情形		可校正 之儀器 名稱	系統服務次數							負責人	第三 者認 證◎	改良 ※比 對△	變動說明 〔可另件提 供資料〕	整合評估 方式	繼續/ 停止 服務
						是	否		FY 103	FY 104	FY 105	FY 106	FY 107	FY 108	小計						
加馬射線 空氣克馬 校正系統	kk1001	air kerma rate 1.98E+03 至 2.30+04 mGy/h	1% [p=95%, k=2]	Co-60	85.04.30	√		游離腔	88	58	76	56	70	61	409	林怡君	◎		國內唯 一，無二級 實驗室校 正	繼續 服務	
加馬射線 空氣克馬 校正系統	kk1002	air kerma rate 6.12E+00 至 1.58E+03 mGy/h	1% [p=95%, k=2]	銻-137	85.04.30	√		游離腔	20	12	27	14	11	4	88	林怡君	◎		國內唯 一，無二級 實驗室校 正	繼續 服務	
X 射線空 氣克馬校 正系統	kk1003	air kerma rate 6.10E+02 to 1.51E+03 mGy/h	1% [p=95%, k=2]	X-ray, 50 kV to 300 kV	85.06.30	√		游離腔	73	52	73	34	42	49	323	黃增德	◎	△	國內唯 一，無二級 實驗室校 正	繼續 服務	
X 射線空 氣克馬校 正系統	kk1004	air kerma rate 10 kV~ 50 Kv 2.3E+01 至 5.04E+03 mGy/h	2% [p=95%, k=2]	X-ray, 10 kV~50 Kv	85.06.30	√		游離腔	45	29	33	68	26	64	265	黃增德	◎		國內唯 一，無二級 實驗室校 正	繼續 服務	

鈷-60 水吸收劑量校正系統	kk1005	absorbed dose rate to water 5.5E-04 至 6.4E-03 Gy/s	1% [p=95%, k=2]	鈷-60	85.04.30	▽		游離腔	97	62	100	81	98	75	513	林怡君	◎	※	國內唯一，無二級實驗室校正	繼續服務	
貝他劑量測系統	kk1006	absorbed dose rate to tissue 4.28E+00 to 4.28E+00 mGy/h	2% [p=95%, k=2]	Sr-90/Y-90	86.06.30	▽		Sr-90/Y-90 射源或外推式游離腔	16	3	1	9	3	26	58	朱健豪	◎		國內唯一，無二級實驗室校正	繼續服務	
中子劑量校正系統	kk1007	source ambient dose equivalent rate, personal dose equivalent rate 6.41E-06 mSv/h to 1.78E-04 mSv/h	5% [p=95%, k=2]	Cf-252 source	88.07.01	▽		醫用直線加速器	0	4	20	0	0	0	24	朱葦翰			本項服務已有二級實驗室提供服務，擬啟動退場機制。	國內已有二級實驗室提供校正服務	停止服務

中子劑量校正系統	kk1008	ambient dose equivalent rate, personal dose equivalent rate 1.44E-06 to 5.83E-06 mSv/h	5% [p=95%, k=2]	Am-241/Be-9、Cf-252 source	89.12.01	▽	中子偵檢器、人員劑量計	71	40	45	80	77	55	368	朱葦翰	◎		國內仍有台電放射實驗室可提供校正服務，惟其目前無對外服務	繼續服務	
活度計校正系統	kk1009	activity per unit mass 1.00E+05 to 5.00E+05 Bq/g	1% [p=95%, k=2]	銻-241、鈷-57、鋇-133、鉍-137、鈷-60、鉍-192	85.06.30	▽	Single nuclide solution source，井形游離腔	29	6	3	11	22	9	80	袁明程	◎	△	國內唯一，無二級實驗室校正	繼續服務	
加馬液體放射源活度校正系統	kk1010	activity 4.14E+06 to 8.27E+09 Bq	1% [p=95%, k=2]	Single nuclide solution source	85.06.30	▽	Single nuclide solution source	0	0	0	0	17	4	21	袁明程	◎	※	主要用於內部標準件之校正，與放射核種相關能力試驗之標準追溯，上半年度內部校正數4件。	國內唯一，提供kk1009校正追溯	繼續服務

放射源粒子發射率校正系統	kk1011	emission rate 1.00E+02/s to 1.00E+04/s	3% [p=95%, k=2]	Large area surface source	85.07.01	▽	大面積 α 或 β 射 源(醫用 活度計)	12	44	20	22	11	26	135	表明程	◎			國內唯一，無二級實驗室校正	繼續服務
年度合計(註：系統服務次數係以收件數為準)								451	310	398	375	377	373	2284						

◎：本年度(FY107)進行第三者認證評鑑/再評鑑者。

※：本年度進行系統改良計畫者。

△：本年度進行國際比對者

三、結論

- 本年度的所有工作項目與量化績效指標皆如期達成。
- 本年度預算執行率為**99.67%**，滿足年度總預算執行率需達80%以上之要求。
- 本年度所有量化績效產出皆達到年度預期目標(**最近五年研究成果統計表如附件13**)。
- 本年度例行校正服務共 373 件，收入 **3,091,200** 元，達 108 年度 265 件的計畫目標。
- 於 12 月完成高能光子加速器交貨驗收並結報，達成今年度計畫目標。
- 完成建立 IEC 61267 RQT 射質，量測不確定度 **0.27% (k=1)**，達成量測不確定度小於 1%的計畫目標。
- 完成 Ce-141 放射活度原級量測標準系統建置，量測不確定度從 3 %降為 0.31%。達成計畫目標。
- 本年度實驗室召開 2 場研討會或說明會，開放實驗室參觀 **3** 梯次，配合辦理「度量衡偏鄉扎根活動」活動，達到人才培育、技術擴散、SI 單位推廣與開發創新未來議題的目的。

肆、補充附件

補充附件 1、顧客滿意度問卷調查統計表

客戶滿意度調查方法是於校正服務櫃檯放置客戶服務滿意度調查問卷，客戶於送件或取件時，以不記名方式自由填寫，填寫完成之問卷置入問卷回收箱中。108 年度顧客服務滿意度調查問卷回收份數，統計至 11 月底共計回收 94 份。

題號	問題	非常滿意 (%)	滿意 (%)	尚可 (%)	不滿意 (%)	其他 (%)
1	貴機構對實驗室儀器接收服務，滿意度為何？	76.6	22.4	1	0	0
2	貴機構至本實驗室取回儀器，對儀器取回服務，滿意度為何？	77.7	21.3	1	0	0
3	貴機構對收到校正報告的時間，滿意度為何？	53.2	30.9	10.6	5.3	0
4	貴機構對實驗室人員提供的電話答覆，滿意度為何？	69.1	26.6	0	1	3.3
5	貴機構對實驗室提供的遊校服務滿意度為何？	70.2	22.6	2.4	2.4	2.4

- 滿意度調查結果顯示今年度客戶滿意程度較上年度大幅滑落，尤其在對收到報告時間的服務滿意度遠低於其他項目，在 94 份中有 10 份尚可和 5 份不滿意，不滿意的客戶認為校正時間拖太久，產出報告時間過久。
- 究其原因為今年度 Co-60 校正系統曾出現故障，停止校正服務約 5 個月，再加上有部分校正人員離退造成人力不足所致。

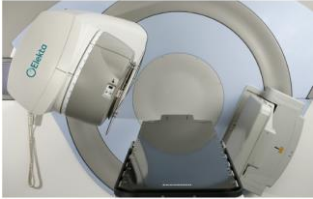
補充附件 2、乳房攝影 X 射線空氣克馬比對預定期程

Participant	Date of chambers leaving NIM for participant	Date of chambers leaving participant for NIM
NIM		1-Feb-2019
KRISS	1-March-2019	21-March-2019
INER	10-April-2019	30-April-2019
NMIJ	27-May-2019	14-June-2019
Pilot (NIM)	30-June-2019	21-July-2019
NMISA	10-Aug-2019	31-Aug-2019
OAP	20-Sep-2019	11-Oct-2019
PTKMR-BATAN	1-Nov-2019	21-Nov-2019
EIS	10-Dec-2019	21-Jan-2020
BARC	10-Feb-2020	31-Feb-2020
Pilot(NIM)	20-March-2020	11-April-2020

