

**105年至108年北部地區輻射災害檢
驗分析實驗室建置委託研究計畫勞
務採購案
(「108年」年度計畫、案號：
AEC10506020L)**

期末報告

**委託單位
行政院原子能委員會**

國立陽明大學生物醫學影像暨放射科學系

中華民國108年12月

105年至108年北部地區輻射災害檢驗分析實驗室建置 委託研究計畫勞務採購案(「108年」年度計畫)

摘要

風險意識抬頭，核電廠額外造成的環境輻射風險已是重要的社會議題，一旦發生相關意外事件時，可能對生活環境造成放射性物質污染，導致民生用品與消費食品受到輻射污染；為了因應輻射災害發生後的環境輻射偵測需求，並強化北部地區放射性核種分析的能量，建立北部地區輻射災害檢驗分析實驗室(以下簡稱「本實驗室」)有其迫切性及重要性。本計畫由國立陽明大學生物醫學影像暨放射科學系建置本實驗室，已於105年、106年、107年分別完成高純鍍偵檢器能譜分析系統2台、碘化鈉加馬能譜分析系統、低背景阿伐/貝他比例計數器計測系統以及手提式輻射偵檢器之採購，並建立完整計測流程、操作程序書與人員訓練程序書，以完善災害檢驗分析技術能力，所建立之本實驗室已通過全國認證基金會(Taiwan Accreditation Foundation，以下簡稱TAF)游離輻射領域之認證。本計畫於108年完成採購液態閃爍計數器與手提式輻射偵檢器，建立氚-3、碳-14之活度計測與空間劑量率度量之能力等，同時針對品保需求建立液態閃爍計數器操作程序書、操作人員訓練程序書、輻射偵測儀器等相關設備之操作程序書，年度執行TAF實驗室內部稽核並通過TAF實驗室監督評鑑以持續獲得認證，同時也通過TFDA實驗室認證，成為國內少有雙認證之實驗室。本實驗室除了持續加強檢驗能力外，更持續提供各教育單位或社會團體進行

參訪，以能強化國人對於輻射防護的觀念，並使民眾瞭解國內檢驗分析能量與能力。

目錄

頁次

1. 前言	1
2. 全期計畫目標與歷年成果	4
2.1.105年度成果	4
2.1.1. 實驗室空間設計	4
2.1.2. 設備採購	4
2.1.3. 檢驗分析能力與程序書建立	5
2.1.4. 人員訓練	5
2.1.5. 申請TAF實驗室認證之作業	7
2.2.106年度成果	7
2.2.1. 設備採購	7
2.2.2. 檢驗分析能力與程序書建立	7
2.2.3. 人員訓練	8
2.2.4. 申請TAF實驗室認證之作業	14
2.2.5. 建立民生消費食品的輻射檢測能力	16
2.2.6. 實驗室間比對與能力試驗	17
2.3.107年度成果	19
2.3.1. 設備採購	19

2.3.2. 檢驗分析能力與程序書建立	20
2.3.3. 人員訓練	20
2.3.4. 取得TAF實驗室認證證書	20
2.3.5. 實驗室間比對與能力試驗	21
2.3.6. 推廣運用	25
3. 108年度工作目標與進度控管	26
3.1. 108年度工作目標	26
3.2. 108年度進度控管	28
4. 108年度研究成果	35
4.1. 設備採購	35
4.2. 檢驗分析能力與程序書建立	36
4.3. TAF實驗室監督評鑑與TFDA實驗室認證	39
4.3.1. TAF實驗室監督評鑑	39
4.3.2. TFDA實驗室認證	39
4.4. 實驗室間比對與能力試驗	41
4.5. 人員訓練	43
4.6. 教學課程	44
4.7. 對外教育推廣活動與實驗室參訪	47

4.7.1. 韓國乙支大學師生參訪實驗室	47
4.7.2. 林口高中師生參訪實驗室	48
4.7.3. 大直高中師生參訪實驗室	48
4.7.4. 新北市防災園遊會進行宣傳	49
4.7.5. 2019生醫科技就業博覽會進行宣傳	50
4.7.6. 香港理工大學師生參訪實驗室	51
4.7.7. 竹北高中師生參訪實驗室	51
4.7.8. 2019台北國際食品展技術科普推廣	52
4.8. 架設網路平台宣傳與參訪人數數據統計	53
4.9. 備忘錄簽署與技術服務	56
5. 結論	57
附件一：國立陽明大學與行政院原子能委員會合作備忘錄	59

表目錄

	頁次
表 2-1：輻射度量課程之規劃	6
表 2-2：實驗室間比對試樣分析數據(茶葉)	17
表 2-3：實驗室間比對試樣分析數據(土壤)	18
表 2-4：IAEA能力試驗數據與結果	24
表 2-5：TAF能力試驗數據與結果	24
表 3-1：108年度進度甘特圖	27
表 4-1：IAEA「2019年能力試驗」提供的測試樣品	42
表 4-2：參與IAEA「2019年能力試驗」數據與結果	42
表 4-3：108年人員訓練計畫	43
表 4-4：放射物理實驗課程檢驗分析結果	46
表 4-5：網路宣傳數據統計表	54

圖目錄

	頁次
圖 2-1：純鍺偵檢器能譜分析系統安裝完成圖	5
圖 2-2：實驗室第二部純鍺偵檢器能譜分析系統與碘化鈉能譜 分析系統之安裝完成圖	9
圖 2-3：ISO/IEC17025人員訓練課程結業證書	10
圖 2-4：ISO/IEC17025人員訓練課程結業證書	11
圖 2-5：ISO/IEC17025 TAF主管訓練合格證書	12
圖 2-6：游離輻射防護講習班結業證書	13
圖 2-7：輻射安全證書	14
圖 2-8：實驗室申請TAF認證文件	15
圖 2-9：申請TAF認證實驗室實景	15
圖 2-10：檢測說明流程圖	16
圖 2-11：通過輻射偵測中心實驗室比對試驗之證書	19
圖 2-12：實驗室取得TAF認證證書	22
圖 2-13：2018通過 IAEA能力試驗證書	23
圖 2-14：2018通過核研所能力試驗證書	23
圖 4-1：液態閃爍計數器	35
圖 4-2：手提式輻射偵檢器	35
圖 4-3：實驗室人員暨專題生至核能研究所技術學習	37
圖 4-4：實驗室人員至輻射偵測中心技術學習	37
圖 4-5：儀器設備廠商進行設備使用之教育訓練	38
圖 4-6：實驗室監督評鑑	39
圖 4-7：TFDA實驗室現場評鑑	40
圖 4-8：獲得TFDA實驗室認證證書	41

圖 4-9：TAF訓練合格證書	44
圖 4-10：放射物理實驗課程於超市選購食品.....	45
圖 4-11：放射物理實驗課程檢驗分析過程	46
圖 4-12：韓國乙支大學師生參訪實驗室	47
圖 4-13：林口高中師生參訪與介紹食品檢驗分析流程	48
圖 4-14：大直高中師生參訪與介紹食品檢驗分析流程	49
圖 4-15：新北市防災園遊會技術科普推廣	50
圖 4-16：生醫就業博覽會攤位與打卡宣傳活動.....	50
圖 4-17：香港理工大學師生參訪與介紹食品檢驗分析流程	51
圖 4-18：竹北高中師生參訪與介紹食品檢驗分析流程	52
圖 4-19：2019台北國際食品展技術科普推廣.....	53
圖 4-20：架設實驗室官方網站.....	54
圖 4-21：架設實驗室官方網站Facebook與宣傳	55

1. 前言

確保核能安全是目前世界各國重要的能源政策之一，當發生核子事故或輻射相關意外事件時，可能造成區域性的環境放射性物質污染，導致民生消費食品、自來水、飲用水遭受污染，為了提昇我國輻射相關意外事故的應變能量，主管機關依循國際建議，完善對食品、環境樣品等的管制策略，其中首要建立放射性污染檢測技術，項目包括：民生相關的食品、環境樣品、飲用水及土壤等樣品檢驗分析。我國核能電廠分別位於台灣北端與南端，為了因應輻射事故發生後的輻射偵測與強化北部地區放射性檢驗分析的能量，建立北部地區輻射災害檢驗分析實驗室(以下簡稱「本實驗室」)北部地區輻射災害檢驗分析實驗室有其迫切性及重要性，對北台灣的災害預防、災害處理及風險管理具有相當大的效益。

本計畫因應行政院原子能委員會之技術與管制需求，於國立陽明大學生物醫學影像暨放射科學系建置本實驗室，實驗室建立之目的在於建構對環境樣品、食物、飲用水的放射性分析能力，以及對民生消費食品的輻射檢測能力。由於國立陽明大學位於臺北市北投地區，距離核一廠、核二廠之間有陽明山作為天然屏蔽，可延緩核子事故的影響，且距離不到50公里，亦是建立本實驗室的最佳地點。

建立本實驗室之成果，已完成(1)加馬能譜分析系統，包括高純鍍偵檢器與碘化鈉偵檢器，已建立精密的能譜分析及精確的活度度量技術；(2)貝他輻射計測系統，包括比例計數器與液態閃爍偵檢器，已提供貝他核種檢測分析能量。另本實驗室亦建立對食品之放射性核種檢測技術，已完成建立兩

階段的檢測分析方法，可準確分析碘-131、銫-134、銫-137等人造核種；且對於環境試樣的輻射檢測技術而言，可檢測出的放射性核種包括：鈷-58、鈷-60、鋅-65、鋁-95、銩-95、碘-131、銫-134、銫-137、鉬-140、釷-140、鉍-214、鈾-228、鉀-40。