補充附件 3、貝他組織吸收劑量比對(EURAMET.RI(I)-S16)預定比對期程

Participant	Calibration measurements at the participant	Repeat measurements at PTB / DE	Transfer to the next participant or return to PTB	Report of the results from the participant
PTB; DE	01/2018		01-02/2018	
IST-LPSR; PT	03/2018		03/2018	05/2018
CIEMAT; ES	04/2018		04/2018	06/2018
BFKH; HU	05/2018		05/2018	07/2018
SSM; SE	06/2018		06/2018	08/2018
STUK; FI	07/2018		07/2018	09/2018
LNE-LNHB; FR	08/2018		08/2018	10/2018
PTB; DE		09/2018	03/2019	
NIM; CN	04/2019		04-05/2019	06/2019
KRISS; KR	06/2019		06-07/2019	08/2019
INER; TW	08/2019		08-09/2019	10/2019
NMIJ; JP	10/2019		11-12/2019	12/2019
PTB; DE		01/2020	01-02/2020	
NMISA; ZA	03/2020		03-04/2020	05/2020
NIST; US	05/2020		05-06/2020	07/2020
NRC; CA	07/2020		07-08/2020	09/2020
ININ; MX	09/2020		09-10/2020	11/2020
CPHR; CU	11/2020		11-12/2020	01/2021
PTB; DE		01/2021	01-02/2020	
VNIIM; RU	03/2021		03-04/2021	05/2021
PTB; DE		05/2021		
Task			Date	Participant
Draft of final report			08/2021	PTB / DE
Comments of all partners			10/2021	All partners
Final report for publication via KCDB and as <i>Metrologia Technical supplement</i>			12/2021	PTB / DE

補充附件 4、直線加速器採購規格

原廠	Elekta
型式	醫用直加速器
型號	Synergy 
調速管系統	Magnetron
性能 1: 提供光子能量	6、10、15 MV
性能 2: 提供電子能量	4、6、9、12、15 MeV (暫定，於裝機時調整)
性能 3: 多葉準直儀(MLC)裝置	有
性能 4: 病床裝置	有
性能 5: 品質及驗證系統—水假體 量測系統	至少 45x45x40 範圍 偵檢端：2 支游離腔和 1 支半導體偵檢器 (含校正報告)
性能 6: 治療計劃系統	有
性能 7: 電子影像驗證系統	有
性能 8: 輻射及機械中心點誤差	1.5 mm
性能 9: 劑量精準度	2 個 MU 內小於等於 1%
性能 10: 數位顯示	全數位機器
裝機測試(調機)	109 年提供
保固期	2 年
每年維護保養	每年保養 以 100 萬/年費用，除外項目超過 1300 項

補充附件 5、IEC 61267 RQT 射質原級標準量測及不確定度評估結果

IEC 61267 RQT 射質原級標準量測結果

Beam code	kV	Kair (Gy/s)	監測器基準 (C/s)
RQT 8	100	2.063E-04	4.542E-10
RQT 9	120	2.939E-04	6.771E-10
RQT 10	150	4.838E-04	1.164E-09

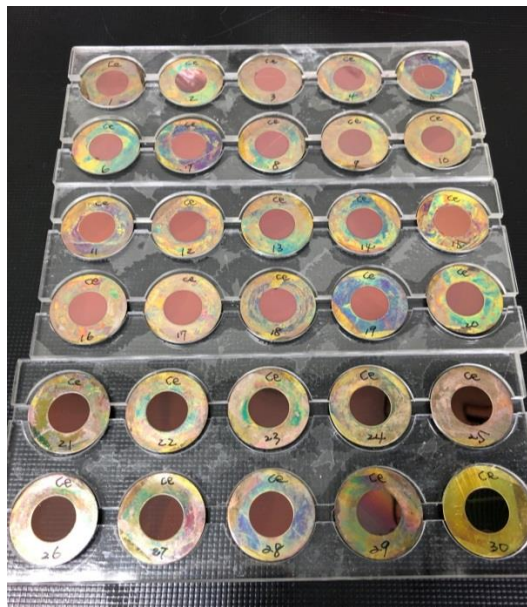
IEC 61267 RQT 射質原級標準不確定度評估結果

項目	A 型 (%)	B 型 (%)
1.信號收集		
電壓	0.12	0.0031
電容		0.007
2.空氣腔質量		
體積		0.06
空氣密度		0.01
溫度		0.019
氣壓		0.042
溼度		0.1
3.物理參數		
W/e		0.15
4.修正因子		
離子再結合	0.047	
電子損失		0.01
光子散射		0.07
空氣衰減		0.07
窗膜衰減	0.0017	
5.其他		
量測位置		0.03
均方和	0.130	0.230
組合不確定度		0.27

補充附件 6、Ce-141 原級標準 $4\pi\beta\text{-}\gamma$ 量測系統、與 VYNS 薄膜樣品



$4\pi\beta\text{-}\gamma$ 量測系統



VYNS 薄膜樣品

補充附件 7、「第 11 次人員劑量計能力試驗執行前說明會」議程表及照片

日期：108 年 05 月 23 日

地點：核能研究所 國家游離輻射標準實驗室（035 館）二樓

時間	講題	講員/單位
10:00—10:30	報 到	
10:30—10:40	開幕致詞	張淑君組長 核能研究所保健物理組
10:40—12:30	第 11 次人員劑量計能力試驗執行前說明會	陳晉奇先生 核能研究所保健物理組
12:30—14:30	綜合討論	朱健豪 分組長 核能研究所保健物理組



補充附件 8、「一定活度或比活度以下廢棄物解除管制量測能力試驗說明會」

議程表及照片

日期：108.09.10（二）		
地點：核能研究所 010 館 二樓會議室		
時間	講題	講員/單位
10:00-10:30	報 到	
10:30-10:35	開幕致詞	張組長淑君/ 核研所
10:35-11:10	一定活度或比活度以下廢棄物解除管制之加 馬量測技術規範(TAF-CNLA-T12)	林士軒/ 核研所
11:10-11:50	108 年度「一定活度或比活度以下廢棄物解 除管制量測能力試驗」規劃	李碧芬/ 核研所
11:50-13:00	綜合討論	袁明程/ 核研所



補充附件 9、度量衡偏鄉扎根活動照片



補充附件 10、論文報告一覽表(摘要如附件 14)

1. 期刊論文(2)

項次	作者	出版年月	題目	期刊名稱	卷期頁數
SCI 期刊(2)					
1	Yu-Wei Tsai; Chien-Hau Chu; Wei-Hung Shih; Shih-Chun Jin; Jyh-Cheng Chen; Kai-Chieh Liang	10803	Evaluation of Different Modulation Transfer Function Measurement Based on Different Edge Spread Function Calculations	Journal of Medical and Biological Engineering	December 2019, Volume 39, Issue 6, pp 901-911
2	江悅 趙自強 卓亦均 李宗其 洪志宏 朱健豪 董傳中	10810	Silicon equivalent gas in silicon equivalent proportional counter - Monte Carlo simulations	RADIATION PHYSICS AND CHEMISTRY	Available online 10 April 2019
3	林怡君 邱敏綺 陳晉奇 陳俊良 袁明程 朱健豪 鄒騰泓 黃增德	10810	Proficiency Testing and Dose Comparison for External Personnel Dosimeters Evaluation in Taiwan	RADIATION MEASUREMENTS	投稿中
4	黃增德 朱健豪 王思文 林怡君	10809	Establishment of diagnostic X-ray air kerma standard in Taiwan	RADIATION PHYSICS AND CHEMISTRY	投稿中
國內期刊(0)					

2. 會議論文(6)