為達到本實驗室檢驗分析之技術能力品質保證，已於107年4月通過全國認證基金會(Taiwan Accreditation Foundation，以下簡稱TAF)認證，並於108年11月進行TAF實驗室內部稽核與通過TAF實驗室監督評鑑，繼續維持認證；另外也通過衛生福利部食品藥物管理署(TFDA)實驗室認證，並於108年7月26日取得實驗室認證證書。

除了核子事故緊急應變之需求外，本實驗室亦搭配陽明大學之學程規劃，提供，於大學部開設放射物理實驗、輻射防護與輻射度量等課程，達到人才培育之成效。此外，實驗室開放教育單位與社會團體進行參訪，總計接待包含韓國乙支大學、林口高中、大直高中、香港理工大學、竹北高中等十幾個學校團體，以強化輻射防護、輻射安全教育推廣之效。

實驗室對外教育宣導方面，實驗室已發文給相關研究單位與各級政府單位，告知對外服務資訊，並派員參加多場區域型活動，包括：新北市防災園遊會、2019生醫科技就業博覽會、南港食品設備展、滬尾防災宣導主題館揭牌、119新北市防災園遊會活動等，以提昇實驗室的知名度。

本計畫已順利完成108年度所訂定之技術發展目標，如下：

- (1) 完成採購液態閃爍計數器一套、手提式輻射偵檢器一套，並完成設備點交、裝置、測試與驗收等工作。
- (2) 完成建立含氚-3、碳-14之活度計測能力。
- (3) 完成建立液態閃爍計數器操作程序書1份。
- (4) 完成建立液態閃爍計數器操作人員訓練程序書1份。
- (5) 完成建立輻射偵測儀器等相關設備操作程序書1份。
- (6) 完成建立輻射偵測儀器等相關設備操作人員訓練程序書1份。
- (7) 完成研究成果期末報告1篇。

本期末報告內容包含第1章前言，說明本計畫發展起源與效益；第2章全期計畫目標與歷年成果，將說明本計畫四年期的總體目標與分年執行成果；第3章108年度工作目標與進度控管，將說明本年度之各項工作規畫與進度控管；第4章108年度研究成果，將詳述108年度各項工作之研究成果；第5章結論。

2. 全期計畫目標與歷年成果

本計畫訂定於105年至108年完成本實驗室建置，計劃期程共4年，因應主管機關提出建置本實驗室之技術規範需求，目標有三：

- (1) 籌備本實驗室設備需求與空間規劃，規劃逐年完成採購設備，完成設備點交、裝置、測試與驗收等工作。
- (2) 建置本實驗室之技術能力，包括對環境樣品、食物、飲用水的放射性分析能力，以及對民生消費食品的輻射檢測能力。
- (3) 建立本實驗室之操作程序書與人員訓練程序書與成果報告，通過TAF實驗室認證。

以下小節將分別說明105年至107年之歷年達成成果。

2.1. 105年度成果

2.1.1. 實驗室空間設計

參訪行政院原子能委員會附屬機關之相關實驗室，包括核能研究所、輻射偵測中心，並進行檢測流程需求討論，於105年完成本實驗室之整體空間配置作業，考量檢驗計測動線之流暢性及作業需求，設置樣品前處理室、樣品計測室、樣品儲存室、以及人員辦公室。

2.1.2. 設備採購

依第一年度之設備建置規劃，完成實驗室第一部高純鍺偵檢器能譜分析系統、資料擷取與分析軟體及相關核儀模組

之設備採購、安裝與測試驗收，如圖 2-1所示為105年度完成純鍺偵檢器能譜分析系統之安裝完成圖。



圖 2-1：純鍺偵檢器能譜分析系統安裝完成圖

2.1.3. 檢驗分析能力與程序書建立

配合本實驗室完成純鍺偵檢器能譜分析系統的建置，105年著重建立能譜分析及活度度量技術，完成建立純鍺偵檢器能譜分析系統操作程序書1份，與純鍺偵檢器能譜分析系統操作人員訓練程序書1份，提供作為農產食品、環境樣品以及飲用水之放射性核種檢測分析與活度定量分析。

2.1.4. 人員訓練

為強化實驗室人員之專業能力，符合申請TAF實驗室認證需求，規劃輻射度量相關課程，內容如表 2-1，包括計數

統計模型與誤差擴散、多頻道分析儀與能譜測定術、半導體特性與半導體偵檢器之原理等章節。

表 2-1：輻射度量課程之規劃

授課教師姓名：吳杰			
時 間：第1週~第18週			
日期	講題	時數	教師姓名 (中文)
第1週	課程介紹	2	吳杰
第2週	α 、 β 、 γ 、中子與物質作用之機制	2	吳杰
第3週	計數統計模型與誤差擴散	2	吳杰
第4週	基礎輻射偵測模型與特性分析	2	吳杰
第5週	充氣式偵檢器 - 游離腔之原理與操作模式	2	吳杰
第6週	充氣式偵檢器 - 比例計數器原理與氣體增益	2	吳杰
第7週	充氣式偵檢器 - 蓋格計數器之原理與淬熄	2	吳杰
第8週	有機與無機閃爍偵檢器之原理與能量解析度	2	吳杰
第9週	期中考	2	吳杰
第10週	光陰極之特性與光電倍增管、光二極體之原理	2	吳杰
第11週	多頻道分析儀與能譜測定術	2	吳杰
第12週	半導體特性與半導體偵檢器之原理	2	吳杰
第13週	生物與化學劑量計之發展與應用	2	吳杰
第14週	人員劑量計 - 熱發光劑量計、玻璃劑量計	2	吳杰
第15週	快中子與慢中子之偵測與中子活化	2	吳杰
第16週	環境偵檢儀器系統之介紹	2	吳杰
第17週	人員偵檢儀器系統之介紹	2	吳杰
第18週	期末考	2	吳杰
授課時數合計		36	小時
教科書名：Radiation Detection and Measurement			
作 者：Glenn F. Knoll			
出 版 社：Wiley; 4 edition (August 16, 2010)			

2.1.5. 申請TAF實驗室認證之作業

為建立實驗室具備申請TAF認證之能力，邀請時任TAF評鑑委員之原子能委員會核能研究所副研究員陳俊良先生蒞臨實驗室，以TAF認證相關需求及申請辦法課程為主題，進行共3小時之授課演講。依據TAF認證相關需求，並配合主管機關於106年辦理能力試驗之時程規劃，以及TAF評鑑委員之現場訪談與查證作業需求，訂定申請TAF實驗室認證之執行作業規劃，並於106年底提出申請TAF認證，107年度進行評鑑審查。

2.2. 106年度成果

2.2.1. 設備採購

依第二年度之設備建置規劃，完成實驗室第二部純鍮偵檢器能譜分析系統、碘化鈉偵檢器、及相關多頻道分析儀、低背景計測鉛屏蔽等附屬設備之採購、安裝與測試驗收，如圖 2-2所示，為106年度完成純鍮偵檢器能譜分析系統與碘化鈉能譜分析系統之安裝完成圖。

2.2.2. 檢驗分析能力與程序書建立

106年度配合本實驗室新增完成碘化鈉能譜分析系統的建置，於106年8月10日參與高雄輻射偵測中心研討會並進行檢驗分析能力學習，實驗室完成建立民生消費食品的輻射檢測能力計測能力；並建立以下相關程序書，包括：

- (1) 碘化鈉加馬能譜分析系統操作程序書1份。
- (2) 碘化鈉加馬能譜分析系統操作人員訓練程序書1份。

- (3) 民生消費食品的輻射兩階段檢測分析方法程序書，其中第一階段為快速篩檢直接計測法，第二階段為定量分析方法。

2.2.3. 人員訓練

106年度報名參加TAF之人員訓練，計有ISO/IEC17025訓練課程與TAF測試實驗室主管訓練課程。ISO/IEC 17025訓練課程區分十個單元，包括認證規範、組織管理、文件管理、能力管理、失效管理、儀具管理、樣品管理、樣品管理、顧客管理、綜合測驗(筆試)。實驗室主管訓練課程共分兩天實施，第一天介紹制度性之要求，如TAF認證流程、如何建立符合TAF認證準備計畫，及實驗室評鑑實務經驗等。第二天介紹技術性之要求，包括如何推動實驗室內部稽核與管理審查、能力試驗、不確定度及報告管理等，以使實驗室主管瞭解認證相關要求及準備計畫。

本實驗室TAF認證相關人員皆已完成ISO/IEC17025人員訓練課程且考試成績及格，訓練合格證書如圖 2-3及圖 2-4，實驗室主管也順利完成TAF主管訓練課程且考試成績及格，訓練合格證書如圖 2-5。

另亦依本實驗室人員訓練計畫，派員完成輻射防護36小時課程，並通過106年輻安證書考試，訓練結業證書如圖 2-6，證書如圖 2-7。



圖 2-2：實驗室第二部純鍺偵檢器能譜分析系統與碘化鈉能譜分析系統之安裝完成圖



圖 2-3：ISO/IEC17025人員訓練課程結業證書



圖 2-4：ISO/IEC17025人員訓練課程結業證書



圖 2-5：ISO/IEC17025 TAF主管訓練合格證書



圖 2-6：游離輻射防護講習班結業證書



圖 2-7：輻射安全證書

2.2.4. 申請TAF實驗室認證之作業

本實驗室已完成TAF認證相關品質文件與程序書編寫，如圖 2-8，並完成認證實驗室所需之環境建置，如圖 2-9。邀請國立陽明大學醫學工程研發中心游離輻射檢驗實驗室-

品質經理趙穗婷小姐，蒞臨實驗室對TAF認證相關需求及申請辦法課程進行兩天共10小時的討論。本實驗室已於106年11月完成實驗室認證所需之內部稽核，11月15日正式送出申請TAF認證文件，申請項目為游離輻射領域中的加馬核種分析，子項目為食品與環境保護中的土壤與生物試樣。



圖 2-8：實驗室申請TAF認證文件



圖 2-9：申請TAF認證實驗室實景

2.2.5. 建立民生消費食品的輻射檢測能力

106年度完成民生消費食品的輻射檢測能力之建立，並進行包含台灣、美國、澳洲、日本等類各民生消費食品之測試檢測，檢驗分析的目標核種為碘-131、銫-134、銫-137，MDA 分別為碘 131-0.4Bq/kg、銫 134-0.5Bq/kg、銫 137-0.6Bq/kg，檢驗分析流程依FDA之標準方法執行如圖 2-10，測試的檢測結果均未檢出人工放射性核種，由於實驗室尚未通過TAF認證，故本年度之檢驗結果僅供參考。

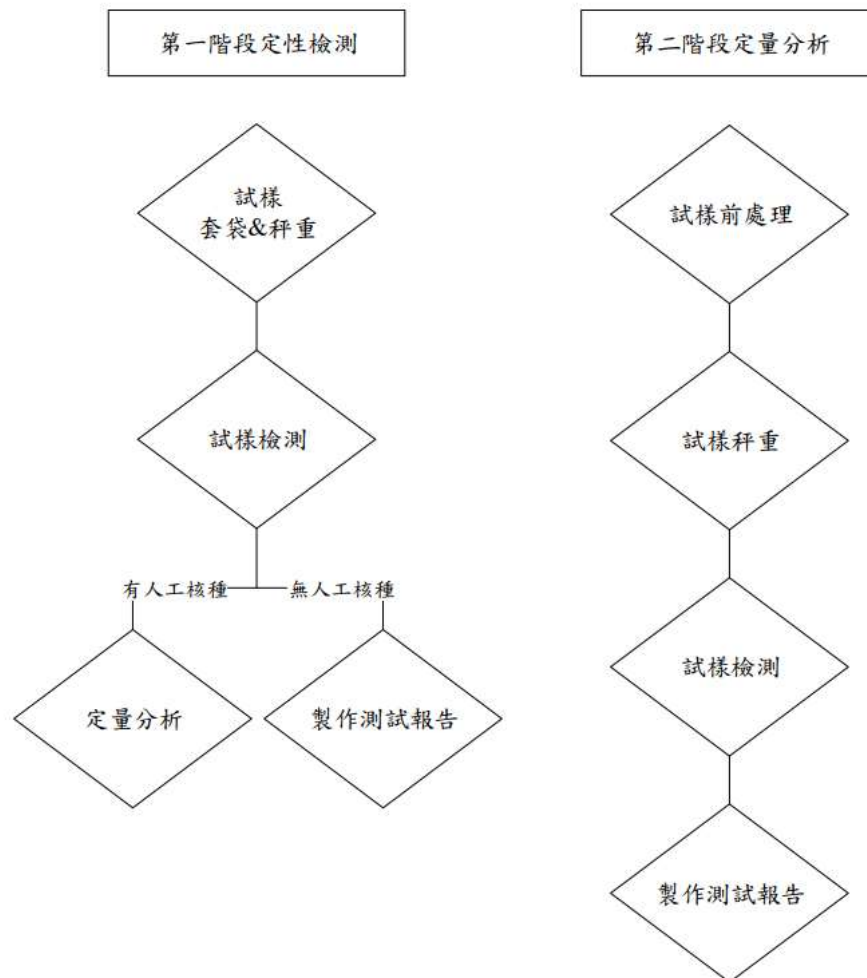


圖 2-10：檢測說明流程圖

2.2.6. 實驗室間比對與能力試驗

依據TAF能力試驗活動要求，執行實驗室間比對可助於鑑別實驗室的潛在問題以及增進員工訓練，故於本年度與輻射偵測中心取得實驗室間比對，進行土壤與茶葉試樣之放射性同位素含量分析，其結果如表 2-2、表 2-3，比對狀況相當良好分析數據皆符合比對要求，獲得證書如圖 2-11。

表 2-2：實驗室間比對試樣分析數據(茶葉)

參加單位	加 馬 能					
	鉍-7		鉀-40		銫-137	
JCAC	—		6060.0 ± 710.0		33.8 ± 4.5	
RMC	6874.5 ± 858.6		7018.0 ± 854.1		34.8 ± 4.6	
INHP	7131 ± 536		6524 ± 685		36.7 ± 4.5	
TPRL	7424.0 ± 545.0		6514.0 ± 609.0		36.4 ± 3.7	
TPRIII	7141.0 ± 502.8		5987.0 ± 623.8		35.7 ± 3.6	
THNS	6337.0 ± 575.0		6580.0 ± 501.0		35.1 ± 5.8	
NPUST	—		—		37.6 ± 4.9	
NYMU	6261.1 ± 563.5		6909.4 ± 690.9		34.3 ± 3.4	
En _(RMC)			0.86		0.16	
En _(INHP)		0.25	0.47	0.45	0.46	0.30
En _(TPRL)		0.54	0.49	0.48	0.45	0.27
En _(TPRIII)		0.27	0.08	0.97	0.33	0.15
En _(THNS)		0.52	0.60	0.44	0.18	0.04
En _(NPUST)					0.57	0.42
En _(NYMU)		0.60	0.86	0.10	0.09	0.09

表 2-3：實驗室間比對試樣分析數據(土壤)

參 加 單 位	加 馬 龍 譜 分					
	鉀-40		鈾-237		鈾-208	
JCAC	144.0 ± 21.0		45.5 ± 5.3		13.0 ± 1.8	
RMC	156.7 ± 31.3		46.6 ± 8.6		12.3 ± 2.4	
INHP	159.1 ± 27.0		47.5 ± 4.0		13.7 ± 1.6	
TPRL	145.8 ± 24.0		48.2 ± 5.5		12.8 ± 1.8	
TPR III	147.3 ± 20.9		48.5 ± 4.3		13.8 ± 1.8	
THNS	150.0 ± 21.0		45.9 ± 3.4		13.6 ± 1.8	
NPUST	---		50.3 ± 5.3		---	
NYMU	157.5 ± 15.8		45.64 ± 4.1		---	
En _(RMC)	0.34		0.11		0.23	
En _(INHP)	0.44	0.06	0.30	0.09	0.29	0.49
En _(TPRL)	0.06	0.28	0.35	0.16	0.08	0.17
En _(TPR III)	0.11	0.25	0.44	0.20	0.32	0.50
En _(THNS)	0.20	0.18	0.06	0.08	0.24	0.43
En _(NPUST)			0.64	0.37		
En _(NYMU)	0.51	0.02	0.02	0.10		



圖 2-11：通過輻射偵測中心實驗室比對試驗之證書

2.3. 107年度成果

2.3.1. 設備採購

依第三年度之設備建置規劃，完成實驗室全自動低背景阿伐/貝他比例計數器計測系統、手提式輻射偵檢器提供執行劑量率度量以及污染偵測等設備之採購、安裝與測試驗收，同時亦新增建立全自動低背景阿伐/貝他比例計數器計測系統、手提式輻射偵檢器作業與人員訓練程序書。

2.3.2. 檢驗分析能力與程序書建立

107年度配合本實驗室新增完成全自動低背景阿伐/貝他比例計數器計測系統與採購手提式輻射偵檢器，實驗室團隊至核能研究所參訪總阿伐/貝他活度計測相關實驗室，並建立本實驗室對環境試樣之總阿伐/貝他活度計測能力，完成以下程序書，包括：

- (1) 自動低背景阿伐/貝他比例計數器計測系統操作程序書1份。
- (2) 自動低背景阿伐/貝他比例計數器計測系統操作人員訓練程序書1份。
- (3) 手提輻射偵測儀器設備操作程序書1份。
- (4) 手提輻射偵測儀器設備操作人員訓練程序書1份。

2.3.3. 人員訓練

建立並執行107年人員訓練計畫規範，如表2-1，以確保實驗室人員之專業品質，同時實驗室亦派員參加ISO/IEC17025測試、校正與土木工程測試領域之實驗室主管在職訓練、輻射防護教育課程。

2.3.4. 取得TAF實驗室認證證書

本實驗室已於107年度完成建立TAF認證相關實驗室品質系統及品質手冊、相關作業程序書之編寫，並完成實驗室之環境建置，於106年11月15日正式送出TAF認證申請文件，申請項目為游離輻射領域中的加馬核種分析，子項目包含食品與環境中的沉積物、草樣與蔬菜，其中環境樣品不含灰化的前處理。

107年度配合TAF認證審查，完成初訪作業與線上文件審核等事項，並由2位TAF審查委員蒞臨本實驗室進行正式評鑑作業，並完成評鑑資料核決，順利取得TAF認證證書，如圖 2-12。此進度比原計畫書預估時程提前一年取得TAF認證，足見本實驗室人員組織管理以及專業技術具備品質保證。

2.3.5. 實驗室間比對與能力試驗

107年度共計參與的能力試驗有兩場，包含：IAEA「2018年能力試驗」與TAF委託核研所「107年度環境試樣放射性核種分析能力試驗」。在IAEA「2018年能力試驗」中參與土樣測試樣品之加馬核種分析，本實驗室參與代碼為212；在TAF委託核研所「107年度環境試樣放射性核種分析能力試驗」中參與土樣、植物、牛乳、肉類測試樣品之加馬核種分析，檢驗數據皆如期順利通過2場能力試驗，如表 2-4與表 2-5之結果；獲得證書如圖 2-13、圖 2-14，確保實驗室技術能力品質優良。