項次	作者	時間地點	題目	會議名稱
國際會議(6)				
1	Shih-Wen Wang; Yi-Chun Lin; Ming-Chen Yuan; Chien-Hau Chu	1080525-1080602 葡萄牙	Evaluation For The Environmental Level Air Kerma Rate Calibration System	2019 年第 3 屆國際劑量量測及其應用會議(ICDA-3)
2	Tseng-Te Huang; Chien-Hau Chu; Shih-Wen Wang	1080525-1080602 葡萄牙	Establishment of diagnostic X-ray air kerma standard in Taiwan	2019 年第 3 屆國際劑量量測及其應用會議(ICDA-3)

3	Yi-Chun Lin; Chin-Chi Chen; Ming-Chen Yuan; Chien-Hau Chu; Teng-Hung Tsou; Min-Chi Chiu; Chun-Liang Chen	1080525-1080602 葡萄牙	Proficiency Testing and Criteria Comparison for External Personnel Dosimeters Evaluation Laboratories in Taiwan	2019 年第 3 屆國際劑量量測及其應用會議(ICDA-3)
4	Ching, Ning-Fa Chu; Chien-Hau Kuo; Chin-Wei Tang; Yi-Fu Gu; Hsuan-Long Yi-Chun Lin	1080525-1080602 葡萄牙	Determination of the detective quantum efficiency of a digital dental X-ray imaging devices: intrinsic performance study	2019 年第 3 屆國際劑量量測及其應用會議(ICDA-3)
5	P.-F. Lee, W.-J. Huang, P.-J. Huang, M.-H. Lin, J.-J. Wang	1080906-1080915 捷克/布拉格	Investigation of radioactive cesium level in seawater near Taiwan after the Fukushima nuclear accident	第五屆環境放射性國際研討會(ENVIRA 2019)
6	M.-H. Lin, Y.-H. Lu, P.-J. Huang	1080906-1080915 捷克/布拉格	Inspection and radiation dose evaluation results of Radon bed mattress in Taiwan	第五屆環境放射性國際研討會(ENVIRA 2019)
國內會議(0)				

3. 技術報告(15)

項次	作者	出版年月	題目	報告編號	頁數
1	朱葦翰;袁明程	10804	2018 中低強度核種分析能力試驗	BSMI-INER-001-T001(108)	40
2	邱敏綺	10805	一〇七年核能研究所員工全身計測體內劑量評估年度報告書	BSMI-INER-001-T002(108)	40
3	邱敏綺 陳俊良	10807	人員劑量計依據 ANSI/HPS N13.11(2009)能力試驗規範之測試報告	BSMI-INER-001-T004(108)	37
4	施名原	10809	銻九十射源對組織下 0.07 mm 貝他吸收劑量之量測	BSMI-INER-001-T006(108)	58
5	王思文	10810	銫-137 加馬空氣克馬原級標準校正系統	BSMI-INER-001-T010(108)	37
6	王思文	10810	鈷-60 加馬空氣克馬原級標準校正系統	BSMI-INER-001-T011(108)	37
7	柯亭含 林怡	10810	以蒙地卡羅方法計算可	BSMI-INER-001-T012(108)	72

	君 黃增德		攜式石墨熱卡計單能質子劑量修正因子)		
8	林怡君 袁明程 柯亭含	10810	測試領域人員肢端劑量評估技術規範(2019 草案)	BSMI-INER-001-T013(108)	41
9	鄒騰泓	10810	國家游離輻射標準實驗室108年度品質稽核作業程序書)	BSMI-INER-001-T014(108)	43
10	鄒騰泓	10810	輻射度量儀器校正實驗室品質手冊)	BSMI-INER-001-T015(108)	59
11	施名原	10810	執行歐盟貝他射線人員等效劑量國際比對之研究)	BSMI-INER-001-T016(108)	39
12	陳晉奇	10810	2017 肢端劑量計能力試驗試運轉執行計畫書)	BSMI-INER-001-T017(108)	33
13	朱葦翰 袁明程	10810	放射性活度標準追溯鏈建置)	BSMI-INER-001-T018(108)	227
14	林洺秀 黃珮吉	10808	各國食品放射性檢測流程之最小可測量比較研究)	BSMI-INER-001-T007(108)	44
15	林洺秀	10809	台灣負離子商品的氬氣曝露評估)	BSMI-INER-001-T009(108)	34

4. 出國報告(5)

項次	作者	出版年月	題目	報告編號	頁數
1	林怡君	10806	赴葡萄牙參加 2019 年第 3 屆國際劑量量測及其應用會議	BSMI-INER-001-T003(108)	95
2	朱健豪	10808	2019 赴日評鑑 NMIJ 實驗室出國報告	BSMI-INER-001-T005(108)	37
3	林洺秀	10809	赴捷克參加第五屆環境放射性國際研討會	BSMI-INER-001-T008(108)	47
4	邱敏綺	10810	赴日本參加第 19 屆國際固態劑量測定術會議	BSMI-INER-001-T019(108)	40
5	朱健豪;袁明程	10812	赴澳洲參加 2019 年亞太計量組織(APMP)大會及其附屬會議	BSMI-INER-001-T020(108)	66

5. 專利(2)

項次	名稱	申請國家/類型	編號	獲得日期
1	管路放射性汙染之校正與測量方法及系統	中華民國/發明	I661212	2019-06-01

2	管路放射性污染之校正與測量方法及系統	美國/發明	US 10, 310, 107 B1	2019-06-04
3	調壓型大面積無窗氣流式比例計數器	中華民國/發明	108138227	申請中

6. 標準規範(1)

項次	修訂者	出版年月	題目	頁數
1	柯亭含;袁明程	10806	測試領域人員肢端劑量評估技術規範(2019 草案-V1)	28

補充附件 11、1999-2019 年 NRSL 參加國際比對之現況

比對代碼(執行年度)	名稱	進度
APMP.RI(I)-K4(1999)	60Co(鈷)水吸收劑量	印度主辦比對報告無法完成
APMP.RI(II)-S2 166mHo(1999)	166mHo(釷)游離腔反應度	日本 NMIJ 主辦，本項比對於 2016 年 4 月放棄
APMP.RI(II)-K2 166mHo(1999)	166mHo(釷)放射源比活度	已進入 KCDB(2003 年 5 月)
APMP.RI(II)-K2 58Co(2000)	58Co(鈷)放射源比活度	已進入 KCDB(2003 年 2 月)
APMP.RI(II)-K2 88Y(2000)	88Y(釷)放射源比活度	已進入 KCDB(2004 年 8 月)
CCRI(II)-K3 18F(2001)	18F(氟)放射源比活度	已進入 KCDB(2005 年 6 月)
CCRI(II)-S1 (2002-2005)	海草參考物質量測	已進入 KCDB(2008 年 10 月)
CCRI(II)-S3 (2002-2008)	貝類參考物質量測	已進入 KCDB(2012 年 6 月)
APMP.RI(I)-K3(2003)	100-250 kV X 射線空氣克馬	INER 主辦，已進入 KCDB(2008 年 9 月)
APMP.RI(II)-S1 36Cl(2003)	36Cl(氯)粒子發射率	已進入 KCDB(2012 年 9 月)
APMP.RI(II)-K2 139Ce (2004)	139Ce(鈾)放射源比活度	已進入 KCDB(2005 年 9 月)
APMP.RI(II)-K2 134Cs (2005)	134Cs(銫)放射源比活度	已進入 KCDB(2007 年 9 月)
EUROMET.RI(I)-S3(2005)	30-300 kV X 射線空氣克馬	已進入 KCDB(2008 年 9 月)
APMP.RI(II)-K2 133Ba (2006)	133Ba(鋇)放射源比活度	已進入 KCDB(2009 年 10 月)
APMP.RI(I)-K1(2004-2006)	60Co(鈷)空氣克馬	已進入 KCDB(2013 年 6 月)