圖 2-12：實驗室取得TAF認證證書

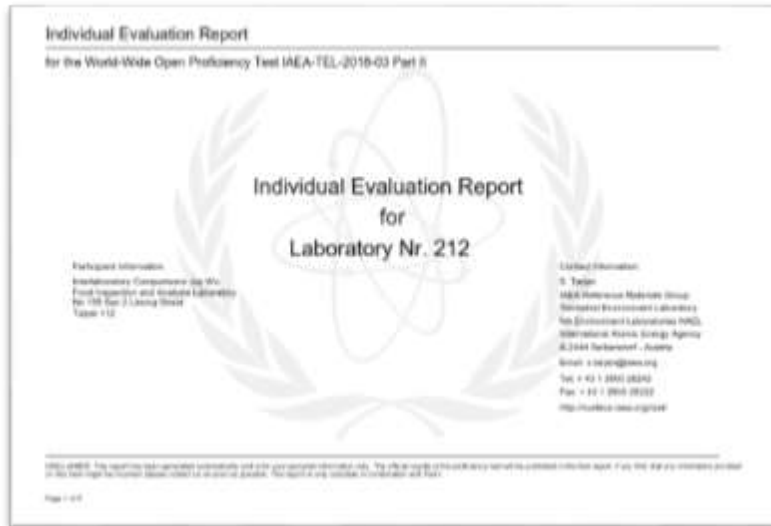


圖 2-13：2018通過 IAEA能力試驗證書

報告編號：107-EMPT-005 頁次：第 1 頁，共 4 頁

**107年度環境試樣放射性核種分析能力試驗
測試報告**

執行機構：國家游離輻射標準實驗室
地址：桃園市龍潭區佳安里文化路 1000 號

受測單位：國立陽明大學生物醫學影像暨放射科學系
食品檢驗分析實驗室
地址：台北市北投區立農街二段 155 號

資料查驗：許懷慧
資料審核：陳俊甫
實驗室負責人：朱建邦

報告日期：中華民國 107 年 10 月 31 日

國家游離輻射標準實驗室
行政院原子能委員會核能研究所

圖 2-14：2018通過核研所能力試驗證書

表 2-4：IAEA能力試驗數據與結果

Proficiency Test IAEA-TEL-2018-03 Evaluation Report Part II

Created on 2018-10-02

Evaluation Tables for Labcode 212. (Values and uncertainties expressed in Bq/kg)

Created on 2018-10-02

Evaluation Result Table for Sample 4

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc.	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
4	Ba-133	56.8	0.9	20 %	52.9	3.4	-6.87 %	5.9	0.66	A	6.62	A	A
4	Ce-60	141.8	2.7	20 %	135	4.4	-4.80 %	8.3	0.62	A	3.77	A	A
4	Ca-134	112.2	1.8	20 %	108	3.8	-3.74 %	9.1	0.46	A	3.80	A	A
4	Ca-137	64.9	1.2	20 %	60.9	2.4	-6.16 %	4	1.00	A	4.35	A	A

表 2-5：TAF能力試驗數據與結果

報告編號：107-EMPT-005

頁次：第 4 頁，共 4 頁

107 年環境試樣放射性核種分析能力試驗分析結果

試樣	核種	分析活度 ($A_0 \pm U$), $k=1$	平均活度 ($\bar{A} \pm U$), $k=1$	添加活度 ($A_{add} \pm U$), $k=1$	相對偏差 (Br_i)	平均相對偏差 ($-0.25 \leq Br \leq +0.5$)	相對精密度 ($S_A \leq 0.4$)	測試結果 (%)
土壤樣	^{60}Co	269 $\pm$ 5	269 $\pm$ 5	282 $\pm$ 4	-0.048	-0.048	0.004	通過
		270 $\pm$ 5			-0.044			
		268 $\pm$ 5			-0.051			
	^{134}Cs	262 $\pm$ 4	261 $\pm$ 4	272 $\pm$ 5	-0.037	-0.040	0.007	通過
		259 $\pm$ 4			-0.048			
		262 $\pm$ 4			-0.037			
	^{137}Cs	250 $\pm$ 5	250 $\pm$ 5	264 $\pm$ 4	-0.053	-0.051	0.006	通過
		252 $\pm$ 5			-0.045			
		249 $\pm$ 5			-0.056			
植物樣	^{60}Co	44 $\pm$ 1	43.8 $\pm$ 1.0	42.6 $\pm$ 2.0	0.032	0.030	0.003	通過
		44 $\pm$ 1			0.027			
		44 $\pm$ 1			0.032			
	^{134}Cs	46 $\pm$ 1	44.6 $\pm$ 1.0	41.7 $\pm$ 2.1	0.094	0.069	0.021	通過
		44 $\pm$ 1			0.062			
		44 $\pm$ 1			0.050			
	^{137}Cs	46 $\pm$ 1	46.6 $\pm$ 1.2	43.8 $\pm$ 2.1	0.048	0.065	0.015	通過
		47 $\pm$ 1			0.066			
		47 $\pm$ 1			0.080			
牛乳	^{60}Co	41 $\pm$ 1	40.1 $\pm$ 1.0	39.0 $\pm$ 1.8	0.044	0.028	0.014	通過
		40 $\pm$ 1			0.021			
		40 $\pm$ 1			0.018			
	^{134}Cs	41 $\pm$ 1	40.6 $\pm$ 1.0	36.8 $\pm$ 1.3	0.120	0.104	0.016	通過
		41 $\pm$ 1			0.106			
		40 $\pm$ 1			0.085			
	^{137}Cs	39 $\pm$ 1	38.6 $\pm$ 1.2	36.8 $\pm$ 1.7	0.068	0.048	0.025	通過
		38 $\pm$ 1			0.019			
		39 $\pm$ 1			0.057			
肉類	^{60}Co	27 $\pm$ 1	27.7 $\pm$ 0.6	27.2 $\pm$ 1.3	0.006	0.018	0.013	通過
		28 $\pm$ 1			0.017			
		28 $\pm$ 1			0.031			
	^{134}Cs	23 $\pm$ 1	23.1 $\pm$ 0.5	22.0 $\pm$ 1.0	0.036	0.051	0.012	通過
		23 $\pm$ 0			0.058			
		23 $\pm$ 1			0.058			
	^{137}Cs	28 $\pm$ 1	27.9 $\pm$ 0.7	27.1 $\pm$ 1.2	0.030	0.030	0.007	通過
		28 $\pm$ 1			0.023			
		28 $\pm$ 1			0.038			

註：土壤、植物、牛乳、肉類、菇類、水樣、尿樣及糞樣活度單位為 Bq/kg，水樣為 Bq/l，空浮為 Bq/m³。

2.3.6. 推廣運用

本實驗室採購之儀器設備除了應用於食品與環境樣品之檢驗外，也多方運用於教學、研究與開放參觀等用途上，其中儀器設備結合國立陽明大學醫放系的放射物理實驗學課程，安排學生實際操作相關儀器設備，以增加學生實際經驗與提昇整體教學水平。

同時本實驗室也開放儀器設備參觀與解說，給予一般民眾與各機關單位進行實驗室導覽，除能提供參訪名眾輻射領域的專業觀念，深具教育意義外，更能提昇一般民眾對本實驗室的瞭解與信任。本年度計有香港理工大學師生及本校大一、大二不分系學生前來參訪本實驗室，分別介紹純鍍偵檢器能譜分析系統、碘化鈉能譜分析系統、比例計數器、手提式偵檢器等儀器設備，透過本實驗室相關人員的介紹，有效地達到教學與推廣的功效。

3. 108年度工作目標與進度控管

3.1. 108年度工作目標

本計畫之技術發展目標，如下：

- (1) 完成採購液態閃爍計數器一套、手提式輻射偵檢器一套，並完成設備點交、裝置、測試與驗收等工作。
- (2) 完成建立含氚-3、碳-14之活度計測能力。
- (3) 完成建立液態閃爍計數器操作程序書1份。
- (4) 完成建立液態閃爍計數器操作人員訓練程序書1份。
- (5) 完成建立輻射偵測儀器等相關設備操作程序書1份。
- (6) 完成建立輻射偵測儀器等相關設備操作人員訓練程序書1份。
- (7) 完成研究成果期末報告1篇。

為達成上述之技術發展目標，於計畫書中訂定108年度進度甘特圖如表 3-1。

表 3-1：108年度進度甘特圖

計畫進度：第4年(108年)													
工作項目 \ 108年月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	備註
1. 設備採購													
2. 技術學習，培育人員													
3. 設備點交、裝置、測試與驗收													
4. 建立對含氚-3、碳-14之活度計測能力													
5. 建立液態閃爍計數器操作程序書													
6. 建立液態閃爍計數器操作人員訓練程序書													
7. 建立輻射偵測儀器等相關設備操作程序書與操作人員訓練程序書													
8. TAF 實驗室監督評鑑													
9. TAF 實驗室內部稽核													
10. 實驗室 TAF 認證作業(107 年 4 月已提前完成)													
11. 撰寫研究成果報告													