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

補充附件 12、98-108 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
98	ISO 寬能譜劑量標準校正 數位式造影 X 射線劑量評估	科專計畫：輻射防護品保制度研究	核研所科專計畫
99	ISO/IEC 電腦斷層掃描 X 射 線射質建立	科專計畫：輻射防護品保制度研究	核研所科專計畫
100	建立核能設施輻射偵檢儀器 校正與驗證技術及檢測規範	科專計畫：輻射防護品保制度研究	核研所科專計畫
100	解除管制量測實驗室能力試 驗技術	科專計畫：解除管制量測驗證技術與 儀器研發推廣計畫	核研所科專計畫
100- 103	石墨卡計原級標準系統之量 測電路開發	本計畫委辦專題研究	東海大學
100- 103	質子治療之相關探測器校正 與測試	中央大學委託計畫：質子治療之相關 探測器校正與測試技術研究計畫	中央大學
102- 105	高能中子能譜量測技術	原子能委員會委託計畫：102-104 粒 子治療設施之輻射量測評估技術建 立 原子能委員會委託計畫：105 輻射防 護品保與劑量評估技術研究	原子能委員會
102- 105	建立執行能力試驗之設備及 技術與符合國際標準之輻射 偵測儀器檢測技術	原子能委員會委託計畫：102-104 輻 射防護品保與偵測儀器驗證技術建 立 原子能委員會委託計畫：105 輻射防 護品保與劑量評估技術研究	原子能委員會
104- 105	提供 X 光劑量標準以進行 X 光劑量面積乘積儀開發測試	X 光機輻射劑量監測儀開發	核研所科發基金計畫
103- 106	建立放射診斷醫療器材之檢 測技術	科專計畫：放射診斷醫療器材之檢測 技術開發	核研所科專計畫
106- 107	微劑量學劑量評估研究	鄂惹效應在放射治療輻射劑量研究	核研所科發基金計畫

補充附件13、最近五年研究成果統計表

年度		104	105	106	107	108
項目						
年度預算(千元)		11,971	11,841	10,172	10,088	24,153
專利		2	1	2	2	2
論文 (發表)	國際期刊	2	2	2	2	2
	其他	25	24	25	22	26
說明會/研討會(場次)		2	2	2	2	2
校正服務(件)		310	398	375	377	373
工服	收入(千元)	3,416	3,734	4,500	4,001	3,091
	較上年成長率	-36%	9%	21%	-11%	-23%
國際標 竿	比對(項)	4	2	2	2	2
	進入BIPM關鍵比對 資料庫數	1	1	1	0	0
標準新 擴建及 技術發 展項數	技術發展(精進)	2	3	2	2	2
	標準新擴建	1	1	2	1	1
培養在 校研究 生(人)	博士	1	1	0	0	0
	碩士	4	4	3	2	1

Evaluation of Different Modulation Transfer Function Measurement Based on Different Edge Spread Function Calculations

*Yu-Wei Tsai, Chien-Hau Chu, Wei-Hung Shih, Shih-Chun Jin, Jyh-Cheng Chen,
Kai-Chieh Liang*

Abstract

As the X-ray imaging market keeps expanding and digital X-ray detector technology has become more important, the International Electro Technical Commission has developed an IEC 62220-1 standard for the device to cope with medical imaging report requirements. This paper specifies the modulation transfer function (MTF) and detective quantum efficiency (DQE) calculation method. However, during the practical operation, we found that if the multiple pre-sampling edge spread functions (ESFs) were averaged directly, the MTF value would be underestimated. This work develops a novel method for calculating the MTF.

Silicon equivalent gas in silicon equivalent proportional counter - Monte Carlo simulations

YuehChiang a1; Tsi-ChianChao a b1; I-ChunCho a c d; Chung-ChiLee; a b d Ji-HongHong; a b e Chien-HauChuf; Chuan-JongTung a b

Abstract

Single event effects of secondary particles produced in silicon by proton and neutron irradiations were studied using a silicon equivalent proportional counter (SEPC), constructed for the measurements of linear energy transfer (LET). For optimal measurements, a silicon equivalent gas in the cavity of SEPC was needed. In the present work, Monte Carlo Geant4 simulations were performed to analyse the LET spectra and the secondary particle yields in several candidate gases of a silicon equivalent gas. Among all candidate gases, including propane (C₃H₈), carbon dioxide (CO₂), carbon tetrachloride (CCl₄) and noble gases, CCl₄ gas seemed the best choice of a silicon equivalent gas.

Keywords: Silicon equivalent gas; Silicon equivalent proportional counter; Monte Carlo simulation; Linear energy transfer; Single event effect

Proficiency Testing and Dose Comparison for External Personnel Dosimeters Evaluation in Taiwan

Yi-Chun Lin, Min-Chi Chiu, Chin-Chi Chen, Chun-Liang Chen, Ming-Chen Yuan,
Chien-Hau Chu, Teng-Hung Tsou, Tseng-Te Huang*

*Health Physics Division, Institute of Nuclear Energy Research, Taoyuan City,
Taiwan(R.O.C.)*

Abstract

This study investigated the proficiency testing based on the latest American National Standard Institute/Health Physics Society (ANSI/HPS) N13.11-2009(R2015) performance testing standard and the benchmark of dose evaluation system for personnel dosimeters in Taiwan. The personnel dose equivalent, $H_p(d)$ data of the proficiency testing programs held by the Institute of Nuclear Energy Research (INER) from 2010 to 2017 were reanalyzed to research the dose assessment ability and the criteria update feasibility. The results showed that the tolerance level (L), absolute of bias ($|B|$) and standard deviation (S) for all categories of all the eight laboratories met the latest ANSI/HPS N13.11 criteria. In addition, the measurements of the $H_p(d)$ with TLD-700 typed personnel dosimeters were also demonstrated by comparing with the MCNP6 Monte Carlo code. For radiation protection application, the responses of Harshaw 8814 TLD system were also satisfactory in ^{137}Cs including the angle tests, M100 and M150 X-ray beams produced by INER.

Keywords: Personal dose equivalent $H_p(d)$, Performance testing, Personnel dosimeters, Monte Carlo method, Radiation safety

Establishment of diagnostic X-ray air kerma standard in Taiwan

Tseng-Te Huang, Chien-Hau Chu, Shih-Wen Wang and Yi-Chun Lin
Healthy Physics Division, Institute of Nuclear Energy Research, Taiwan

Abstract

Diagnostic X-ray air kerma standards were established at the Institute of Nuclear Energy Research (INER, Taiwan) in accordance with the recommendations of IEC 61267. The radiation qualities established by INER include IEC 61267 RQR (RQR 3-10), RQA (RQA 3-10) and RQT. Among them, RQR is used to simulate the energy spectrum generated from the X-ray machine, RQA is used to simulate the energy spectrum after passing through the human body, and RQT is used to simulate the energy spectrum of computed tomography (CT).

A tungsten target X-ray machine, 99.9% pure aluminum and copper filters were used to build the IEC 61267 radiation qualities. A cylindrical free-air chamber (FAC) is used as the X-ray air kerma primary standard. The FAC correction factors, including air attenuation, window attenuation, ion recombination, photon-scattering, electron-loss and shadow-effect, were evaluated by experiments or Monte Carlo methods.

The half value layers (HVL) of these radiation qualities were measured by FAC, and the HVL differences between INER and IEC 61267 are less than 3%. The uncertainty of measurement was evaluated according to ISO GUM, and the relative standard uncertainty of primary standard is 0.52% ($k=1$). An ionization chamber (Exradin A5) was sent to PTB and calibrated with IEC 61267 RQR and RQA qualities. When comparing the calibration factors between PTB and INER, the differences are less than 1.25%.

The air kerma standard of diagnostic X-ray has been established at INER, and it will provide dose calibration services in Taiwan to improve medical quality.

Keywords: primary standard, free-air chamber, radiation quality, calibration

2019 年第 3 屆國際劑量量測及其應用會議(ICDA-3)

1080525-1080602

葡萄牙

Evaluation For The Environmental Level Air Kerma Rate Calibration System

Shih-Wen Wang, Yi-Chun Lin, Ming-Chen Yuan, Chien-Hau Chu

Introduction

Since the accident of Fukushima Daiichi nuclear power plant, the environmental radiation dose has been increasingly emphasized on the global issue, but all the calibration laboratories detection capability in the country for environmental radiation protection equipment is just about 50 times the naturally occurring background radiation. Therefore, the various radiation protection instruments are to have a large difference of response to environmental radiations. To test the accuracy of general radiation detectors when measuring natural background dose intensity, the Institute of Nuclear Energy Research (INER) established an environmental-level radiation dose calibration system. It can improve the quality and accuracy of radiation dose measurement, and guarantee the radiation safety and protection in the field of low dose rate environmental radiation, as the basis for calibration services. The system was verified to meet the needs of measurement and calibration through evaluations and comparisons. It was assessed using ISO 4037-1 criteria (ISO 4037, 1988).

2019 年第 3 屆國際劑量量測及其應用會議(ICDA-3)
1080525-1080602
葡萄牙

Establishment of diagnostic X-ray air kerma standard in Taiwan

Tseng-Te Huang, Chien-Hau Chu and Shih-Wen Wang

Introduction

Diagnostic X-ray air kerma standards were established at the Institute of Nuclear Energy Research (INER, Taiwan) in accordance with the recommendations of IEC 61267. The radiation qualities established by INER include IEC 61267 RQR, RQA and RQT. Among them, RQR is used to simulate the energy spectrum generated from the X-ray machine, RQA is used to simulate the energy spectrum after passing through the human body, and RQT is used to simulate the energy spectrum of computed tomography (CT).

2019 年第 3 屆國際劑量量測及其應用會議(ICDA-3)

1080525-1080602

葡萄牙

Proficiency Testing and Criteria Comparison for External Personnel Dosimeters Evaluation Laboratories in Taiwan

*Yi-Chun Lin, Chin-Chi Chen, Ming-Chen Yuan, Chien-Hau Chu,
Teng-Hung Tsou, Min-Chi Chiu, Chun-Liang Chen*

Introduction

The National Radiation Standard Laboratory (NRSL) of the Institute of Nuclear Energy Research (INER) always performs the execution of personnel dosimetry proficiency testing for improvement of measurement quality and traceability of related laboratories in the radiation measurement field. From 2016 to 2017, the tenth proficiency testing in Taiwan was smoothly completed according to Taiwan Accreditation Foundation (TAF) criteria — testing field of personnel dosimetry criteria and testing, and the basic concept is the U.S. test criteria—ANSI/HPS N13.11 standard. Eight tested laboratories were use 5 different types of detectors for radiation safety in our country. The used dosimeters were of the 4 thermolumnescent dosimeter (TLD) types HARSHAW, Panasonic, RADOS and Thermo, and 1 optically stimulated luminescence dosimetry (OSLD) type LANDAUER (Fig.1). The radiation dose data was reevaluated with ANSI/HPS N13.11-2009(R2015) which defines different testing items, numbers of dosimeters, radiation source types and stricter limitations than 2001 version.

2019 年第 3 屆國際劑量量測及其應用會議(ICDA-3)

1080525-1080602

葡萄牙

Determination of the detective quantum efficiency of a digital dental X-ray imaging devices: intrinsic performance study

Ching,Ning-Fa; ChuChien-Hau;Kuo Chin-Wei;Tang, Yi-Fu;Gu, Hsuan-Long;Yi-Chun Lin

Introduction

According to the International Electrotechnical Commission (IEC) 62220 series, part1-1: determination of the detective quantum efficiency-detectors used in radiographic, part1-3 : detectors used in dynamic imaging, we studied the image quality and radiation dose for dental X-ray imaging devices. This study discusses the method for the determination of the DQE of dental X-ray imaging devices which were made by National Chung-Shan Institute of Science and Technology in Taiwan. It only needs 20% of dose for instant imaging compared to other products.We designed the devices for the purpose of replacing the imported commodities.

第五屆環境放射性國際研討會(ENVIRA 2019)

1080906-1080915

捷克/布拉格

Investigation of radioactive cesium level in seawater near Taiwan after the Fukushima nuclear accident

P.-F. Lee, W.-J. Huang, P.-J. Huang, M.-H. Lin, J.-J. Wang

Institute of Nuclear Energy Research, Atomic Energy Council, Taoyuan, 32546, Taiwan

Keywords: seawater, radioactive cesium, Fukushima nuclear accident

Presenting author, e-mail: mhlin@iner.gov.tw

On 11 March 2011, the Great East-Japan earthquake occurred had caused the core meltdown accident in the Fukushima nuclear power plant followed by the leakage of radioactive materials into the air and ocean. Due to its long half-life of Cs-137, it becomes an important issue to assess the impact of marine ecosystems and public health resulted by Cs-137 release.

Because Taiwan is geographically close to Japan, the radioactive materials discharged into the ocean by the Fukushima nuclear accident may diffuse to Taiwan through ocean currents. In order to investigate the impact of radioactive materials released into the ocean from the Fukushima nuclear accident, the seawaters near Taiwan were sampled during 2017 to 2018.

In this study, two volumes of seawater (1 liter and 60 liter) were sampled near Taiwan for the content analysis of radioactive cesium during 2017 to 2018. Seawater samples were all filtered by glass microfiber filters with a pore size of 1.2 μm to remove suspended solids. 1 liter of seawater samples were collected by one-liter Marinelli beakers and then measured using HPGe spectrometers. 60 liter of seawater samples were analyzed by using an ammonium phosphomolybdate (AMP) co-precipitation method [1] and then measured using HPGe spectrometers.

第五屆環境放射性國際研討會(ENVIRA 2019)

1080906-1080915

捷克/布拉格

Inspection and radiation dose evaluation results of Radon bed mattress in Taiwan

M.-H. Lin, Y.-H. Lu, P.-J. Huang

Institute of Nuclear Energy Research, Atomic Energy Council, Taoyuan, 32546, Taiwan

Keywords: Radon, mattress, radiation dose

Presenting author e-mail: mhlin@iner.gov.tw

In addition to smoking, radon is stipulated as the second leading cause of lung cancer by the World Health Organization (WHO, 2009). In May 2018, South Korea discovered that the mattress produced by a manufacturer added monazite powder containing natural radioactive substances. The thoron formed by the decay of the thorium contained in the monazite causes the radiation dose above the dose limit of 1 mSv/year for the public in South Korea.

In August 2018, the competent authority of Atomic Energy Council (AEC) in Taiwan conducted an audit of the radiation content of commercial mattresses which may contained monazite powder. The concentration of radon (included thoron) was determined by using a radon meter (RAD 7) and the internal radiation dose resulted from the progenies of radon was evaluated by using the model reported in ICRP Publication 115 (ICRP 115, 2010). By the end of December 2018, a total of 18 mattresses were tested for the content of radon and 7 of which exceeded the dose limit (1 mSv/year) for the public in Taiwan.