3.2. 108年度進度控管

本計畫105年至108年已完成之工作項目與時程，如下所述：

105年度

105年07月22日：開標

105年08月02日：評選會議簡報

105年08月10日：議價完成

105年08月24日：計畫啟動會議

105年08月29日：契約書用印，簽署105年合作備忘錄

105年09月01日：第一期款請款

105年09月02日：專任助理面談

105年09月09日：新聘雇用專任助理簽呈

105年09月23日：執行純銻偵檢器與儀器設備採購事宜

105年09月30日：計畫期中會議

105年10月30日：純銻偵檢器與設備採購改為公開招標

105年11月16日：純銻偵檢器能譜分析系統開標

105年11月28日：實驗室空間規劃施工完成

105年11月28日：建立純銻偵檢器能譜分析系統操作程序書

105年11月28日：建立純銻偵檢器能譜分析系統操作人員訓練操作程序書

105年12月01日：純銻偵檢器交貨裝機驗收完成

105年12月01日：原能會嘉賓蒞臨視察

105年12月06日：原能會驗收純銻偵檢器能譜分析系統

105年12月09日：第三期款請款

105年12月12日：資本門經費提交

105年12月22日：期末會議

106年度

106年02月21日：期初報告

106年03月09日：簽署106年合作備忘錄

106年03月09日：第一期款請款

106年03月31日：儀器設備採購案開標

106年04月12日：儀器設備採購案結標

106年04月29日：黃員參加輻射安全證書考試成績合格

106年05月10日：核能研究參訪學習儀器操作及實驗流程

106年05月18日：例行工作報告

106年06月09日：純鍮偵檢器2號機、碘化鈉與鉛屏蔽安裝

106年07月13日：期中會議

106年07月15日：期中報告

106年07月31日：第二期款請款

106年08月10日：高雄輻射偵測中心研討會

106年08月10日：取得實驗室間比對土壤與茶葉試樣

106年08月20日：建立碘化鈉能譜分析系統作業程序書

106年09月10日：建立碘化鈉能譜分析系統人員訓練程序書

106年09月11日：完成兩階段檢測分析方法SOP程序書編寫

106年09月20日：實驗室認證TAF品質文件編寫完成

106年10月05日：原能會人員儀器設備現場驗收

106年10月05日：例行工作報告

106年10月15日：資本門經費提交請款

106年10月15日：建立民生消費食品的輻射檢測能力

106年10月31日：實驗室認證TAF內部稽核
106年11月15日：實驗室認證TAF認證申請書送出
106年11月25日：實驗室核研所能力試驗報名表送出
106年11月28日：實驗室間比對分析數據送出
106年12月06日：期末報告
106年12月11日：期末會議
106年12月15日：第三期款請款
106年12月20日：環境試樣放射性分析比較試驗研討會

107年度

107年02月23日：參加國立陽明大學輻射防護教育訓練課程
107年03月05日：進行例行工作報告
107年03月26日：進行實驗室TAF正式評鑑
107年03月15日：參加2018 IAEA能力試驗
107年03月30日：參加TAF 2018實驗室主管在職訓練
107年04月01日：辦理儀器設備採購案，辦理公開招標
107年04月03日：完成改正TAF評鑑NC
107年04月16日：進行第一期款請款
107年04月23日：評鑑資料核決，TAF評鑑正式通過
107年05月08日：儀器設備採購案開標並順利決標
107年05月09日：參訪核研所總阿伐/貝他活度計測相關實驗室
107年05月14日：進行例行工作報告
107年05月15日：香港理工大學師生參訪實驗室
107年06月11日：接收IAEA能力試驗樣品

- 107年06月12日：接收核研所能力試驗樣品
- 107年07月05日：完成期中報告書
- 107年07月15日：安裝低背景阿伐/貝他比例計數器計測系統
- 107年07月18日：進行期中會議
- 107年08月07日：繳交TAF委託核研所107年度環境試樣放射性核種分析能力試驗數據
- 107年08月15日：建立低背景阿伐/貝他比例計數器計測系統作業程序書
- 107年08月15日：進行第二期款請款
- 107年09月16日：繳交IAEA能力試驗數據
- 107年09月10日：建立低背景阿伐/貝他比例計數器計測系統操作人員訓練程序書
- 107年09月25日：建立環境試樣之總阿伐/貝他活度計測能力
- 107年09月26日：進行例行工作報告
- 107年10月02日：IAEA能力試驗數據通過
- 107年10月20日：建立手提輻射偵測儀器等相關設備作業程序書1份
- 107年10月24日：陽明大學大一大二不分系參訪實驗室。
- 107年10月25日：建立手提輻射偵測儀器等相關設備操作人員訓練程序書1份
- 107年10月31日：TAF委託核研所107年度環境試樣放射性核種分析能力試驗數據通過
- 107年11月06日：通知原能會進行設備驗收
- 107年11月06日：進行資本門經費請款
- 107年12月05日：原能會人員儀器設備現場驗收

107年12月06日：完成期末報告

108年度

108年01月01日：簽署108年合作備忘錄

108年01月08日：進行TFDA實驗室認證申請

108年01月15日：參加輻射偵測中心108年度環境試樣放射性
核種分析比較實驗

108年01月20日：參加IAEA能力試驗

108年02月15日：實驗室人員輻射防護教育訓練

108年02月16日：安排韓國乙支大學師生參訪實驗室

108年03月05日：繳交期初報告、進行期初報告審查會議

108年03月10日：TFDA實驗室認證線上審查通過

108年03月20日：進行第一期款請款

108年03月29日：辦理儀器設備採購案，辦理公開招標

108年04月15日：接收比對試驗樣品

108年04月11日：安排林口高中師生參訪實驗室

108年04月17日：辦理儀器設備採購案開標

108年04月19日：安排大直高中師生參訪實驗室

108年04月20日：參與新北市防災園遊會進行宣傳

108年04月24日：辦理儀器設備採購案結標

108年04月25日：進行TAF實驗室監督評鑑

108年04月27日：參與2019生醫科技就業博覽會進行宣傳

108年05月07日：安排香港理工大學師生參訪實驗室

108年05月08日：進行例行工作報告

108年05月09日：進行TFDA實驗室認證現場評鑑通過

- 108年05月10日：參訪核研所氙-3、碳-14計測相關實驗室
- 108年05月07日：安排竹北高中師生參訪實驗室
- 108年05月20日：接收IAEA能力試驗樣品
- 108年05月20日：參與TAF實驗室主管再教育
- 108年06月03日：進行實驗室儀器運用放射物理實驗課程
- 108年06月10日：接收手提式輻射偵檢器儀器
- 108年06月15日：籌辦輻射安全與食品檢驗先鋒營
- 108年06月22日：參與南港食品設備展進行宣傳
- 108年06月25日：繳交比對試驗數據資料
- 108年07月05日：滬尾防災館開幕擺攤宣傳
- 108年07月09日：召開TFDA實驗室認證會議
- 108年08月21日：參加2019食品衛生檢驗科技研討會
- 108年07月19日：繳交期中報告、進行期中報告審查會議，
- 108年07月25日：進行第二期款請款
- 108年07月25日：液態閃爍計數器安裝
- 108年08月10日：舉辦輻射安全與食品檢驗先鋒營
- 108年08月15日：繳交能力試驗數據資料於IAEA
- 108年09月18日：進行例行工作報告
- 108年09月23日：ISO/IEC 17025相關TAF人員訓練課程
- 108年09月24日：原能會人員儀器設備現場驗收
- 108年09月25日：建立液態閃爍計數器作業程序書
- 108年09月25日：建立液態閃爍計數器操作人員訓練程序書
一份
- 108年09月30日：建立對含氙-3、碳-14活度計測能力
- 108年10月20日：建立手提式輻射偵測儀器作業程序書一份

108年10月20日：建立手提式輻射偵測儀器操作人員訓練程序書1份

108年11月08日：進行TAF實驗室內部稽核品質部分

108年11月08日：進行TAF實驗室內部稽核技術部分

108年11月14日：進行例行工作報告

108年11月25日：資本門經費提交請款

108年12月09日：完成期末報告

4. 108年度研究成果

4.1. 設備採購

依108年之設備建置規劃，採購液態閃爍計數器，含阿伐/貝他鑑別模組，以提供純貝他核種及總阿伐/貝他計測，手提式輻射偵檢器，以提供執行空間劑量率度量及污染偵測。設備採購過程由校方依政府採購法於108年3月29日辦理儀器設備採購案並公開招標，於108年4月17日完成開標並順利決標，108年9月24日由原能會相關單位執行驗收程序完成，設備照片如圖 4-1、圖 4-2。



圖 4-1：液態閃爍計數器



圖 4-2：手提式輻射偵檢器

4.2. 檢驗分析能力與程序書建立

108年配合本實驗室完成建置液態閃爍計數器，派員至原子能委員會核能研究所與高雄輻射偵測中心進行參觀與學習，並瞭解液態閃爍計數器能譜分析系統相關儀器操作及實驗流程規劃之要點，由設備廠商進行液態閃爍計數器相關儀器設定與儀器設備實作教育訓練，如圖 4-3、圖 4-4、圖 4-5。完成以下程序書，包括：

- (1) 液態閃爍計數器操作程序書1份。
- (2) 液態閃爍計數器操作人員訓練程序書1份。
- (3) 輻射偵測儀器等相關設備操作程序書1份。
- (4) 輻射偵測儀器等相關設備操作人員訓練程序書1份。

本年度亦建立對環境的相關液體試樣(如水源、飲用水等)之加馬射線及貝他射線之計測能力，建立校正曲線標準品備製，完成樣品含氚-3、碳-14之活度計測能力。



圖 4-3：實驗室人員暨專題生至核能研究所技術學習



圖 4-4：實驗室人員至輻射偵測中心技術學習



圖 4-5：儀器設備廠商進行設備使用之教育訓練

4.3. TAF實驗室監督評鑑與TFDA實驗室認證

4.3.1. TAF實驗室監督評鑑

本實驗室已提前於107年4月23日取得TAF認證證書，認證有效期至111年4月22日，認證項目為游離輻射領域中的加馬核種分析，子項目為食品與環境保護中的沉積物、草樣與蔬菜。108年度係依循TAF規範與相關作業程序書順利運作本實驗室，並於4月由TAF陳清江委員進行實驗室監督評鑑，如圖 4-6，順利通過TAF實驗室年度監督評鑑。



圖 4-6：實驗室監督評鑑

4.3.2. TFDA實驗室認證

衛生福利部針對日本食品輻射監測需求公布食品中放射性核種之檢驗方法，本實驗室於108年1月8日提出衛生福利部食品藥物管理署(TFDA)食品檢驗機構認證申請，同年4月20日完成實驗室SOP文件線上初審、5月TFDA評審委員