2018 中低強度核種分析能力試驗

朱葦翰、袁明程

摘 要

核能研究所為財團法人全國認證基金會承認之辦理測試領域之中低強度核種分析能力試驗機構，本報告為 2018 年該項能力試驗之總結報告。本次能力試驗提供測試之核種項目為 H-3、Sr-89/90、Fe-55/59 與 Mn-54、Cs-134、Cs-137、Co-60 射源。本次測試結果，依照 TAF-CNLA-T10(3)實驗室認證規範，所有 6 個參加實驗室均通過本次能力試驗測試。

關鍵字：能力試驗、核種分析、中低強度

一〇七年核能研究所員工全身計測體內劑量評估年度報告書

邱敏綺

摘 要

本報告係核能研究所（以下簡稱本所）於 107 年度本所員工所執行的全身計測體內劑量評估：包含本所員工每年的例行全身計測；本所員工出差到台電之離所及進所的全身計測；新進員工報到後及員工離職前的全身計測；及員工覺得有需要時所做的全身計測等。其目的是對本所員工的體內劑量有所評估及管制。

關鍵字：全身計測、體內劑量。

人員劑量計依據 ANSI/HPS N13.11 (2009) 能力試驗規範之測試報告

邱敏綺 陳俊良

摘要

人員劑量評定機構應經行政院原子能委員會認可，並依人員輻射評定機構認可及管理辦法之要求，應通過全國認證基金會 (TAF) 認證，始能提供人員劑量評估之服務。本(108)年 3 月 5 日 TAF 發布新版 TAF-CNLA-T08(4)「測試領域人員體外劑量評估技術規範」，並將在第十一次 (2019 年) 人員劑量計能力試驗採用新標準執行實驗室認證，新版本的規範係參考美國 ANSI/HPS N13.11 (2009) 訂定人員劑量計能力試驗標準，定義了不同的測試類別、輻射源類型、測試劑量計數量、及更嚴格的符合標準允差值。

本報告的內容為核能研究所人員體外劑量評估實驗室依據新版能力試驗標準先行測試之結果。

關鍵字：人員劑量計、能力試驗、劑量評估

銥九十射源對組織下 0.07 mm 貝他吸收劑量之量測

施名原

摘 要

為量測貝他吸收劑量，可利用輻射源、標準件及量測設施等進行實驗估算而得，其中最關鍵的設備為標準件—外推式游離腔。

實驗室依據需求，建立了 $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ 貝他吸收劑量量測方法。此方法依據 ISO 6980 規範建置而成，使用新的修正因子標定貝他劑量率，組織下 0.07 mm 之吸收劑量率為 2.46×10^{-5} Gy/s，擴充不確定度為 2.4% (k=2)。

關鍵字：貝他輻射標準、外推式游離腔

銫-137 加馬空氣克馬原級標準校正系統

王思文

摘 要

目前國際上度量光子輻射場空氣克馬之方法，是使用自由空氣游離腔 (free-air ionization chamber) 直接量測空氣中游離電荷來建立的；但對於範圍 300 keV~3 MeV 之光子，由於電子射程過大，導致無適合之自由空氣游離腔尺寸可供應用，因此，此範圍輻射場之空氣克馬度量則根據 Bragg-Gray 的空腔理論(cavity theory)。

核研所國家游離輻射標準實驗室因應量測與校正之需求，於 2002 年規劃在核研所 035 館建立銫-137 加馬空氣克馬率校正系統。本次因應 ICRU 90 報告，其對游離輻射度量關鍵資料進行修正，故對銫-137 之輻射場進行重新標定評估，確保採用系統能符合量測與校正之需求，並與國際趨勢同步化。

銫-137 加馬空氣克馬率校正系統均能符合 ISO 4037-1 規範要求，標準空氣游離腔符合 IEC 60731 規範要求。以 ISO GUM 評估空氣克馬率量測之擴充不確定度為 0.43% (k=2)；游離腔空氣克馬校正因子之擴充不確定度為 0.78% (k=2)。

關鍵字：游離輻射標準、空氣克馬、不確定度。

鈷-60 加馬空氣克馬原級標準校正系統

王思文

摘 要

目前國家游離輻射標準實驗室因應量測與校正之需求，於核研所 035 館建立 ^{60}Co 加馬空氣克馬率校正系統。實驗室利用自臺南成功大學轉讓之 Theratronics 公司製造 C-146 780C 型 ^{60}Co 放射治療機，改裝成 ^{60}Co 加馬射源；達盛公司負責製作校正設施。實驗室依據相關工作程序書驗證與評估此系統，結果發現各項性能均符合量測與校正之要求。

本次因應 ICRU 90 報告，其對游離輻射度量關鍵資料進行修正，故對鈷-60 之輻射場進行重新標定評估，確保採用系統能符合量測與校正之需求，並與國際趨勢同步化。以提供國內輻射防護、醫學診療、實驗室認證、科學實驗與工業照射等所需之輻射劑量標準追溯。

鈷-60 加馬空氣克馬率校正系統均能符合 ISO 4037-1 規範要求，標準空氣游離腔符合 IEC 60731 規範要求。以 ISO GUM 評估空氣克馬率量測之擴充不確定度為 0.36% (k=2)；游離腔空氣克馬校正因子之擴充不確定度為 0.54% (k=2)。

關鍵字：游離輻射標準、空氣克馬、不確定度。

以蒙地卡羅方法計算可攜式石墨熱卡計單能質子劑量修正因子

柯亭含 林怡君 黃增德

摘 要

國際致力發展的可攜式石墨卡計(portable graphite calorimeter)可將實驗室級的輻射劑量高能原級標準，應用至臨床高能質子之實地量測。並透過熱卡計核心中沉積之熱量，直接求得吸收劑量，以解決游離腔能量上限之問題。通常核心材料為石墨，其原子序接近於人體材質，能使量測上更接近臨床所需。使用可攜式石墨卡計量測輻射劑量時，需依據不同之輻射類別、輻射特性予以不同之修正因子進行修正，包括：真空間隙修正因子(gap correction factor)、平均體積修正因子(volume averaging correction factor)、熱缺損修正因子(heat defect)、阻擋本領比率(stopping power ratio)等等。本研究透過蒙地卡羅方法，以 PHITS 為主要程式，計算可攜式石墨卡計的真空間隙和平均體積修正因子，輔以 EGSnrc 程式於既有 Co-60 原級標準驗證其幾何模型與計算架構，並透過和 MCNP6 等程式之單能質子射束結果比較，確認參數設定和計算可信度，以供未來實際用於臨床質子治療之質子吸收劑量量測使用。

關鍵字：質子射束、石墨熱卡計、蒙地卡羅模擬。

測試領域人員肢端劑量評估技術規範(2019 草案)

林怡君 袁明程 柯亭含

摘 要

本規範參考 ANSI/HPS N13.32-2018 與國內輻射劑量追溯現況，建立測試條件與標準，以評估人員肢端劑量計服務之能力。本規範適用於評估肢端 ICRU 組織 0.07 mm 深度個人等效劑量的劑量系統，例如：手、腳、前臂或小腿。因此，能力試驗對象為手指、手腕或腳踝的劑量計，不適用於評估眼球水晶體或是個人等效劑量的全身劑量計。內容包含肢端劑量計能力試驗測試類別、輻射劑量照射範圍與允差標準。其能力試驗測試目的是充分且全面地呈現受測試系統之能力，意味劑量評估實驗室或供應商在廣泛照野條件可勝任於個人肢端劑量評估系統。

關鍵字：能力試驗、肢端劑量計、ANSI/HPS N13.32。

國家游離輻射標準實驗室 108 年度品質稽核作業程序書

鄒騰泓 朱健豪

摘 要

國家游離輻射標準實驗室(以下簡稱實驗室),為了符合「ISO/IEC 17025 : 2005 測試與校正實驗室能力一般要求」認證規範:實驗室應有預定的品質稽核計畫作業程序書並依此作業程序書定期地對實驗室品質活動進行內部稽核。因此,乃針對品質手冊內管理系統的全部要項,訂定 108 年度品質稽核作業程序書,另外,針對實驗室的標準件亦建立送至 TAF 認可之實驗室校正的品質方案,以建立量測儀器對國際單位的追溯性。並依標準件校正結果,進行實驗室輻射場標定、游離腔及工作件的校正,以查證實驗室作業持續符合品質手冊要求。

關鍵字:稽核作業程序書、品質方案、追溯性

輻射度量儀器校正實驗室品質手冊

鄒騰泓

摘 要

核能研究所輻射度量儀器校正實驗室為維持輻射度量儀器量測作業之技術水準與服務品質及通過財團法人全國認證基金會之認證，特依據 ISO 17025:2017 實驗室認證規範及相關文件之要求，訂定本實驗室品質手冊，作為本實驗室從事放射診斷醫療器材檢測作業之準則。

關鍵字：輻射度量、品質手冊、校正實驗室。

執行歐盟貝他射線人員等效劑量國際比對之研究

施名原

摘 要

貝他射線人員等效劑量主要是用來評估組織下 0.07 毫米處或 3 毫米處眼球水晶體之輻射劑量，由於世界各國之國家實驗室均建立自己的量測系統，透過國際比對可以瞭解各國量測系統的一致性或其差異。