至實驗室進行現場評鑑，如圖 4-7，並於108年7月26日順利通過認證，取得TFDA認證證書，如圖 4-8，申請項目為化學領域元素類別中的放射性核種，子項目為碘-131、銫-134、銫-137。



圖 4-7： TFDA實驗室現場評鑑



圖 4-8：獲得TFDA實驗室認證證書

4.4. 實驗室間比對與能力試驗

108年共計參與的能力試驗有兩場，包含：IAEA舉辦的「2019年能力試驗」與輻射偵測中心舉辦的「108年度環境試樣放射性核種分析比對試驗」。在IAEA「2019年能力試驗」中，配合實驗室已完成建立液態閃爍計數器，參與水樣之加馬核種分析，表 4-1為IAEA提供的測試樣品，本實驗室參與的代碼為106，本年度9月完成並送交IAEA檢測數據，IAEA並於10月公布實驗室評估報告，表 4-2為IAEA提供之結果報告，由報告可知本實驗室在準度與精度上都獲得A等級，整

體表現為A。在輻射偵測中心舉辦的「108年度環境試樣放射性核種分析比對試驗」中參與土樣、茶葉、海水測試樣品之加馬核種分析，本實驗室已於本年度8月完成並送交輻射偵測中心檢測數據，輻射偵測中心亦於10月公布結果，並將於年底舉辦總結會議，本實驗室皆皆順利通過能力試驗與數據比對，確保實驗室技術能力之優良。

表 4-1：IAEA「2019年能力試驗」提供的測試樣品

Sample code	Matrices	Mass in grams	Requested analytes
01	Spiked water	500	Anthropogenic and natural gamma emitters, ^{90}Sr , radium isotopes ^{228}Ra , ^{226}Ra and ^{224}Ra , gross alpha and beta
02	Spiked water	500	Anthropogenic and natural gamma emitters, ^{90}Sr , radium isotopes ^{228}Ra , ^{226}Ra and ^{224}Ra in low activity concentration, gross alpha and beta
03	Spiked water	500	Quality control sample with known activity concentration of radionuclides
04	Shrimp sample	200	Natural gamma emitters and ^{137}Cs , ^{210}Pb , ^{210}Po , Ra-isotopes and U, gross alpha and beta
05	Simulated aerosol filter	1 pc	Gamma emitters, gross beta
06	Simulated aerosol filter	1 pc	Gamma emitters, gross beta
07	Simulated aerosol filter	1 pc	Gamma emitters, gross beta

表 4-2：參與IAEA「2019年能力試驗」數據與結果

Proficiency Test IAEA-TEL-2019-03 Evaluation Report Part II

Created on 2019-10-15

Evaluation Tables for Labcode 106. (Values and uncertainties expressed in Bq/kg)

Evaluation Result Table for Sample 1													
Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MAPE	Rep. Value	Rep. Unc.	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
1	Cs-134	9.3	0.3	20 %	9.4	0.71	1.09 %	0.65	0.15	A	6.21	A	A
1	Cs-137	8.92	0.25	20 %	9.2	0.76	3.14 %	0.4	0.70	A	9.62	A	A
Evaluation Result Table for Sample 2													
Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MAPE	Rep. Value	Rep. Unc.	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
2	Cs-134	5.05	0.15	40 %	4.7	0.49	-6.93 %	0.35	1.06	A	10.84	A	A
2	Cs-137	4.16	0.12	40 %	4.1	0.54	-2.16 %	0.23	0.41	A	13.48	A	A

4.5. 人員訓練

108年本實驗室人員訓練計畫，如表 4-3，其中實驗室許員配合ISO/IEC17025的改版作業，於9月23~25日接受並完成新版 ISO/IEC17025人員訓練課，TAF訓練合格證書如圖 4-9。累計105年度至108年度，本實驗室人員具備放射性質或可發生游離輻射設備操作人員輻射防護訓練36小時(如圖 2-6)、輻射安全證書等證照(如圖 2-7)，也具備ISO/IEC17025 TAF主管訓練(如圖 2-5)、人員訓練及合格證書(圖 2-3、圖 2-4、圖 4-9)。

表 4-3：108年人員訓練計畫

日期	單位	訓練項目	時數	人員
108年 2月15日	陽明大學	輻射防護課程	3	林芳蕙
108年 2月15日	陽明大學	輻射防護課程	3	黃上容
108年 2月15日	陽明大學	輻射防護課程	3	許博傑
108年 9月23~25日	TAF	ISO/IEC 17025訓練	18	許博傑



圖 4-9：TAF訓練合格證書

4.6. 教學課程

本實驗室除整備核子事故緊急應變之需求外，亦搭配陽明大學生物醫學影像暨放射科學系之學程規劃，由吳杰老師

於大學部開設放射物理實驗、輻射防護與輻射度量等課程，105年到108年總計共72周，授課人數280人。課堂中並運用實驗室相關設備實地教學儀器偵測原理與操作練習，達到人才培育之成效。

其中放射物理實驗課程為兩學分3小時，授課人數30人，屬於陽明大學生物醫學影像暨放射科學系2年級課程，教學課程內容利用本實驗室儀器設備，說明放射物理實驗、儀器偵測原理，並說明民生消費食品檢驗分析原理介紹與實地操作，實地操作流程係由同學親自赴超市進行食品抽樣選購，計有香蕉、食鹽、西瓜、海苔、牛奶、奇異果、餅乾、涼糕、蛋糕等日常食用商品，同學並於實驗室進行樣品前處理、計測分析與數據紀錄等程序，課程活動照片如圖 4-10、圖 4-11，檢測結果如表 4-4。



圖 4-10：放射物理實驗課程於超市選購食品



圖 4-11：放射物理實驗課程檢驗分析過程

表 4-4：放射物理實驗課程檢驗分析結果

商品	數量	檢驗方法	檢驗儀器	結果
香蕉	五根	FDA公告訂定食品中放射性核種之檢驗方法	HPGe NaI	無人造核種
食鹽	一包	FDA公告訂定食品中放射性核種之檢驗方法	HPGe NaI	無人造核種
西瓜	一顆	FDA公告訂定食品中放射性核種之檢驗方法	HPGe NaI	無人造核種
海苔	一包	FDA公告訂定食品中放射性核種之檢驗方法	HPGe NaI	無人造核種
牛奶	一罐	FDA公告訂定食品中放射性核種之檢驗方法	HPGe NaI	無人造核種
奇異果	五顆	FDA公告訂定食品中放射性核種之檢驗方法	HPGe NaI	無人造核種
餅乾	一包	FDA公告訂定食品中放射性核種之檢驗方法	HPGe NaI	無人造核種
涼糕	一盒	FDA公告訂定食品中放射性核種之檢驗方法	HPGe NaI	無人造核種
蛋糕	一盒	FDA公告訂定食品中放射性核種之檢驗方法	HPGe NaI	無人造核種

4.7. 對外教育推廣活動與實驗室參訪

本實驗室除了核子事故緊急應變與結合教學課程外，也開放教育單位與社會團體進行參訪，總計接待包含韓國乙支大學、林口高中、香港理工大學等十幾個學校團體，由高中大學開始進行輻射防護、輻射安全與食品檢驗觀念之深根教育。相關參訪資訊簡述如下。

4.7.1. 韓國乙支大學師生參訪實驗室

活動時間：108年3月19日

參加人數：55人

活動內容：HPGe、NaI、比例計數器等儀器實地說明介紹，參訪照片如圖 4-12。



圖 4-12：韓國乙支大學師生參訪實驗室

4.7.2. 林口高中師生參訪實驗室

活動時間：108年4月11日

參加人數：55人

活動內容：食品檢驗分析流程介紹，HPGe、NaI、設備簡介，參訪照片如圖 4-13。



圖 4-13：林口高中師生參訪與介紹食品檢驗分析流程

4.7.3. 大直高中師生參訪實驗室

活動時間：108年4月19日

參加人數：60人

活動內容：食品檢驗分析流程介紹，如圖 4-14。



圖 4-14：大直高中師生參訪與介紹食品檢驗分析流程

4.7.4. 新北市防災園遊會進行宣傳

活動時間：108年4月20日

活動地點：金山高中

活動人數：500人

活動內容：實驗室業務項目說明與技術科普推廣，如圖4-15。



圖 4-15：新北市防災園遊會技術科普推廣

4.7.5. 2019生醫科技就業博覽會進行宣傳

活動時間：108年4月27日

活動地點：國立陽明大學-活動中心

參加人數：450人

活動內容：實驗室業務項目說明與傳單發送、FB打卡按讚，活動照片如圖 4-16。



圖 4-16：生醫就業博覽會攤位與打卡宣傳活動

4.7.6. 香港理工大學師生參訪實驗室

活動時間：108年5月9日

參加人數：15人

活動內容：食品檢驗分析流程與實驗室業務介紹，HPGe、NaI、設備簡介，參訪照片如圖 4-17。



圖 4-17：香港理工大學師生參訪與介紹食品檢驗分析流程

4.7.7. 竹北高中師生參訪實驗室

活動時間：108年5月15日

參加人數：45人

活動內容：食品檢驗分析流程介紹，HPGe、NaI、設備簡介，參訪照片如圖 4-18。



圖 4-18：竹北高中師生參訪與介紹食品檢驗分析流程

4.7.8. 2019台北國際食品展技術科普推廣

活動時間：108年6月22日

活動地點：南港展覽館

活動人數：15,000人

活動內容：實驗室業務項目說明與技術科普推廣、FB打卡按讚活動，宣傳活動照片如圖 4-19。



圖 4-19：2019台北國際食品展技術科普推廣

4.8. 架設網路平台宣傳與參訪人數數據統計

實驗室已完成建置相關社群平台，包括：實驗室官方網站 (<https://rmac.ym.edu.tw/>)，如圖 4-20，另亦成立 Facebook、LINE 等官方帳號，並進行網路推廣打卡按讚與宣傳文宣等活動如圖 4-21，統計參與數據如表 4-5。

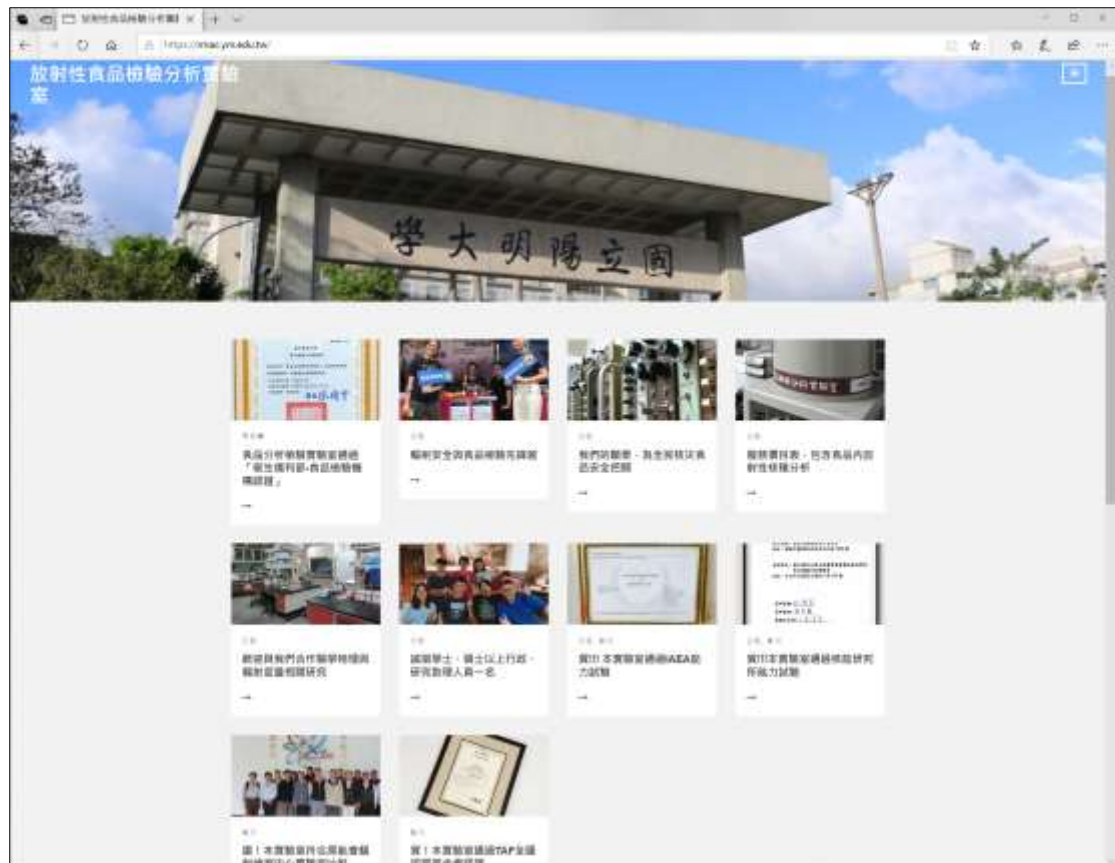


圖 4-20：架設實驗室官方網站

表 4-5：網路宣傳數據統計表

統計資料			
平台	發文篇數	總觸及次數	按讚數
Facebook	50	8223 次	497



圖 4-21：架設實驗室官方網站Facebook與宣傳

4.9. 備忘錄簽署與技術服務

本實驗室於105年開始為使計畫內容更符合北部地區防災備援實驗室之需求，故於每年度進行雙方合作備忘錄的商討與簽訂，相關合作備忘錄資料如附件一。

另本實驗室自107年通過TAF認證後，為增進技術推廣與應用，依據主管機關期許本實驗室能利用所建立對食物、環境樣品、飲用水的放射性物質分析能力，及對民生消費食品的輻射檢測能力，以協助確保國內輻射安全，特與原子能委員會於107年度簽署合作備忘錄，並依第四點第一款第三目之規定，同意本實驗室在計畫執行期間，對外提供可收費之技術服務。

本實驗室依據本校「建教合作實施辦法」以及「產學合作暨政府科研補助或委託辦理之收入收支管理要點」之規定，於107年7月完成訂定「國立陽明大學放射食品檢驗分析技術服務收費辦法」，開設本實驗室提供食品檢驗分析技術服務之專帳管理。

5. 結論

本計畫為105至108年共4年期計畫，計畫內各項目均已按照時程執行完成。

儀器採購部分已完成採購純鍮偵檢器加馬能譜分析系統，低背景阿伐/貝他比例計數器計測系統與手提式偵檢器等檢驗相關設備，確保實驗室具備完整且優良檢驗分析設備。程序書編寫部分已完成純鍮偵檢器操作程序書與純鍮偵檢器加馬能譜分析系統操作人員訓練程序書、低背景阿伐/貝他比例計數器計測系統操作程序書與低背景阿伐/貝他比例計數器計測系統操作人員訓練程序書、手提輻射偵測儀器操作程序書與手提輻射偵測儀器操作人員訓練程序書等相關儀器設備程序書共12本。實驗室人員訓練部分，相關人員接受檢驗分析作業相關訓練並順利通過輻防考試，取得輻射安全證書，其他實驗室人員也皆持續參加輻射防護教育訓練課程訓練。

實驗室建立民生消費食品與環境樣品輻射檢測檢測分析方法部分，已完成民生消費食品兩階段檢測分析方法與相關檢驗分析能力的建立，確保實驗室能用於強化北台灣輻射檢驗分析能量，實驗室更積極參與2018、2019年 IAEA能力試驗、107年TAF委託核能研究所能力試驗活動、輻射偵測中心107年及108年比對試驗等，以上都是為了提昇本實驗室民生消費食品與環境試樣的輻射檢測能力。實驗室認證進程上，於107年4月通過TAF實驗室認證，並於108年度完成監督評鑑以延續實驗室認證，在衛生福利部食品藥物管理署

(TFDA)實驗室認證部分於108年7月順利通過認證，達成了難得的實驗室雙認證。

本計畫更進一步與陽明大學的放射物理實驗、輻射防護與輻射度量課程內容結合，透過實作讓學生們不只在課堂間吸收書本知識，也能獲得實務經驗。透過學院與學系邀請，本實驗室開放國內外學校團體進行教育參訪，以達到輻防教育與推廣之效，目前已接待超過10間以上學校團體。此外實驗室積極參與相關學術研討會以逐步提昇實驗室研究能量。

本計畫4年計畫期間在實驗室建立階段雖面對各式行政、技術人員、經驗上的問題，但因原子能委員會、核能研究所、偵測中心等各單位大力協助與指導下，讓本實驗室建置案順利執行，成功建置了北部地區第一間核災備援實驗室，整體大大提昇北部地區的防災備援能量，並在完成民生消費食品兩階段檢測分析方法後，持續提供民眾專業且可靠的食品檢驗分析服務，在教育宣導方面，持續配合相關單位進行輻射防護、輻射安全與核災食品檢驗的防災宣導活動，本實驗室將於108年計畫結束後繼續與原子能委員會進行計畫合作，持續的精進本實驗室的檢驗分析技術與再提昇北部地區核災備援能量，以期對國家社會持續做出更多貢獻。

附件一：國立陽明大學與行政院原子能委員會合作備忘錄

105 年

國立陽明大學與行政院原子能委員會合作備忘錄

一、行政院原子能委員會(以下簡稱甲方)與國立陽明大學(以下簡稱乙方)為共同強化輻射災害發生後的環境輻射偵測與提升北部地區輻射檢測分析的能量，特訂定本合作備忘錄，以做為推動辦理之依據。

二、合作期間：自計畫執行日起

- 兩方合作協議相關工作之聯繫協調事宜甲方負責單位為 核能技術處，乙方負責單位為 生物醫學影像暨放射科學系。

三、合作協議事項：

(一) 甲方應辦理事項：

1. 實驗室建置規劃等相關事項諮詢。
2. 提供法規顧問諮詢等服務。

(二) 乙方應辦理事項：

1. 應配合甲方相關業推動需要，必要時至甲方進行各項專案報告。另為確保本案進度執行及控管，應至少每 2 個月召開工作進度報告一次。
2. 應依本計畫之查核時程規劃進度，並按期程交付成果資料。
3. 本計畫成果發表，均應事先經甲方同意。
4. 在計畫執行期間，視實驗室建置情形，為甲方提供可進行的樣品輻射檢測分析服務。
5. 核子事故發生期間，實驗室無條件轉為國家備援實驗室提供所需輻射檢測分析能量。
6. 在設備使用年限內(依行政院主計總處 102 年版財物標準分類)無償提供甲方商品及食品等輻射檢測分析服務。

7. 甲方委託分析化驗的內容和結果，必要時得要求簽署保密
同意書及保密切結書。

四、本合作備忘錄乙式兩份，雙方各執乙份為憑。

五、本合作備忘錄如有未盡事宜，雙方同意另以書面協議補充之。

六、本合作備忘錄自計畫執行日起至 105 年 12 月 31 日止，屆後每
年重新檢討簽訂一次。

甲 方：行政院原子能委員會

代表人 謝曉星 簽 章：

謝曉星

電 話：(02)8231-7919

地 址：23452 新北市永和區成功路 1 段 80 號 2 樓



乙 方：國立陽明大學

代表人：梁廣義 簽 章：

校長 梁廣義

電 話：(02)2826-7000

地 址：11221 台北市北投區立農街二段 155 號



中 華 民 國 1 0 5 年 8 月 2 4 日

106年

國立陽明大學與行政院原子能委員會合作備忘錄

一、行政院原子能委員會(以下簡稱甲方)與國立陽明大學(以下簡稱乙方)為共同強化輻射災害發生後的環境輻射偵測與提升北部地區輻射檢測分析的能量，特訂定本合作備忘錄，以做為推動辦理之依據。