本文說明自 2018 年起由德國國家實驗室主辦之貝他射線人員等效劑量國際比對之內容，包含參與國家、期程、比對項目、量測方法、傳遞儀器等資訊，以及本實驗室的量測結果。

關鍵字：貝他射線、人員等效劑量

2017 肢端劑量計能力試驗試運轉執行計畫書

陳晉奇

摘 要

肢端劑量計能力試驗是主管機關(原子能委員會)及全國認證基金會(TAF)對實驗室技術能力的測試，該實驗室每三年必須通過國內能力試驗執行機構舉辦的能力測試，並依據 TAF 公告之「肢端劑量計能力試驗技術規範(草案)」及相關標準規範執行本項能力試驗。核能研究所國家游離輻射標準實驗室(NRSL)執行本項能力試驗，係參考 ANSI/HPS N13.32-2008 肢端劑量計能力試驗(Performance Testing of Extremity Dosimeters)美國國家標準，並研擬「肢端劑量計能力試驗技術規範(草案)初稿」，據此邀請國內 8 家實驗室參加測試。本測試於 2017 年開始進行先期作業及系統測試，預計於 2017 年 10 月正式執行三批次的測試。為了嚴格控制品質及時程，特撰提本計畫書，內容包含肢端劑量計接收程序，編碼程序、照射程序及品質保證作業，以作為本所與國內人員劑量評估實驗室執行相關工作之依據，並提供爾後能力試驗執行之參考。

關鍵字：能力試驗、肢端劑量計、品保、體外劑量評估實驗室

放射性活度標準追溯鏈建置

朱葦翰、袁明程

摘 要

放射源活度的原級標準量計測技術有數種，其中 $4\pi\beta\text{-}\gamma$ 符合計測法是各國的國家標準實驗室最為常用的方法，本所於 93 年即在國家游離輻射標準實驗室建立此方法，但隨硬體設施的更新、技術知識的累積及 TAF 對量測不確定度評估的新要求，有必要對此系統與技術重新做評估，展現實驗室知識累積的成果，並將對現行硬體系統、 $4\pi\gamma$ 游離腔等相關特性與量測方法做一詳細介紹。同時針對各系統各項不確定度的來源、分析方法、分析結果、有效自由度、信賴區間等做清楚的介紹，文末以國際量測比對驗證本系統之量測能力，證實本系統與國際標準的一致性，根據國際趨勢，提出符合國際水準、貼近產業或民生需求之放射源活度未來展望。

關鍵字：原級標準、符合計測、絕對計測法。

各國食品放射性檢測流程之最小可測量比較研究

林洺秀 黃珮吉

摘 要

自 2011 年日本 311 福島核電廠事故發生後，我國自該年 3 月起即開始全面進行日本進口食品放射性含量檢測，其中本所參照國際 ASTM D3648 的規定，採用純鍺半導體偵檢器量測食品中加馬核種，代為執行日本進口食品放射性檢測達九成以上，而執行放射性核種活度量測時，量測樣品之最小可測量則與計測時間、計測效率與樣本量等參數有關。本報告係彙整世界各國食品放射性檢測流程中所訂定最小可測量，以供我國食品安全管制相關主管機關，於修正相關檢驗方法之參考依據。

關鍵字：食品、放射性、最小可測量。

台灣負離子商品的氬氣曝露評估

林洺秀

摘要

本研究分別以國際放射防護委員會 (International Commission on Radiological Protection) ICRP 65、ICRP 115 模式評估所抽驗的 20 件負離子床墊，發現經由 ICRP 115 模式所評估的體內曝露劑量和 ICRP 65 模式所評估的結果比值達 70.74~1,070 倍，主要是 ICRP115 納入氬-220 的危害評估。

關鍵字：輻射檢測、氬氣、曝露評估。

赴葡萄牙參加第 3 屆國際輻射劑量量測及其應用研討會

林怡君

摘 要

第 3 屆國際輻射劑量量測及其應用研討會(ICDA)會議地點於葡萄牙里斯本高等理工學院(IST)的會議中心舉行，含附屬研討會之會議期間為 5 月 26 日至 31 日，會議論文合計約三百餘篇。研討會每三年舉辦一次，由國際輻射物理學會(IRPS)主辦，本次特別邀請國際原子能總署(IAEA)、歐洲輻射劑量團體(EURADOS)、美國核能學會(ANS)等國際或國家機構的頂尖專家進行演講，目的為匯集世界各地對游離輻射測量和應用感興趣的科學家和工程師，使與會者有機會分享劑量學的理論和實驗的想法，以及輻射防護，環境，工作場所，醫學和其他人類活動領域的研究。核能研究所(INER)共發表四篇會議論文：放射診斷 X 光和環境級劑量校正系統之建置、中山科學院自製牙科 X 光數位偵檢器量子偵測效率初步研究、以及臺灣人員劑量能力試驗新舊版規範適用性評估。

整體而言，ICDA 會議：1. 探討游離輻射劑量當前趨勢以及未來議題，提供量測標準開發方向；2. 直線加速器放射治療、質子治療或粒子治療等為市場發展重點，INER 高能劑量標準與卡計系統研發方向符合趨勢，應整體檢視實驗室能力，積極培訓人員；3. 指出放射醫學劑量、環境劑量、低劑量和氬暴露劑量評估等重要議題，建議針對生活中的輻射，設計互動教具，推廣正確輻射知識；4. 開始展現人工智慧、深度學習、即時追蹤等自動化或客製化創新科技之重要性，應持續關注以提昇研發水準與國際接軌。

關鍵字：輻射劑量、輻射應用、輻射防護、環境劑量、醫用輻射

赴捷克參加第五屆環境放射性國際研討會

林洺秀

摘 要

本次出差赴捷克布拉格之目的為參加 2019 年第五屆環境放射性國際研討會(5th International Conference on Environmental Radioactivity, ENVIRA 2019)，此會議匯集國際核化學分析專家與實驗室，共同研討發表最新研究成果與技術。會議主題包含：分析技術的最新發展(Recent developments in analytical technologies)、環境中放射性核種的變化(Variations of environmental radionuclides)、大氣中的天然放射性核種(Natural radionuclides in the atmosphere)、海洋中的放射性活度(Marine radioactivity) 與環境中的天然放射性核種(Natural radionuclides in the environment)等十四個主題。

本所本次發表兩篇論文，一篇口頭論文，題目為「Investigation of radioactive cesium level in seawater near Taiwan after the Fukushima nuclear accident」；另一篇海報論文，題目為「Inspection and radiation dose evaluation results of Radon bed mattress in Taiwan」。透過論文發表與會議參與，與世界各國專家進行經驗與技術交流；除可取得國際環境放射化學分析最新技術資訊及相關機構研究發展成果外，亦增進國際知名度與影響力。

會議中學者專家針對本所成果之意見交流，包括：海水實驗過程應加入示蹤劑、程式模擬之參數與氡氣評估模式之曝露時間等，這些寶貴意見可供計畫後續規劃執行之參考。

關鍵字：核化學分析、環境放射性

赴日本參加第 19 屆國際固態劑量測定術會議

邱敏綺

摘要

本次出差赴日本廣島之目的為參加 2019 年第 19 屆國際固態劑量測定術會議(19th International Conference on Solid State Dosimetry , SSD19)，此研討會每三年舉辦一次，本次會議地點於國際廣島會議中心舉行，會議期間為 9 月 15 日至 20 日，會議內容涵蓋新穎固態偵檢器及輻射劑量量測理論與實務應用，層面廣泛而多樣，一向為各國輻射劑量偵測專家視為重要且前瞻性之國際學術會議，本所發表一篇海報論文，題目為「Proficiency Testing and Dose Comparison for External Personnel Dosimeters Evaluation in Taiwan」透過論文發表與會議參與可取得輻射偵檢材料與應用的最新訊息，增加本所參與相關國際活動之機會，另蒐集相關機構研究發展成果，可供計畫後續規劃執行之參考。

關鍵字：固態偵檢器、輻射劑量偵測、醫用輻射

2019 赴日評鑑 NMIJ 實驗室出國報告

朱健豪

摘要

本次公差人員獲日本國家計量研究所(NMIJ, National Metrology Institute of Japan)與日本實驗室認證組織 IAJapan(International Accreditation Japan)之邀請，擔任 NMIJ 量測與分析儀器研究所，實驗室評鑑之技術評審員，公差人員之差旅費用皆由 NMIJ 支付。本次公差之最大任務是與 IAJapan 的品質專家，及其他兩位技術評審員；中國國家計量院（NIM）的 Dr. Liu Haoran 與德國聯邦物理技術研究院(PTB)的 Dr. Andreas Zimbal，共同執行實驗室評鑑工作，在 3 天的評審作業中，共對 NMIJ 提出 2 項顧慮事項 (concerns)以及 19 點建議事項(comments)。除進行實驗室技術評鑑外，公差人員亦藉此機會瞭解 NMIJ 於游離輻射量測標準的技術發展現況，及日本對計量標準技術的科普推展現況，作為我國家游離輻射標準實驗室於計量知識傳播與未來技術發展規劃之參考。

關鍵字：評鑑、日本國家計量研究所(NMIJ)

赴澳洲參加 2019 年亞太計量組織(APMP)大會及其附屬會議

朱健豪 袁明程

摘要

亞太計量組織(APMP)為亞太地區之國際性組織，核能研究所(以下簡稱本所)現為 APMP 之正會員，目前台灣地區由工研院量測中心、中華電信電信研究所以及本所保健物理組的國家游離輻射標準實驗室共同承擔 12 個物理量的技術委員會的標準建立與維持，其中本所負責的領域隸屬於游離領域的技術委員會(TCRI)，並代表台灣出席亞太計量組織大會，行使職權。透過參與會議以及其主辦的活動連結，我國的游離輻射量測標準始可與其他國家達成相互認可協議。

本次國外公差地點分為兩處，游離輻射技術研討會議(TCRI Workshop)及參觀劑量領域 ASPANSA 實驗室在墨爾本舉行；另外，游離輻射技術工作會議(TCRI Meeting)、亞太計量組織年會(APMP General Assembly)及參觀 ANSTO 放射性活度實驗室則是在雪梨舉行。參加會議主要目的是行使及確保正會員權益，與國際上各國家實驗室交流並共同建構計量標準專業，了解全球最新的量測技術發展趨勢；此外，亦於年會及游離輻射技術工作會議(TCRI Meeting)報告國家游離輻射標準實驗室 2019 年工作成果，展現研發能力及參與國際事務善盡正會員之職責。

藉由本次公差參與亞太計量組織年會，瞭解國際度量衡的未來趨勢和
朝向目標，並與各國實驗室進行技術交流，比較國家游離輻射標準實驗室
之技術規範，提供本所國家游離輻射標準實驗室未來研發工作規畫參考。
建議本所可透過亞太計量組織正會員身分，不僅與亞太地區國家實驗室多
方交流，更透過此會議中的跨區域性活動結識英美德等先進國家專家，以
提升本所在輻射計量量測的技術能力，更可將台灣地區獨特應用實例展現
於國際專業領域上。

伍、審查意見及回覆彙整表

計畫名稱：建立及維持國家游離輻射標準計畫 (3/4)

108 年度 細部計畫審查 期中報告 期末報告

建議事項	說明
A 委員	
<p>1. 本年度計畫為四年計畫(106-109 年度)的第三年，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。108 年度已發表 SCI 期刊 2 篇、國際會議論文 6 篇、技術報告 15 篇及出國報告 6 篇；獲得美國專利 1 項、中華民國專利 1 項；達成預期之計畫目標且成果顯著。技術服務至 12 月 6 日止共 318 件，已超出預期年度目標之 265 件。完成一項能力試驗目標：提供輻射偵測儀器校正能力試驗之標準追溯源。此外，參與 2 項國際量測比對及舉辦 2 場說明會。本計畫之所有工作項目皆符合計畫目標，且執行成果豐碩，量化績效產出亦皆達到年度預期目標。</p>	<p>謝謝委員指導，實驗室依期初規劃完成相關關鍵指標。</p>
<p>2. 期末成果中提及本年度已結報之預算至 11 月底為 19.55%，若含執行中但尚未完成驗收結報之購案則預算執行率為 99.76%，預計至 12 月底，執行率可達 99%以上；另外，有一篇參加 2019 年亞太計量組織(APMP)大會及其附屬會議出國報告將於年底前完成；上述事項是否已具體完成應提供進一步資料供確認。</p>	<p>實驗室於 108 年度 12 月 27 日辦理直線加速器結報事宜(18,290 千元)，全年預算執行率為 99.69%，並且參加 2019 亞太計量組織(APMP)大會及其附屬會議出國報告亦已完成並於 12/28 發文給標準局。</p>
<p>3. 在推廣與應用方面，108 年全年開放實驗室參觀 3 次，總計 60 人參訪實驗室，值得鼓勵與稱許；惟建議也期許能擴大推動實驗室參觀活動，增加推廣游離輻射之應用與防護活動機會，讓更多層面的人能了解核研所針對游離輻射應用與相關標準建制之能力。</p>	<p>謝謝委員指導，實驗室目前仍開放各界來所指導與參訪，並與外界合作，擴大實驗室在游離輻射領域的科普教育推廣。</p>

<p>4. 整體而言，本計畫執行成果，符合計畫目標，參與國際事務與國際比對、建構完整量測追溯體系、精進及新建與產業相關的量測標準、從事量測標準技術的推廣與應用等，強化原子能科技在醫療、環保與工業應用安全與效益之推廣，對於國內游離輻射之應用與防護方面有極重要之效益。</p>	<p>謝謝委員鼓勵。</p>
<p>B 委員</p>	
<p>1. 本年度完成 SCI 論文 2 篇、國際會議論文 6 篇、技術報告 15 篇，出國報告 5 篇，並獲得美國專利 1 項、中華民國專利 1 項，所有工作項目皆如期達成計畫目標。</p>	<p>謝謝委員的鼓勵。</p>
<p>2. 例行工作包括舉辦研討會或說明會 2 場、問卷調查 1 次、技術服務共 318 件，總收入為 2,702,800 元、能力試驗 1 項、國際量測比對 2 項，達成預期目標。</p>	<p>謝謝委員的肯定。</p>
<p>3. 本年度已結報之預算至 11 月底為 19.55%，其他部分應該為醫用線性加速器，會完成年度預算嗎？</p>	<p>由於直線加速器於第四季 12 月 27 日辦理驗收結報，本年度預算執行率 99.67%符合年度預算目標。</p>
<p>4. 國家游離輻射標準計畫對產官學研十份重要，國家應繼續支持。</p>	<p>謝謝委員指導，本計畫配合政府政策、積極與產業合作提供技術服務，且採開放態度與學界合作進行各項研究發展工作，並規劃於 109 年度第一季召開產官學研的策略會議，期望使本計畫的研發與技術服務產能有效發揮其影響力。請標檢局及委員持續支持本計畫。</p>
<p>C 委員</p>	
<p>1. 108 年度之工作進度與計畫執行符合原預定之目標。</p>	<p>謝謝委員指導。</p>
<p>2. 108 年度預算執行正常符合原預定之目標。</p>	<p>謝謝委員指導。</p>
<p>3. 例行校正服務成長與輻射劑量標準業務推廣成果值得肯定。</p>	<p>謝謝委員指導。</p>
<p>4. 需要有培養與吸引人才參予輻射劑量標準實驗室的計畫方案。</p>	<p>謝謝委員指導，本實驗室接受經濟部標準檢驗局委託執行計畫，但所屬人力仍隸屬於核能研究所，須依全所考量人力的調度與規劃，但仍在有限的資源下與學界合作，提升研發能力與強化人才培訓。</p>