二、合作期間：自計畫執行日起

三、兩方合作協議相關工作之聯繫協調事宜甲方負責單位為 核能技術處，乙方負責單位為 生物醫學影像暨放射科學系。

四、合作協議事項：

(一) 甲方應辦理事項：

1. 實驗室建置規劃等相關事項諮詢。
2. 提供法規顧問諮詢等服務。

(二) 乙方應辦理事項：

1. 應配合甲方相關業推動需要，必要時至甲方進行各項專案報告。另為確保本案進度執行及控管，應至少每2個月召開工作進度報告一次。
2. 應依本計畫之查核時程規劃進度，並按期交付成果資料。
3. 本計畫成果發表，均應事先經甲方同意。
4. 在計畫執行期間，視實驗室建置情形，為甲方提供樣品輻射檢測分析服務。
5. 核子事故發生期間，實驗室無條件轉為國家備援實驗室提供所需輻射檢測分析能量。
6. 在設備使用年限內(依行政院主計總處 102 年版財物標準分類)無償提供甲方商品及食品等輻射檢測分析服務。
7. 甲方委託分析化驗的內容和結果，必要時得要求簽署保密同意書及保密切結書。

- 五、本合作備忘錄乙式兩份，雙方各執乙份為憑。
- 六、本合作備忘錄如有未盡事宜，雙方同意另以書面協議補充之。
- 七、本合作備忘錄自計畫執行日起至 106 年 12 月 31 日止，期後每年重新檢討簽訂一次。

甲 方： 行政院原子能委員會

代表人：

謝曉星

簽章：



電話：(02)8231-7919

地址：23452 新北市永和區成功路 1 段 80 號 2 樓



乙 方：國立陽明大學

代表人：

校長 梁廣義

簽章：



電話：(02)2826-7000

地址：11221 台北市北投區立農街二段 155 號

中 華 民 國 1 0 6 年 3 月 2 日

107年

國立陽明大學與行政院原子能委員會合作備忘錄

- 一、行政院原子能委員會(以下簡稱甲方)與國立陽明大學(以下簡稱乙方)共同執行「105年至108年北部地區輻射災害檢驗分析實驗室建置案」(計畫編號:AEC10506020L、下稱本計畫),並簽訂委託研究勞務採購契約書(下稱契約書),為強化輻射災害發生後的環境輻射偵測與提升北部地區輻射檢測分析的能量,特訂定本合作備忘錄(下稱本備忘錄),協議下列事項以資遵循。
- 二、本備忘錄有效期間自107年1月1日起至107年12月31日止,雙方同意每年檢討後重新簽訂。
- 三、雙方合作協議相關工作之聯繫協調事宜,甲方負責單位為核能技術處,乙方負責單位為生物醫學影像暨放射科學系。
- 四、合作協議事項:
 - (一) 甲方應辦理事項:
 1. 實驗室建置規劃等相關事項諮詢。
 2. 提供法規顧問諮詢等服務。
 3. 同意乙方於本計畫執行期間,取得實驗室TAF認證後,對外進行可收費之技術服務。
 - (二) 乙方應辦理事項:
 1. 應配合甲方相關業務推動需要,必要時至甲方進行各項專案報告。另為確保本案進度執行及控管,應至少每2個月召開工作進度報告一次。
 2. 應依本計畫之查核時程規劃進度,並按期交付成果資料。
 3. 本計畫成果發表前應事先經甲方同意。
 4. 本計畫執行期間,乙方應視實驗室建置情形,提供甲方樣品輻射檢測分析服務。
 5. 核子事故發生期間,實驗室無條件轉為國家備援實驗室。

提供所需輻射檢測分析能量。

6. 無償提供甲方商品及食品等輻射檢測分析服務，期限為106年純銻偵檢器完成採購驗收日(106年10月5日)起算5年至111年10月4日。

7. 甲方委託分析化驗的內容和結果，必要時得要求乙方簽署保密同意書及保密切結書。

8. 乙方於本計畫期間，提供對外有收費之技術服務時，扣除相關成本衍生之盈餘之50%應回饋甲方。

五、本備忘錄之效力與契約書相同，並為契約書之一部，如有未盡事宜，雙方另以書面協議補充之。

六、本備忘錄乙式兩份，雙方各執乙份為憑。

甲 方：行政院原子能委員會

代表人：謝曉星 章

電 話：(02)8231-7919

地 址：23452 新北市永和區成功路1段80號2樓

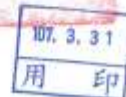
乙 方：國立陽明大學

代表人：郭旭崧 校長郭旭崧 章

電 話：(02)2826-7000

地 址：11221 台北市北投區立農街二段155號

中 華 民 國 1 0 7 年 1 月 1 日



108年

國立陽明大學與行政院原子能委員會合作備忘錄

- 一、行政院原子能委員會(以下簡稱甲方)與國立陽明大學(以下簡稱乙方)共同執行「105年至108年北部地區輻射災害檢驗分析實驗室建置案」(計畫編號:AEC10506020L、下稱本計畫),並簽訂委託研究勞務採購契約書(下稱契約書),為強化輻射災害發生後的環境輻射偵測與提升北部地區輻射檢測分析的數量,特訂定本合作備忘錄(下稱本備忘錄),協議下列事項以資遵循。
- 二、本備忘錄有效期間自108年1月1日起至108年12月31日止,雙方同意每年檢討後重新簽訂。
- 三、雙方合作協議相關工作之聯繫協調事宜,甲方負責單位為核能技術處,乙方負責單位為生物醫學影像暨放射科學系。
- 四、合作協議事項:
- (一) 甲方應辦理事項:
1. 實驗室建置規劃等相關事項諮詢。
 2. 提供法規顧問諮詢等服務。
 3. 同意乙方於本計畫執行期間,取得實驗室TAF認證後,對外進行可收費之技術服務。
- (二) 乙方應辦理事項:
1. 應配合甲方相關業推動需要,必要時至甲方進行各項專案報告。另為確保本案進度執行及控管,應至少每2個月召開工作進度報告一次。
 2. 應依本計畫查核時程規劃進度,按期交付成果資料。
 3. 本計畫成果發表前應事先經甲方同意。
 4. 本計畫執行期間,乙方應視實驗室建置情形,提供甲方樣品輻射檢測分析服務。
 5. 核子事故發生期間,實驗室無條件轉為國家備援實驗室提供所需輻射檢測分析能量。

6. 無償提供甲方商品及食品等輻射檢測分析服務，期限為106年純銻偵檢器完成採購驗收日(106年10月5日)起算5年至111年10月4日。

7. 甲方委託分析化驗的內容和結果，必要時得要求乙方簽署保密同意書及保密切結書。

8. 乙方於本計畫期間，提供對外有收費之技術服務時，扣除相關成本衍生之盈餘之50%應回饋甲方。

五、本備忘錄之效力與契約書相同，並為契約書之一部，如有未盡事宜，雙方另以書面協議補充之。

六、本備忘錄乙式兩份，雙方各執乙份為憑。

甲 方： 行政院原子能委員會

代表人：謝曉星章：



電 話：(02)8231-7919

地 址：23452 新北市永和區成功路1段80號2樓

乙 方：國立陽明大學

代表人：郭旭崧

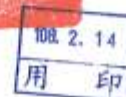
校長郭旭崧

電 話：(02)2826-7000

地 址：11221 台北市北投區立農街二段155號



中 華 民 國 1 0 8 年 1 月 2 3 日



109年

行政院原子能委員會與國立陽明大學有關「北部地區
輻射災害檢驗分析實驗室」合作備忘錄

行政院原子能委員會(甲方)及國立陽明大學(乙方)協議以下事項：

一、雙方合作協議事項：

(一) 甲方應辦理事項：

1. 實驗室運作維護等相關事項諮詢。
2. 提供法規顧問諮詢等服務。

(二) 乙方應辦理事項：

1. 核子事故發生期間，實驗室無條件轉為國家備援實驗室，提供所需輻射檢測分析能量。
2. 乙方應於「105年至108年北部地區輻射災害檢驗分析實驗室建置案」，106年純儲偵檢器完成採購驗收日(106年10月5日)起算5年至111年10月4日止，無償提供甲方商品及食品等輻射檢測分析服務。因應相關業務推動需要，必要時至甲方進行各項專案報告。
3. 甲方委託分析化驗的內容和結果，必要時得要求乙方簽署保密同意書及保密切結書。

二、雙方合作協議相關工作之聯繫協調事宜，甲方負責單位為核能技術處，乙方負責單位為生物醫學影像暨放射科學系。

三、雙方有關輻射檢測分析研發與應用之合作計畫，可結合國內外研究機構為之，並在雙方同意下，得以公開方式發表合作成果。合作計畫之經費來源、研發成果及其智慧財產權歸屬，由雙方於個別計畫中訂定之。

四、本備忘錄自雙方簽署日起生效，有效期間三年。本備忘錄期滿前，雙方未以書面提出合作修正或終止之要求，視為本備忘錄繼續有效，並延長執行三年，嗣後亦同。

五、本備忘錄如有未盡事宜，雙方另以書面協議補充之。

六、本備忘錄乙式兩份，雙方各執乙份為憑。

甲 方： 行政院原子能委員會

主任委員 謝 曉 星

代表人：

簽 章：

電 話：(02)8231-7919

地 址：23452 新北市永和區成功路1段80號2樓

乙 方：國立陽明大學

校長 郭旭崧

代表人：郭旭崧

電 話：(02)2826-7000

地 址：11221 台北市北投區立農街二段155號

中 華 民 國 1 0 8 年 1 1 月 1 日

